

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Ingeniería

Departamento de Ciencias del Suelo



**Efecto de Carga Animal en Suelo, Producción de Forraje en Pastizales
del Sur de Coahuila**

POR:

Antonia Luna Torres

Tesis

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÍCOLA AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 2015

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Ingeniería

Departamento de Ciencias del Suelo

Efecto de Carga Animal en Suelo, Producción de Forraje en Pastizales
del Sur de Coahuila

Por:

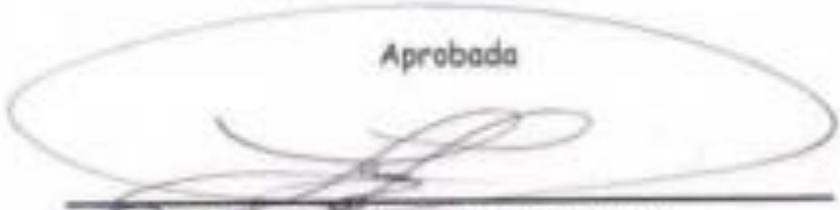
Antonia Luna Torres

Tesis

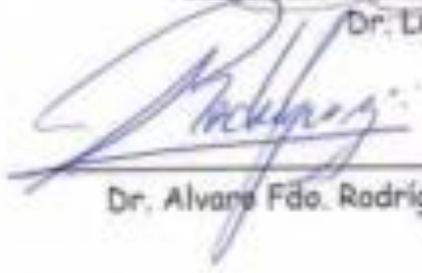
Que somete a consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial, para obtener el título de:

Ingeniero Agrícola Ambiental

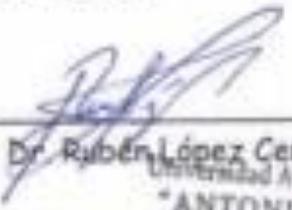
Aprobada



Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza



Dr. Alvaro Fdo. Rodríguez Rivera



Dr. Rubén López Cervantes

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



MC. Luis Samaniego Moreno
Coordinador División de Ingeniería



Buenvista, Saltillo, Coahuila, Junio de 2016

Coordinación de
Ingeniería

AGRADECIMIENTOS:

A mi **ALMA TERRA MATER**, principalmente por su formación como persona que me ha brindado y que me motiva a seguir adelante.

A **Dios** por permitir la culminación de mis estudios y la realización de este trabajo.

A mi familia en general, especialmente a mis padres;

Antonio Luna Alvarado y Eufrocina Torres Guerra

Y a dos de mis hermanas

Isabel y María Elena Luna Torres,

Por su apoyo incondicional.

A mis asesores en particular

Al Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera

Por su tiempo dedicado a mí investigación, por sus consejos y regaños pero sobre todo por todo su apoyo, motivación y disposición que mostró durante el desarrollo de este trabajo.

A todas las **personas** que me han apoyado, y me han enseñado lo bueno de la vida, especialmente a una **persona muy especial** en mi vida gracias por todo su amor y apoyo.

DEDICATORIA

Principalmente a **Dios** que me permitió llegar hasta donde estoy, que me dio fuerzas para levantarme en los obstáculos que la vida me ha puesto.

A mis padres,

Antonio Luna Alvarado

y

Eufrocina Torres Guerra

Que me han apoyado y estado en los momentos más difíciles de mi vida; ya que gracias a ellos, a su apoyo y dedicación por educarme, me han permitido llegar a una meta más en mi vida.

A mis hermanos;

María Elena, Isabel, Sandra, Antonio, Ana Lilia y Humberto Luna Torres,

Por su amor incondicional, por sus consejos y regaños, por estar conmigo en las buenas y en las malas.

También quiero dedicársela a **Antonio (+)** y **José Luna Torres (+)** dos personas que aunque no tuve la oportunidad de conocerlos y convivir con ellos me enseñaron a amar a la vida.

A mis abuelos;

**Caritina Guerra Villanueva (+), José Torres Alvarado (+),
Herminia Alvarado Mendoza (+) y Bernardo Luna Gonzales,**

Que a lo largo de su vida y a sus experiencias vividas me supieron guiar.

Pero en particular quiero dedicársela a alguien muy **especial** en mi **vida**, que supo estar en **los momentos** más difíciles y hermosos de mi vida **gracias por todo**.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Rancho Experimental Demostrativo "Los Ángeles" propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el potrero 20 y en uno de los potreros del Ejido "Tanque de Emergencia" el cual colinda con el rancho mencionado anteriormente.

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del pastoreo animal sobre las características del suelo y asimismo, sobre la producción de forraje, consecuencia de dos cargas animal: carga animal alta (Ejido Tanque de Emergencia) y carga animal moderada (Rancho "Los Ángeles").

Para complementar la información del trabajo se consideró tomar el porcentaje de pedregosidad y de cobertura aproximados en cada punto de evaluación de infiltración.

Las variables consideradas para determinar las características físicas fueron; textura, densidad aparente (DA), densidad de sólidos (DS) y espacio poroso (E) y para determinar las características químicas fueron; contenido de materia orgánica (MO), contenido de carbonatos (CO₃), contenido de nitrógeno total (NT), y pH.

De los resultados obtenidos se mencionan los siguientes: en Rancho "Los Ángeles" se obtuvo mayor porcentaje de cobertura vegetal en un 22.2 % y 19.6 % de suelo desnudo, asimismo, el porcentaje de las diferentes especies de gramíneas es de 4.3 a 5.7 % observándose además una cobertura muy alta de mantillo de aproximadamente 22.2 %.

Por otro lado en el Ejido Tanque de Emergencia una cobertura de 15.08 % y 67.84 % de suelo desnudo, por el contrario se observa que el contenido de mantillo es muy bajo 17.96 %, consecuencia del alto grado de utilización del pastizal a través de defoliaciones repetidas en una misma planta, por lo que se determinó que la existencia de suelo desnudo es muy superior a lo observado en el Rancho "Los Ángeles", lo cual es consecuencia del uso inadecuado de las cargas animal que se aplican,

En cuanto a la producción de forraje (MS) la mayor fue en el Rancho "Los Ángeles" 2188.77 Kg. de MS/Ha.; en cuanto a la producción de forraje la mayor fue para la especie *Buddleja scordioides* HBK con 2188.77 Kg. MS/Ha. y la menor producción de forraje fue para la especie *Parthenium incanum* con 355.6 Kg. MS/Ha,

En el Ejido Tanque de Emergencia tuvo una producción de forraje 854.4 kg de MS/ha., obteniéndose la mayor producción de en la especie *Buddleja scordioides* HBK con 854.4. Kg. MS /Ha., y la menor producción de forraje para la especie *Parthenium incanum* con 149.4 Kg. MS /Ha

Se trabajó con cuatro especies en el ejido Tanque de Emergencia en la cual podemos señalar que en la especie *Buddleja scordioides* HBK tiene una mayor producción de MS kg/ha con 959.06, mientras la especie *Parthenium incanum* tiene 228.95 de producción de MS kg/Ha.

Índice de Contenido

Concepto	Página
INTRODUCCIÓN	1
objetivo general	2
Palabras clave	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Efecto de la carga animal sobre la compactación del suelo	3
Producción de forraje en praderas en el noreste de México	3
Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelo de la región tropical	3
Producción de forraje y respuesta animal en suelos en proceso de recuperación	3
Compactación del suelos por el pisoteo de animales en el pastoreo	11
Ecosistema ganadero	13
Impacto del pastoreo sobre el suelo y sobre los pastos	14
Producción y valor nutritivo del forraje de <i>Antriplex</i> en un suelo	16
Contribución de los forrajes a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito	18
Efectos en las características de los suelos	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Localización geográfica	22
Topografía	22
Geología	22
Suelos	23
Hidrología	23
Clima	23
Vegetación	24
Infraestructura	24
Sitio de estudio	24
Características del ejido tanque de emergencia	24
Metodología	25
Metodología de muestreo	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Porcentaje de cobertura vegetal	28
Producción de MS - Kg/ha	30

CONCLUSIONES	34
LITERATURA CITADA	35
ANEXO	52

INTRODUCCIÓN

El avance de la desertificación es uno de los mayores problemas ambientales que afectan a la región Patagónica extrandina semiárida (del Valle y *col.*, 1997). En esta región la principal actividad agropecuaria es el uso ganadero extensivo, donde los pastizales naturales son utilizados como fuente de forraje para el ganado doméstico. La excesiva presión de pastoreo es una de las principales causas de la desertificación de estas tierras (León y Aguiar, 1985; Golluscio y *col.*, 1998).

La introducción de animales domésticos en la Patagonia, principalmente ovinos con fines productivos, se produjo a principios del siglo pasado. Los primeros colonos realizaron un manejo de los pastizales naturales basado en experiencias que habían sido generadas en ecosistemas muy diferentes a los cuales pretendieron aplicarse (Paruelo y *col.*, 1993). Este manejo produjo profundos cambios en los suelos y en la estructura y composición florística de la vegetación (León y Aguiar, 1985; Perelman y *col.*, 1997; García Martínez, 2005).

En ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, debido a la escasez de agua, la vegetación se presenta en forma discontinua siguiendo un patrón de dos fases compuesto por parches vegetados e interparches de suelo desnudo (Noy Meir, 1973). Ambas fases están relacionadas funcionalmente en sistemas de fuente-destino donde los interparches actúan como fuente de agua, sedimentos y nutrientes para los parches vegetados (Aguiar y Sala, 1999). Por lo tanto, para mantener las funciones de estos ecosistemas es muy importante la conservación de atributos de los parches vegetados tales como número, tamaño y distribución espacial (Ludwig y Tongway, 1995). El estado de la superficie en los interparches también es relevante para el funcionamiento de los ecosistemas ya que su degradación puede alterar la dinámica de las relaciones fuente-destino. Una excesiva presión de pastoreo puede ir en detrimento de la capacidad de los parches vegetados para actuar como sumideros de recursos, de manera que el paisaje en su conjunto tendría más pérdidas. A ello puede contribuir tanto un aporte excesivamente rápido o cuantioso, procedente de los interparches, como la incapacidad de los parches vegetados para retenerlo.

En la década del '90 en el marco del Proyecto de Cooperación Técnica entre la Argentina y Alemania se realizaron considerables esfuerzos en el análisis y evaluación del estado actual de la desertificación en la Patagonia (INTA-GTZ, 1995). Sin embargo, actualmente no se dispone de un sistema regional de monitoreo a largo plazo que permita detectar la tendencia del proceso de desertificación. El cambio de un ecosistema funcional a uno degradado puede ser irreversible cuando se ha atravesado un determinado umbral (Friedel, 1991; Laycock, 1991). El sistema de monitoreo debe permitir identificar tales umbrales y proporcionar alertas tempranas que permitan tomar decisiones de manejo para frenar y revertir el problema.

La metodología propuesta para el monitoreo de la desertificación en Patagonia se basa en una adaptación de la metodología «Landscape Function Analysis» desarrollada en Australia por Tongway y Hindley (2004). Esta metodología parte de la hipótesis de que las unidades de un paisaje interactúan entre ellas, siendo funcionales a varias escalas. Un paisaje sería funcional cuando las pérdidas totales fueran bajas, independientemente de las redistribuciones internas (Ludwig y Tongway, 1997; Tongway y col., 2004). Esta metodología se basa en la evaluación de la capacidad de los parches e interparches de regular el flujo de recursos.

Sobre la base de lo antes mencionado se plantea como **objetivo general**, el determinar el efecto del pastoreo animal sobre las características del suelo y asimismo, sobre la producción de forraje, consecuencia de dos cargas animal: carga animal alta (Ejido tanque de emergencia) y carga animal moderada (Rancho Los Ángeles).

Palabras clave: Pastoreo animal, características de suelo, producción de forraje

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho Demostrativo Experimental "Los Ángeles" propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y asimismo en el Ejido "Tanque de Emergencia" los que tienen las siguientes características:

Rancho "Los Ángeles"

Localización geográfica

Se encuentra al sur en el municipio de Saltillo, Coahuila a 34 Km. por la carretera Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas en el Km. 319 y por el camino de terracería que va hacia el ejido "La Hedionda" se recorren 14 Km.

Las coordenadas geográficas son; $100^{\circ} 58'$ y $101^{\circ} 03'$ de longitud W y entre los $25^{\circ} 04'$ y $25^{\circ} 08'$ latitud N (DETENAL, 1970).

Topografía

La altitud dentro del rancho en sus diversos potreros oscila entre los 2100 a 2400 msnm esto es de las partes altas a las más bajas. La superficie total de este predio es de 6184 Ha divididas en 20 potreros de diferentes dimensiones, de una manera general la superficie del rancho está comprendida de aproximadamente por 35% de sierra, 10% de lomeríos y 55% de valles (Arredondo, 1981).

Geología

Sus características principales; zona de rocas sedimentarias, con preponderancia de rocas calcáreas en las colinas y suelos aluviales en el valle. (Serrato, *et al.*, 1983).

La estructura geológica más importante es el anticlinal de carneros, se estima tiene un rumbo este-oeste, con recumbencia hacia el norte. Las formaciones más recientes y que se depositan en las depresiones

(sinclinales) que se forman entre los anticlinales, se encuentran cubiertas por aluvión (Medina y De la Cruz, 1976).

Suelos

Los suelos de los valles se caracterizan por ser aluviales, se estima que existe una variación en la profundidad de estos desde 2 hasta 25 metros aproximadamente. Los suelos que se hallan en las laderas son colegiales y los de los llanos son diferentes, esto es debido a que el agua percolante tiene una movilización de una manera lateral y no a través del perfil del suelo mismo en forma perpendicular; por ello son los más susceptibles a la erosión. Así mismo los suelos que se ubican en la parte alta de la sierra que corresponden al tipo de vegetación del bosque piñonero, por sus características propias, son suelos forestales con altos contenidos de materia orgánica y humus (Sierra, 1980).

Los suelos se hallan dentro de la clasificación serozem, de origen aluvial de una profundidad somera a profunda (0 a 25 cm). La textura esta entre el rango de franco-arenosa a franco-limosa con estructura laminar, tiene una consistencia ligeramente dura a dura, color gris claro y gris claro en húmedo. El contenido de pedregosidad es aproximadamente de 0-10% y rocosidad de 0-12%, así también existen áreas donde la roca madre llega a aflorar en a la superficie (COTECOCA-SARH, 1979). (figura)

Hidrología

En el área experimental no existen corrientes superficiales permanentes. El grado de erosión en las laderas de las sierras no alto, pues si bien hay carcavas no son estas profundas, debido tal vez a que la pendiente no es pronunciada y así mismo a una adecuada cubierta vegetal existente.

Clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García en 1973, las características climáticas para el área de estudio en el rancho le corresponde la fórmula siguiente:

BSo: Es el más seco de los BS (seco o estepario, dividido en dos subtipos según el tipo de humedad) con un cociente P/T menor de 22.9.

K: Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 18 y 22 °C

W: Régimen de lluvias en verano por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco.

Vegetación

La vegetación ha sido reportada por Sierra (1980) y Arredondo (1981).

Infraestructura

Esta es de gran calidad ya que es de postes de tubo y 4 hilos de alambre de púa, en algunas cercas interiores hay postes de madera; en la mayoría de los potreros se cuenta con saladeros bebederos y aguaje. Para manejo de ganado en poca cantidad existe un corral de manejo entre las pastas 5 y 6, se cuenta con una bodega con capacidad aproximada de 40x20x7m., dos casas habitación y una para visitas de estudiantes y otros.

Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en el potrero 20 en el área del pastizal mediano abierto, este es uno de los que colindan con el ejido Tanque de Emergencia y se presta para el propósito de la investigación que nos ocupa.

Características Generales del Ejido "Tanque de Emergencia"

Debido a la similitud existente en lo mencionado con anterioridad para las características del Rancho Experimental Demostrativo "Los Ángeles" asimismo a la cercanía en las unidades de muestreo, tanto del Rancho "Los Ángeles" como del ejido es que se considerarán los mismos datos. (Excepto de infraestructura).y el área de muestreo se localiza frente al potrero # 18 del Rancho Los Ángeles y los cuatro puntos de muestreo en una distancia aproximada de 200 m. a partir de la cerca que los divide.

Metodología

Variables complementarias del muestreo de suelo

Se consideraron factores de: por ciento de pedregosidad, pendiente, vegetación dominante, por ciento de área desnuda, color de suelo, profundidad del mismo y presencia de canales de erosión en el área de muestreo. (Cuadro 1).

Las cantidades de los factores mencionados fueron los siguientes:

Cuadro 1. Variables de muestreo, del suelo en las dos localidades.

F a c t o r	R. Los Ángeles	E. Tanque de Emergencia
Pedregosidad (%)	2	4
Suelo desnudo (%)	25-30	65-70
Vegetación dominante	Gramíneas	Gramíneas
Color de suelo	Oscuro	Rojizo-oscuro
Tamaño de piedra (cm)	2-4	3-6
Afloramiento rocoso	Ninguno	Ninguno

Colecta de muestras de suelo

Se determinó tomar muestras de suelo a dos profundidades diferentes, de 0-30 centímetros y de 30-60 centímetros y en dos predios distintos para efecto de comparación. Rancho experimental "Los Ángeles" y "Ejido Tanque de Emergencia".

La colecta de las muestras de suelo se realizó en cuatro estaciones de muestreo, localizadas de manera sistemática, en los dos predios, considerándose para cada uno de ellos, similares características de: suelo, se pusieron en bolsas de papel previamente etiquetadas para la posterior realización de las muestras en los laboratorios del Departamento de Suelos de nuestra Universidad.

Dos predios para muestreo, cuatro puntos en cada uno de ellos y muestras de dos estratos de suelo dan un total de 16 muestras a las cuales se les

determinó: materia orgánica (M.O. %), nitrógeno total (%) y textura (% arena, % limo, % arcilla).

Material utilizado:

- Bolsas de papel
- Pico y pala
- Papel para anotaciones
- Lápiz

Metodología de muestreo

Para la determinación de la densidad aparente se tomaron otras 16 muestras en los mismos puntos, solo que para ello se utilizó un extractor de núcleos.

Para la realización de los análisis de los suelos se aplicaron las técnicas siguientes:

Para la determinación de materia orgánica y nitrógeno total se aplicó la formula de Walkley-Black:

$$\% \text{ M.O.} = \frac{[K2(Cr2O7 \times N) - (\text{vol. FeSO4} \times N)] \times 0.68}{\text{gr. Muestra}}$$

La determinación del nitrógeno total se hizo, partiendo de la fórmula anterior, solamente que el porciento de M.O. se divide entre 20 la fórmula es:

$$\% \text{ N.T.} = \frac{\% \text{ M.O.}}{20}$$

La textura se determinó por el método del Higrómetro de Bouyoucos mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{[(1a.lectura - B + R) - (\text{Calib. Temp.} + R \text{ 2a. lectura})]}{\text{gr. Muestra.}} \times 100$$

Este resultado es el % de Limo + Arcilla, para obtener únicamente Arcilla se aplica la siguiente fórmula:

$$P = \frac{[(2a.lectura - B+R) - (Calib.Temp + R 2a.lectura)]}{gr. Muestra} \times 100$$

El % de Limo es = (% de Limo + Arcilla) - (% Arcilla).

De igual manera por diferencia se obtiene el % de Arena.

$$\% \text{ Arena} = 100 - (\% \text{ de Limo} + \text{Arcilla}).$$

Para el cálculo de la D.A. se pesaron previamente las bolsas de papel en las cuales se colectaron las muestras de suelo, se depositaron en la estufa durante 24 horas para su secado; al retirarlas se procedió a pesarlas para luego efectuar los cálculos correspondientes con la siguiente fórmula:

$$D.A. = \frac{\text{Masa de suelo}}{\text{Volumen de suelo}}$$

Donde masa de suelo es = Peso de suelo seco - Peso de la bolsa.

y volumen de suelo es = 133.62 cc. (volumen del extractor de núcleos)

REVISIÓN DE LITERATURA

Efecto de la carga animal sobre la compactación del suelo

La compactación del suelo es de gran importancia debido a que va a provocar alteraciones en su interior afectando sus propiedades (Handen, 2003) y consecuentemente restringiendo el área de captación de agua y nutrientes de las raíces (Defosse y col., 2002).

El problema se origina en la energía transmitida al suelo por el uso de pesados implementos de labranza, el tránsito de vehículos equipados con neumáticos con una elevada presión de inflado y ancho reducido y por el sobrepastoreo de la ganadería (González Sánchez, 2003; Van Dijck y Van Asch, 2002).

Si el contenido de humedad del suelo es elevado, el impacto de la pezuña suele provocar deformación de la superficie del suelo (Sosa y col., 1995). Lo cual genera un aumento en la densificación, disminución de la porosidad, la estabilidad estructural y la capacidad de infiltración (Martín y col., 1998).

Estado y capacidad forrajera de los pastizales en México

La principal actividad económica agropecuaria de México es la ganadería extensiva. La sustentabilidad de esta actividad está condicionada principalmente por un adecuado manejo del pastoreo, para lograr un adecuado manejo del pastoreo, se necesita en primer lugar determinar la capacidad forrajera de un campo. Una sobrevaloración de su receptividad conduce a la sobrecarga y degradación del mismo, mientras una subvaloración conlleva a la subutilización de su potencial productiva. (Ayesa y col., 2001; Siffredi y col., 2001). Una vez estimada la disponibilidad de forraje, se evalúa la receptividad o carga animal potencial del establecimiento en su conjunto y también por cuadro o potrero (Siffredi y col., 2003).

Producción de forraje en praderas en el Noreste de México

México cuenta con una superficie de 82 millones de ha de pastizales, 11 millones de ha praderas tropicales y 5 millones ha de forrajes bajo riego. Una de las principales limitantes del desarrollo prático del país es la casi nula producción de semillas forrajeras. Las especies con mayor demanda nacional de semilla son: sorgo, alfalfa, avena forrajera y ballico anual (López y col., 1994).

Los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas dedican el 77, 70 y 59% respectivamente de su superficie a actividades pecuarias. El establecimiento de praderas y cultivos forrajeros es una opción para complementar la alimentación del ganado de los sistemas de producción extensivos comunes en esta región. El estado de Coahuila cuenta con praderas en una superficie de 90,000 Ha. principalmente de buffel (*Cenchrus ciliaris*) y ballico anual (*Lolium multiflorum*), el estado de Nuevo León tiene una superficie aproximada de 500,000 Ha. principalmente de buffel y Tamaulipas 1,063,000 Ha. de buffel, guinea (*Panicum maximum*) y estrella africana (*Cynodon plectostachyus*). Además de la superficie sembrada, casi 5 millones de ha en el Noreste de México tienen potencial para el establecimiento de praderas. Para conocer la importancia de las praderas y cultivos forrajeros como un apoyo al sistema de producción extensivo, se puede estimar que por cada tonelada de materia seca (MS) que se produce se pueden mantener 2.5 UAM (unidades-animal-mes) (López, 1994).

Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelo de la región tropical.

Es un hecho que el mal manejo de las pasturas en estas regiones ocasiona una degradación de las condiciones químicas y físicas de los suelos. Las investigaciones sobre las alteraciones de las propiedades químicas del suelo por efecto de los animales en pastoreo ha sido demostrada en numerosas investigaciones (CIAT, 1990). Por el contrario, los cambios en las propiedades físicas han sido demostrados sólo en algunos estudios. (Reátegui y col., 1990) encontraron en suelos de México, un efecto significativo de la carga animal en la compactación del suelo; (Pinzón,

1989) en suelos, encontró que el animal en pastoreo causaba una mayor destrucción de la estructura y mayor compactación cuando aumentaba el contenido de arcilla en el suelo. La alteración de las propiedades físicas del suelo ocasiona una disminución en el espacio poroso y en la infiltración de éste, lo cual afecta el crecimiento radical de las plantas y favorece la escorrentía y el lavado de nutrimentos en los suelos (Chandler, 1975).

Producción de forraje y respuesta animal en suelos en proceso de recuperación

Se ha considerado que el 90% de los suelos con mayor potencial agrícola, han sufrido un proceso de deterioro en sus características físicas, químicas y biológicas, por lo cual está afectada su capacidad productiva y el potencial de producción de los principales sistemas agropecuarios establecidos en la región, con perjuicios directos sobre el ingreso de los productores. En la solución del problema se ha planteado la conveniencia de implementar prácticas integrales de manejo del suelo como estrategias de mejoramiento, recuperación o mantenimiento de sus propiedades y de su capacidad productiva (Boivin y col., 2006).

La compactación es una de las más importantes limitaciones físicas del suelo en las actividades ganaderas y agrícolas, la cual a través del tiempo y con la persistencia de sus causas, puede alcanzar capas más profundas cuando no se toman acciones correctivas; por esta razón, se señala que procesos bióticos y abióticos como las enmiendas orgánicas y los tratamientos físicos del suelo, son métodos efectivos para recuperar esta propiedad (Boivin y col., 2006; Zhang y col., 2006).

Los impactos negativos de la compactación consisten en una alteración de la porosidad, que ocasiona la reducción en la saturación de la conductividad hidráulica y la permeabilidad al aire (Boivin y col., 2006).

Las modificaciones producidas por la compactación pueden generar procesos de pérdida de cobertura vegetal y a su vez desencadenar erosión; también altera el hábitat del suelo y reduce la actividad biológica de la flora y la fauna (Brussaard y Van Faassen, 1994; Whalley y col.,

1995; Nevens y Reheul, 2003; Boivin y col., 2006). Como resultado final, se genera pérdida de la capacidad productiva del suelo con implicaciones negativas sobre el ambiente (Soane y Van Ouwerkerk, 1995).

El suelo, el medio ambiente y la productividad se benefician cuando el potencial del suelo se administra de manera sostenible; el buen manejo del suelo produce cultivos y animales que son más saludables, menos susceptibles a enfermedades y más productivos (Sullivan, 2007), con aumento en los ingresos y mejoramiento del nivel de vida de los productores (Soto, 2008).

Manejar la compactación en el suelo, se puede alcanzar mediante la aplicación adecuada de una o varias técnicas como la adición de materia orgánica en forma de abonos verdes, el control del tráfico de maquinaria Agrícola y selección de una rotación de cultivos y plantas de pasture que presenten un profundo y fuerte desarrollo radicular el cual sea capaz de penetrar y separar partículas del suelo compactado (Nevens y Reheul, 2003).

El sobre pastoreo causa la compactación del suelo y pérdida de la vegetación y cuando es insuficiente la biomasa vegetal, se suele invadir bosques o selvas en búsqueda de alimento para el ganado lo que deteriora los ecosistemas (Monroy, 2011).

En términos generales los disturbios alteran la estructura de ecosistemas, comunidades y poblaciones, cambiando los niveles de recursos y el ambiente físico (Pickett y White 1985).

La respuesta de las comunidades ante un disturbio está determinada parcialmente por los atributos de historias de vida de las especies presentes (Hobbs y Huennecke 1992).

Varios estudios identifican atributos morfológicos y de historia de vida de especies de plantas propensas a aumentar o disminuir bajo pastoreo (Lavorel y col., 1997). El disturbio por pastoreo de ganado afecta principalmente la composición de especies y la estructura de las comunidades a través de la alteración del balance competitivo y del éxito

de reclutamiento entre especies pastoreadas y no pastoreadas (Leege y col., 1981, Molinillo 1992, Landsberg y col., 1999). Por otro lado, el pisoteo afecta y elimina plántulas y especies erectas de bajo porte. En síntesis, los efectos directos se relacionan con daños selectivos a plantas individuales por herbivoría y pisoteo.

A mediano y largo plazo ocurren cambios en las comunidades de plantas y animales, perturbaciones en el suelo y en los procesos hídricos, lo cual tiene consecuencias sobre la disponibilidad de recursos y hábitats para la biota nativa (Landsberg y col., 1999). La utilización del fuego para ganadería en el páramo se hace sobre grandes extensiones sin ningún control. Estas quemas tienen lugar durante la época seca y son de tal magnitud que eliminan la cubierta vegetal, dejando al suelo totalmente desnudo, sujeto a resequedad, erosión y pérdida de nutrientes (Vargas 1996, 1998).

Cuando actúan juntos fuego y pastoreo se amplifica su potencial de ocasionar cambios directos en la diversidad de especies, la biomasa y la estructura espacial de las comunidades (Whelan, 1995). Una compleja interacción entre herbívoros, fuego y vegetación determina el patrón de disturbios en un área dada; en pastizales el pastoreo mantiene baja la cantidad de biomasa aérea y por ende de material inflamable, reduciendo así la intensidad del próximo fuego o la probabilidad de ocurrencia de éste (Whelan 1995; Laegaard 1992).

Para entender la dinámica de los sistemas de pastoreo en comunidades perennes y húmedas con relativamente baja variabilidad ambiental, y donde predominan relaciones de competencia, como puede ser el caso de la alta montaña tropical (>3000m), es útil pensar en estos sistemas en términos de complejidad y estabilidad; pues sistemas estables pueden tener baja resiliencia a disturbios en general; en especial el pastoreo ocasiona desviaciones del estado estable a otros estados en equilibrio, que no pueden cambiar sin la ayuda de una intervención importante (Tainton y col., 1996).

La ganadería extensiva y la agricultura con descanso son los principales sistemas de producción en los páramos andinos de Ecuador, Colombia y

Venezuela. En los dos primeros países estas prácticas van ligadas a la utilización del fuego (Vargas y Rivera 1990; Laegaard 1992; Verweij, 1995, Hofstede, 1995; Ramsay y Oxley, 1996; Keating 1998), a diferencia de los páramos venezolanos donde no se usan las quemadas (Sarmiento y col., 1990, De Robert y Monasterio, 1993; Molinillo y Monasterio 1997; Llambí y Sarmiento, 1998).

Ambos sistemas de producción se presentan en los páramos llamados pajonales, con predominio de gramíneas tipo macolla. Los páramos colombianos atmosféricamente húmedos (precipitaciones por encima de los 1500 - 2000 mm anuales, según la clasificación de Cleef 1981, (Rangel 2000) no son aptos para el desarrollo de la agricultura debido al alto contenido de agua de los suelos y a la nubosidad permanente. Por lo tanto, se utilizan para la ganadería extensiva, principalmente en valles de origen glaciar con pendientes suaves y en donde predomina *Chusquea tessellata*, una gramínea tipo bambusoide típica de la vegetación zonal de estos páramos.

En páramos de pajonal se realizaron recientemente varios estudios sobre el efecto del fuego y del pastoreo en diferentes aspectos del ecosistema (Hofstede 1995; Verweij, 1995). Para los páramos de chuscal no existen trabajos que caractericen el efecto del pastoreo como disturbio continuo sobre la vegetación, a pesar de tener gran importancia económica y de conservación por ser fuentes permanentes de agua para las ciudades vecinas.

Los estudios en esta materia son una prioridad dada la fragilidad del páramo, debido a sus condiciones climáticas que dan lugar a una vegetación con baja biomasa, lenta descomposición, acumulación de necromasa en pie (Monasterio, 1979) y baja productividad primaria (Hofstede, 1995) y en páramos de chuscales suelos permanentemente húmedos. Estos factores hacen que la regeneración de un bambusoide como el chusque sea mucho más lenta después de disturbios por fuego (Janzen, 1973; Horn, 1990) y pastoreo. Características como la abundante acumulación de necromasa en pie y de carbono y nitrógeno en la materia orgánica del suelo, hacen del ecosistema páramo un gran sumidero de nutrientes y energía. Cuando está sometido a fuego y pastoreo sufre

transformaciones en los compartimientos funcionales de biomasa asimilatoria y necromasa.

La proporción biomasa asimilatoria aérea / necromasa aumenta con consecuencias para la reserva de nutrientes y carbono (Hofstede, 1995). Este efecto lo reportan también Milchunas y Lauenroth, (1993), Van der Maarel y Titlyanova, (1989) para otros ecosistemas pastoreados. La fragmentación y la eventual desaparición de la forma de crecimiento en macolla como efecto del pastoreo están reportadas por Van der Maarel y Titlyanova (1989), Verweij (1995) y Posada y Cárdenas (1999).

El cambio en la distribución espacial y proporción relativa de los compartimientos biomasa / necromasa en los ecosistemas, permite inferir que los procesos fisiológicos y los factores micro ambientales que regulan el crecimiento de las plantas también están cambiando (Sarmiento, 1984). En los estudios de vegetación sometida a pastoreo se presenta el problema de definir gradientes en sitios en los que éste existió por muchos años y actualmente no se presenta, o sólo existe ocasionalmente, porque los terrenos se encuentran en áreas de conservación. Normalmente los gradientes directos se establecen contando el número de cabezas de ganado (Landsberg y col., 1999) o relacionando la cantidad de boñiga con la cantidad de animales (Verweij, 1995).

La fragmentación de los ecosistemas representa una de las causas principales de pérdida de diversidad biológica a nivel global (Santos, 2003; Telleria, 2006) y se ha comprobado que la pérdida de ésta tiene implicaciones en el funcionamiento de los ecosistemas (Hooper y col., 2005; Loyd y Distel, 2013). El matorral espinoso tamaulipeco (MET) del noreste de México ha enfrentado una extensa deforestación resultado de las actividades antrópicas (Arriaga, 2009; Alanís y col., 2008; Foroughbakhch y col., 2009; Canizales y col., 2009), entre ellas la ganadería. La ganadería extensiva a gran escala ha sido practicada durante los últimos 350 años (Alanís y col., 2008).

En las últimas décadas, la agricultura y el establecimiento de pastizales para la ganadería se han incrementado notoriamente en el noreste de México (Canizales y col., 2009) y no siempre con un buen manejo. El mal

manejo pecuario ocasiona la pérdida de especies forrajeras nativas, disminuye la capa vegetal que cubre y protege el suelo (Návar, 2008; Eviner y Chapin, 2003; González y col., 2009; Jiménez y col., 2012) y provoca cambios en la estructura del ecosistema, así como en su diversidad florística (Pucheta, 1998; Molina y col., 1999).

El MET tiene un largo historial de uso silvo agropecuario y ha jugado un papel relevante en la economía del noreste de México desde fines del siglo XVI (Eviner y Chapin, 2003). De acuerdo al último Inventario Nacional Forestal, el área con cubierta vegetal nativa (sin actividad productiva) del MET cubre una superficie aproximada de 32,188 km², y disminuye a una tasa promedio anual de 600 km² (Canizales y col., 2009). Lo anterior, podría derivar en una serie de efectos negativos en la vegetación, como: pérdida de especies y material genético, la invasión de especies generalistas y la interrupción en la polinización y dispersión de semillas (Alanís, 2006; Kattan y col., 2002). A consecuencia de ésta deforestación, el MET del noreste de México se ha fragmentado y transformado en una matriz de potreros y cultivos anuales, que retienen cobertura arbórea nativa dispersa en forma de pequeños parches remanentes.

Los sistemas pecuarios más utilizados en el NE de México son el pastoreo continuo (Hanselka, 1988) y el pastoreo holístico planificado o pastoreo Savory (Savory, 1996). El primer sistema es el más utilizado entre los ganaderos del país, se caracteriza porque los animales hacen uso constante de un área determinada durante todo un ciclo de producción o al menos durante una estación. Fundamentalmente, se distingue de otros tipos de manejo porque el pastoreo ocurre durante el periodo de crecimiento activo de las plantas y presenta la ventaja de que el animal ejerce una amplia selectividad sobre estructuras específicas de la planta o las plantas que desea consumir (Murillo, 1999).

La desventaja principal es que el pastoreo no es uniforme, lo que ocasiona que existan áreas con sobreutilización de especies y una distribución heterogénea de las mismas (Návar, 2008).

El pastoreo Savory se planifica con cuatro dimensiones: tiempo (del año, de periodo de pastoreo, de recuperación, del estado fisiológico de los animales), área (disponibilidad de área o estacional del terreno), volumen (de forraje utilizado por el número y tamaño de los hatos y por la asociación entre ellos) y el comportamiento de los animales, así como las reservas para la sequía y otros usos del suelo (fauna, cultivos, bosques) que tienen que tomarse en cuenta simultáneamente (Katthan, 2011).

Compactación de suelos por el pisoteo de animales en el pastoreo

Según Bradford y Gupta, (1986) la compresión consiste en la disminución del volumen del suelo por la aplicación de una carga alta. Cuando este proceso ocurre en suelos saturados se denomina consolidación, y compactación cuando ocurre en suelos no saturados. En el primer caso se excluye el agua de los espacios vacíos de la matriz del suelo y en el segundo se excluye el aire.

(Russell, 1977) considera que la compactación reduce el volumen de poros de mayor diámetro del suelo, causando cambios en el contenido de humedad y en el intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera, e impidiendo además el desarrollo de las raíces. El establecimiento de pasturas en el bosque húmedo tropical, junto con el pisoteo de los animales, favorecen la compactación en el horizonte superior del suelo; sin embargo, se sabe muy poco sobre los cambios físicos y pedogenéticos que estas prácticas ocasionan en el suelo.

Diseño de sistemas de producción ganaderos sostenibles con base a los sistemas silvo pastoriles (SSP) para mejorar la producción animal y lograr la sostenibilidad ambiental

En América Latina y el Caribe, la presión del hombre sobre la tierra utilizada en actividades agropecuarias ha venido aumentando progresivamente en los últimos años. El crecimiento de las poblaciones, las dificultades económicas, el endeudamiento internacional y un decrecimiento en la productividad per cápita de los alimentos, ha contribuido a una mayor demanda por las tierras agrícolas, ocasionando un aumento en la deforestación de bosques, produciendo problemas de

erosión en los suelos, deterioro de las cuencas y de las fuentes de agua. Durante muchas décadas la actividad ganadera en el trópico de América Latina ha sido asociada a una de las principales actividades que han ocasionado la degradación ambiental y a la pérdida de la biodiversidad, por medio del establecimiento de gramíneas en monocultivo para la cría de bovinos de forma extensiva, con baja productividad (Camero, 1996; Abarca, 1997). Se cree que el crecimiento de las explotaciones ganaderas ha sido ocasionado por un aumento en la demanda de proteínas de origen animal, ocasionando así una destrucción de los bosques tropicales en Latinoamérica, con un daño irreversible para los ecosistemas en la región (FAO, 2005).

Asimismo, el impacto ocasionado por la deforestación de áreas de bosques a nivel local son diversos, entre los más importantes están los siguientes; erosión del suelo, deterioro de las cuencas y fuentes de agua, a nivel global encontramos el impacto que tiene sobre la producción o almacenamiento de los gases de efecto invernadero (Abarca, 1997). Montenegro y Abarca, (2002), mencionan que la emisión de estos gases incrementan anualmente en un porcentaje de 0,5 de bióxido de carbono (CO_2); 0,6 de metano (CH_4) y 0,35% de óxido nitroso (N_2O) y que esto se debe principalmente por el cambio en el uso de suelo.

La producción de carne de res constituye la actividad ganadera más importante en las regiones de América Latina con excepciones donde también se presenta la producción de leche (Camero 1996; Ibrahim 2001).

En Costa Rica, la producción de carne bovina, ha sido tradicionalmente de tipo extensivo. Se caracteriza por presentar baja productividad, uso inadecuado de la tierra y poca sostenibilidad y rentabilidad, aspectos unidos a los altos intereses bancarios han provocado, en los últimos años, una considerable reducción del hato nacional (Tobías y col., 2001).

Es por esto que se busca el desarrollo de explotaciones agrícolas que promuevan la mejora de los pastos, el cultivo de plantas forrajeras y la plantación de árboles, ofreciendo mayores beneficios socioeconómicos y oportunidades para la conservación de la biodiversidad, al tiempo que el

medio ambiente local y global se beneficia a través de la creación de reservas estables de carbono (FAO, 2005).

Se han propuesto los sistemas agroforestales, dentro de los cuales los silvo pastoriles han demostrado la importancia de la integración del componente arbóreo en las pasturas como elemento mejorador de las condiciones productivas de las áreas dedicadas a la actividad ganadera.

Especialmente, estos sistemas han patentizado los beneficios económicos aportados a la actividad pecuaria con el uso de árboles y arbustos forrajeros como complementos a la alimentación básica del ganado tanto de carne como de leche en el trópico (Camero 1996; Pezo e Ibrahim, 1999; Montagnini, 1992).

Son diversas las razones por las cuales los sistemas silvopastoriles han sido demostrados como una alternativa para los sistemas ganaderos tradicionales y para la sostenibilidad ambiental. (Abarca, 1997; Mahecha, 2002), mencionan que al tener un sistema silvopastoril los beneficios obtenidos son a nivel de reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno, profundidad y distribución de raíces, acción de micro y macro fauna y control de erosión.

Ecosistema ganadero

Realmente encontró la manera idónea de lograr romper con la dependencia de insumos (fertilizantes y agro tóxicos), y de los arados de suelos, sino que al tiempo dio inicio a una nueva era para la ganadería, practicando una ganadería que no solo respeta el ambiente sino que además promueve su recuperación. Fue entonces así como inició la era de la "ganadería racional y orgánica" (Voisin, 1950), si bien Voisin no se propuso en principio proteger el ambiente, lo que posiblemente pretendía era no tener que depender de la costosa mecanización de los suelos, la fertilización química y la aplicación de herbicidas, para producir leche eficientemente y de manera rentable en su ganadería Normando.

del prv sobre el suelo y sobre los pastos

Un ganadero convencionalista rompe el suelo agresivamente con arados para oxigenar el suelo y permitir un aireamiento abundante y profundo, de modo que las raíces tengan más espacio para desarrollarse y el agua pueda circular libremente.

Lo que posiblemente desconoce el ganadero es, que al romper el suelo con la entrada tan abundante de oxígeno se inactivan unas bacterias únicas cuya función es producir un gas único (etileno) que a su vez interviene en la renovación de la materia orgánica, convertir el nitrógeno amoniacal en nitrógeno soluble para las plantas, y que intervienen en la liberación de minerales para la nutrición de los pastos. En pocas palabras, al romper el suelo se hace que las plantas que se cultivan en él no se puedan nutrir correctamente (Voisin, 1950).

En PRV en cambio nunca se utilizan arados, porque estos nunca fueron requeridos en la naturaleza para que el suelo produjera vegetación abundante y nutritiva para el ganado. Puede decirse que el suelo requiere cierto nivel de compactación para poder funcionar correctamente, y el oxígeno debe ingresar por diminutos capilares que las lombrices, los escarabajos, las hormigas y otros pequeños animales que penetran en el suelo se encargan de hacer a su paso. Y no solo entra por allí el oxígeno, también el agua (Martínez, 2001).

Tras el arado, el ganadero convencionalista acostumbra aplicar fertilizantes sintéticos para obtener exuberantes pasturas en corto tiempo (acelera su rebrote), y aportar una alta cantidad de nutrientes solubles al pasto (Voisin, 1950).

Lo que posiblemente el ganadero desconoce es que los fertilizantes son químicos que primeramente acidifican el suelo (bajan el pH) y además están compuestos de altas concentraciones de determinados iones que por su alta concentración se convierten en tóxicos para los pequeños microorganismos vivos (lombrices, escarabajos, hormigas, gusanos de la tierra, bacterias, hongos y otros) al entrar en contacto con ellos, y son ellos precisamente los que en la naturaleza se encargan de convertir los excrementos del ganado en nutrientes suficientes para los pastos,

además, cuando la planta absorbe esos nutrientes solubles sintéticos causa el desdoblamiento de la proteína (proteólisis), y así incrementa, entre otros, el contenido de aminoácidos y azúcares solubles, y tras ello atrae insectos, ácaros, gusanos, bacterias, virus que dependen de esos nutrientes porque por sí mismos no tienen la capacidad de producirlos, de modo que mientras más cantidad y variedad de fertilizantes y agro tóxicos se aplican, más pobre de vida se hace el suelo y tras ello menor capacidad de poder producir nutrientes para las plantas, agravando así lo que el arado ya causó, y en suma, proliferan las plagas en los pastos, he aquí la trampa más vil del convencionalismo: mientras más arados y fertilizaciones haga el ganadero, mayor dependencia tendrá de ellos, es decir, si deja de arar y fertilizar, entonces su pastura se va a caer en producción y de nuevo el pasto va a estar escaso que fue lo que causó que decidiera arar y fertilizar en principio, (Holmes, 2003).

En PRV en cambio nunca se aplican fertilizantes sintéticos y tampoco ninguna clase de agro tóxicos, y casi nunca se utilizan enmiendas o abonos (ni siquiera orgánicos), sino que se promueve la biocenosis (vida microbiana en el suelo) para que proliferen los microorganismos en él, puesto que mientras más cantidad de ellos haya, también ocurra una mayor conversión de la materia orgánica (excrementos del ganado) en nutrientes minerales (mineralización de la materia orgánica) para que la planta absorba, con el beneficio que estos nutrientes promueven proteo síntesis (síntesis de proteína) que es lo opuesto a la proteólisis, y así protege a la planta de "plagas y enfermedades". Esto es un proceso totalmente natural, que todos los suelos tienen la capacidad de llevar a cabo siempre que no haya tóxicos entrando en contacto con él, y por ende, no hay que invertir dinero en ello (Cagliari, 2001).

Tras el arado y la fertilización del suelo, el ganadero convencionalista acostumbra sembrar semillas nuevas. Creo que si se ha comprendido bien el efecto de los arados y la fertilización convencional sobre el suelo, entonces no es necesario detallar, más el lector ya habrá deducido que puede entender ahora porque la germinación de semillas nuevas sembradas de esta manera, casi siempre germina muy poco o no germina, y de germinar, la pastura dura pocos años. Pero lo que si debemos agregar es, que en un potrero sembrado así, no solo nace pasto, también nacen los

"indicadores o arvenses", que el ganadero llama equivocadamente "malezas". (Guardia, 1995).

Lo que posiblemente no sabe el ganadero convencionalista es que al aplicar herbicidas (aunque sea "racionalmente"), es que bajo cualquier suelo ganadero hay millares (miles) de semillas de esas plantas nativas a las que llama malezas, que están esperando a emerger a la superficie cada vez que un suelo ha sido dañado, es decir, cuando aramos, cuando fertilizamos y cuando aplicamos los herbicidas. Por eso las llamamos en PRV plantas "indicadores", pues su función es que al emerger indican que hay un daño en el suelo (Voisin, 1950).

Producción y valor nutritivo de forraje de *Atriplex* en un suelo

El agotamiento gradual del agua dulce del subsuelo en las áreas agrícolas más próximas a la costa, debido principalmente al desbalance entre la extracción y la recarga de los acuíferos, ha ocasionado la intrusión de agua de mar elevando en forma gradual el contenido de sales en los pozos, y por consecuencia en las tierras irrigadas, volviéndolas no aptas para la explotación de cultivos tradicionales. Esto ha provocado que grandes extensiones agrícolas costeras de Sonora actualmente estén improductivas y algunas en el abandono total (CNA, 1999).

Considerando la importancia de la explotación ganadera en el estado y el problema de la escasez de forraje en las épocas críticas, que año con año se observa en la mayoría de los agostaderos de la entidad, una buena alternativa para continuar utilizando estas tierras podría ser la explotación de especies forrajeras nativas o introducidas con requerimientos mínimos de humedad y alta tolerancia a la salinidad, que además de producir forraje de buena calidad, den protección al suelo contra la erosión (Gallart y col., 1993).

El género *Atriplex* de la familia *Chenopodiaceae*, cuyas especies son conocidas comúnmente con el nombre de chamizo, se distribuye ampliamente en zonas áridas y semiáridas del mundo. Muchas de esas especies son halófitas facultativas que prosperan mostrando una alta productividad, tanto en ambientes salinos como no salinos, y tienen una

importancia significativa en la revegetación de tierras con problemas de salinidad en ambientes de baja precipitación, por lo que han sido reconocidas como arbustos tolerantes a sequías y sales (Watson, 1993).

Además de proveer de sombra y hábitat para animales silvestres, el valor de estos arbustos como resguardo contra la erosión del suelo es también reconocido, ya que sus raíces ayudan a prevenir este fenómeno a veces muy común en las zonas áridas y semiáridas del mundo (Petersen y col., 1986). Por otra parte, existen algunas especies forrajeras de *Atriplex* que son muy apreciadas por su alto valor nutritivo.

En áreas de apacentamiento, ya sean pastizales o matorrales (Soltero y Fierro, 1984). Por lo anterior, algunas de estas especies han sido introducidas y sembradas en suelos con o sin problemas de salinidad, específicamente para producir plantas de ramoneo suplementarias para el ganado y la fauna silvestre, o para estabilizar tierras severamente perturbadas.

La producción y el valor forrajero de estas especies como plantas de ramoneo, valiosas dentro de las comunidades de los agostaderos y terrenos agrícolas con problemas de salinidad, ha sido reconocido y parecen encajar mejor en un sistema de provisión de forraje cuando éste es limitado en otras plantas del agostadero; es decir, constituyen una reserva forrajera para períodos de sequía o períodos normales de escasez (Watson, 1993).

El chamizo es un valioso arbusto forrajero, particularmente en invierno cuando éste presenta una más alta digestibilidad y contenido de proteína que la mayoría de las plantas forrajeras del agostadero (Hart y col., 1996). Sin embargo, como en muchas otras especies, la época de verano coincide con la mayor producción de tejido foliar (Valencia y col., 1981).

El género *Atriplex* comprende alrededor de 417 especies que se distribuyen principalmente en las zonas áridas y semiáridas del mundo, en rangos de precipitación pluvial media que fluctúan de los 100 a los 500 mm anuales. Dentro de las nueve regiones principales donde se distribuye el género destacan, por su diversificación y abundancia, las zonas áridas de

Norteamérica, Sudamérica y Australia, encontrándose entre 60-90 especies en cada una de estas regiones (CONAZA, 1994).

En Sonora *A. canescens* forma parte de la vegetación nativa y es reconocida como una especie deseable por su producción y buena calidad de forraje en zonas con clima semicálido árido en el matorral mediano subinerme y pastizal halófito abierto al noreste del estado, así como en los matorrales mediano parvifolio y parvifolio subinerme crasicauléscente al noroeste de la entidad. Es representativo, también, de las zonas con clima cálido muy árido, en los matorrales arbocasicauléscente y sarcocasicauléscente y en agrupaciones de halófitas y vegetación de dunas en la franja costera, así como en el matorral arbosufrutescente en la parte central del Estado (COTECOCA, 1987).

Determinación de la calidad forrajera en un pastizal natural de la región del delta bonaerense argentino

La región del Bajo Delta del río Paraná abarca una superficie aproximada de 3 500 km². Ecológicamente es un ecosistema de humedales sujeto a mareas de agua dulce (Kandus, 1997). Su fisonomía se corresponde a un conglomerado de islas que forman una llanura aluvial, cuya génesis está modelada por inundaciones recurrentes. Los suelos son Entisoles formados por capas de decantación y sedimentación de diferentes materiales. Por las condiciones agro-climáticas imperantes en el Bajo Delta se ha desarrollado una intensa actividad silvícola y ganadera (Rossi y col., 2006).

Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito

La actividad ganadera representa el uso más importante de la tierra en América Latina, particularmente en áreas de frontera o en aquellas caracterizadas por la presencia de suelos poco aptos para la agricultura intensiva; además, la ganadería es la actividad que más contribuye al Producto Interno Agropecuario de los diferentes países. Dentro de esta actividad se estima que la ganadería tipo doble propósito tiene 78% del

inventario ganadero y contribuye con el 42% de la leche producida en toda la región. Este sistema de producción es manejado en su mayoría por pequeños y medianos ganaderos que dependen en alto porcentaje de recursos forrajeros, naturalizados o introducidos, los cuales presentan casi siempre limitaciones nutricionales que afectan la productividad animal (Rivas,1992).

Por otro lado, el doble propósito ayuda a diversificar los ingresos de los pequeños productores, es fuente de ahorro y además, da valor agregado a productos de baja calidad en las fincas como son los residuos de cosechas. Los animales se utilizan también como fuente de tracción y abono. Sin embargo una característica generalizada de los sistemas de doble propósito y de la ganadería tropical en general, es la baja productividad, lo cual se asocia a la ubicación de la misma en suelos marginales pobres, a la influencia de condiciones ambientales adversas como son sequías prolongadas, pero además a la baja calidad y al pobre manejo de los forrajes utilizados, y a índices reproductivos bajos relacionados con baja calidad genética del ganado (Rivas, 1992).

No obstante, como cualquier otra actividad del campo, se busca que la ganadería sea rentable (relación favorable costos insumo/producto), que sea competitiva (calidad de los productos) y que sea sostenible, es decir, que no contribuya a contaminar el medio ambiente ni a deteriorar la base productiva de los recursos naturales. Para lograr lo anterior, la ganadería necesita modernizarse con tecnologías que mejoren la productividad y competitividad de la misma, y esto ante un escenario generalizado en América Latina de reducidos servicios y recursos estatales, como son los pobres programas de extensión y transferencia de tecnologías, la eliminación de subsidios y el encarecimiento de créditos para el campo (Lacki, 1996).

La estrategia de CIAT de seleccionar y promover forrajeras con adaptación a condiciones bióticas y abióticas adversas, y las cuales crecen y persisten igualmente bien en sitios más favorecidos por el clima y los suelos, ha permitido la identificación de especies que no solamente contribuyen a la producción animal, sino también al mejoramiento de los suelos y a reducir problemas causados por la erosión de los mismos en condiciones de manejo deficiente, la creciente disponibilidad de especies

forrajeras de mayor adaptación y producción de forraje, ha permitido que el sector ganadero incremente progresivamente las áreas con pastos mejorados en sus fincas, no obstante lo anterior, los incrementos en siembras con pastos mejorados sólo significaron 6.5% del área permanente con pastos en México, 12.5% en Honduras, 1.0% en Nicaragua, 18.7% en Costa Rica y 0.1% en Panamá, lo que indica que existe aún un amplio margen para el establecimiento de potreros con especies mejoradas de pastos (Holmann y col., 2005).

El efecto más directo de la adopción de pasturas mejoradas se observa en los incrementos en productividad de carne y leche. Se estima que 24% de la producción adicional de leche y 5% de la carne en México y 25% y 12% respectivamente para Honduras, se debe a la adopción de pastos basados en *Brachiaria*. El país donde se estima que han impactado mayormente las especies mejoradas, con 55% de aumento en leche y 18% en carne. En general el balance es positivo para la región con incrementos promedios en leche de 26% y 6% en carne para la última década (Holmann y col., 2005). Nueva generación de pastos dentro del género *Brachiaria* se encuentran las especies más utilizadas como forrajeras en América tropical.

Los cultivares mencionados de *Brachiaria* tienen mecanismos apomícticos de reproducción. La planta produce un clon de ella misma y por lo tanto no hay polinización en el proceso de formación de la semilla. Esto da estabilidad genética a la especie, pero limita cualquier programa de mejoramiento de la misma por la imposibilidad de cruzar por métodos convencionales los progenitores escogidos. Sin embargo, en los años 80 se identificó en la Universidad de Louvain (Bélgica) un biotipo sexual de *B. ruziziensis* que permitió iniciar programas de hibridación y mejoramiento genético entre especies compatibles de *Brachiaria* (Swenne y col., 1981; Ndikumana, 1985).

Los resultados en fincas de doble propósito de Centroamérica, Colombia, Panamá y México también muestran más producción de leche. Mulato comparado con otras especies de *Brachiaria* y otras gramíneas tropicales de uso común en las fincas. Sin embargo, el principal efecto. Mulato a nivel de fincas se ha registrado en la mayor carga animal que puede

soportar, lo cual se traduce en incrementos significativos de leche por unidad de superficie (CIAT, 2004).

El establecimiento de potreros con cultivares de *Brachiaria* (un incremento de 150% del área en 6 años) y bancos forrajeros basados en *Cratylia*, le permitió al ganadero entre otras cosas, liberar áreas de ladera para reforestar, incrementó en 55% la producción de leche y mejoró sus ingresos, particularmente durante la época seca cuando la mayoría de sus vecinos tienen serios problemas de producción y aún muerte de animales.

Los cambios experimentados en esta finca constituyen un buen ejemplo de liberación de áreas no aptas para la ganadería y la mejora en la productividad de la misma con la introducción de pasturas mejoradas, lo que ha permitido el manejo de más animales en menor área de pastoreo, y el ordeño durante la época seca de igual manera, un importante cambio en el uso de la tierra ha ocurrido en el Pie de Monte Llanero en Colombia por efecto de la introducción de pastos mejorados, particularmente cultivares de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, muestra que entre los años 1986 y 1987 se incrementó significativamente el área establecida con nuevos pastos, disminuyó la proporción de áreas degradadas de los mismos y se incrementó el área establecida con bosques (Rivas y Holmann, 2000; Ramírez y Seré, 1990). Cambios similares han ocurrido seguramente en otros sitios de la región, dado la creciente tasa de adopción de pastos mejorados reportada durante la última década.

Efectos en las características de los suelos

Es bien conocido que las gramíneas forrajeras contribuyen a mejorar la materia orgánica y las condiciones físicas de los suelos por el desarrollo de una masa considerable de raíces en las capas superficiales de los mismos (Briske y col., 2008), tuvieron mayor tasa de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica, lo que significó mayor estímulo a la actividad de microorganismos presentes en el suelo (Torres, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presentación de los resultados será así: carga animal moderada se aplicará dicho concepto para Rancho "Los Ángeles"; y carga animal alta se aplicará para el Ejido Tanque de Emergencia.

En Rancho "Los Ángeles" se obtuvo mayor porcentaje de cobertura vegetal en un 22.2 % y 19.6 % de suelo desnudo, asimismo, el porcentaje de especies de gramíneas es de 4.3 a 5.7 % de las diferentes especies observándose además una cobertura muy alta de mantillo de aproximadamente 22.2 %. A este respecto (Whitford, 2002), obtuvo datos diferentes lo cual se debió a la carga animal alta, lo cual ocasiona que se permita una denudación del suelo por efecto del consumo inapropiado (Figura 1).

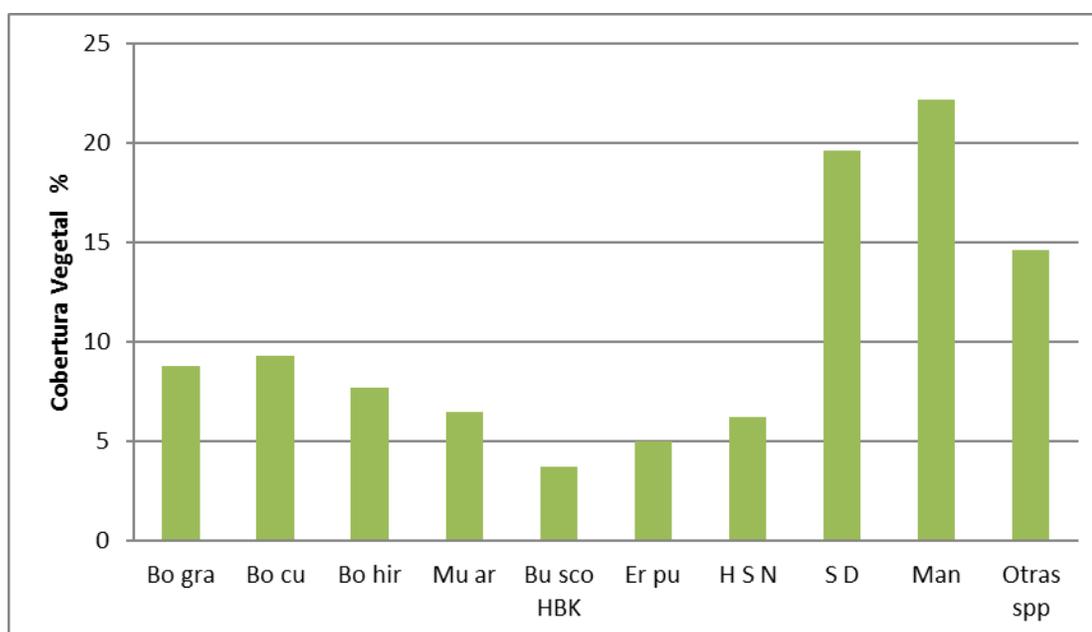


Figura 1. Determinación de cobertura vegetal en el Rancho "Los Ángeles", propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, municipio Saltillo Coahuila, marzo 2015.

Por otro lado en el Ejido Tanque de Emergencia una cobertura de 15.08 % con pastoreo sin control y 67.84 % de suelo desnudo, por el contrario se observa que el contenido de mantillo es muy bajo 17.96 %, consecuencia del alto grado de utilización del pastizal a través de defoliaciones

repetidas en una misma planta, por lo que se determinó que la existencia de suelo desnudo es muy superior a lo observado en el Rancho "Los Ángeles", lo cual es consecuencia del uso inadecuado de las cargas animal que se aplican, datos similares se obtuvieron por (Bartolomé, 2002), pues al estudiar el efecto de pisoteo en vegetación y suelo se determinaron 69.92 % de suelo desnudo (Figura 2).

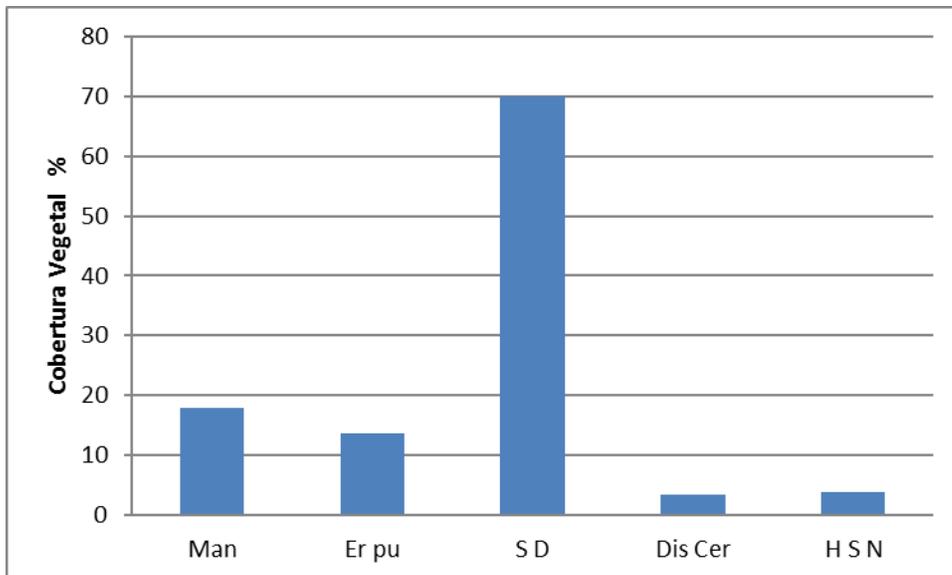


Figura 2. Determinación de cobertura vegetal en el Ejido "Tanque de Emergencia", municipio Saltillo Coahuila, marzo del año 2015.

En cuanto a la producción de forraje (MS) la mayor producción fue en el Rancho "Los Ángeles" con pastoreo controlado 2188.77 Kg. de MS/Ha., en cuanto a la producción de forraje la mayor fue para la especie *Buddleja scordioides* HBK con 2188.77 Kg. MS/Ha., y la menor producción de forraje fue para la especie *Parthenium incanum* con 355.6 Kg. MS/Ha.

(Figura 3), al aplicar cargas animal moderada y alta (Jama, 2003) observó que la producción de forraje disminuyó en un 37 % con la carga alta.

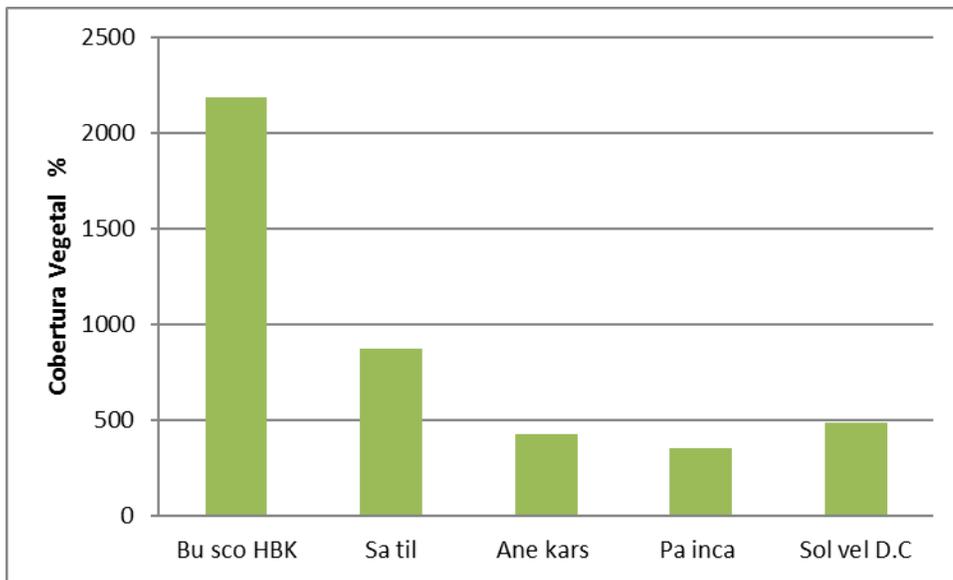


Figura 3. Determinación de producción de forraje en el Rancho "Los Ángeles", propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, municipio Saltillo Coahuila, marzo del año 2015.

Figura 4. En el Ejido Tanque de Emergencia tuvo una producción de 854.4 kg de MS/ha.; obteniéndose la mayor producción de forraje en la especie *Buddleja scordioides* HBK con 854.4. Kg. MS /Ha., y la menor producción de forraje para la especie *Parthenium incanum* con 149.4 Kg. MS /Ha., Resultados similares se obtuvieron por Beltrán López (2009).

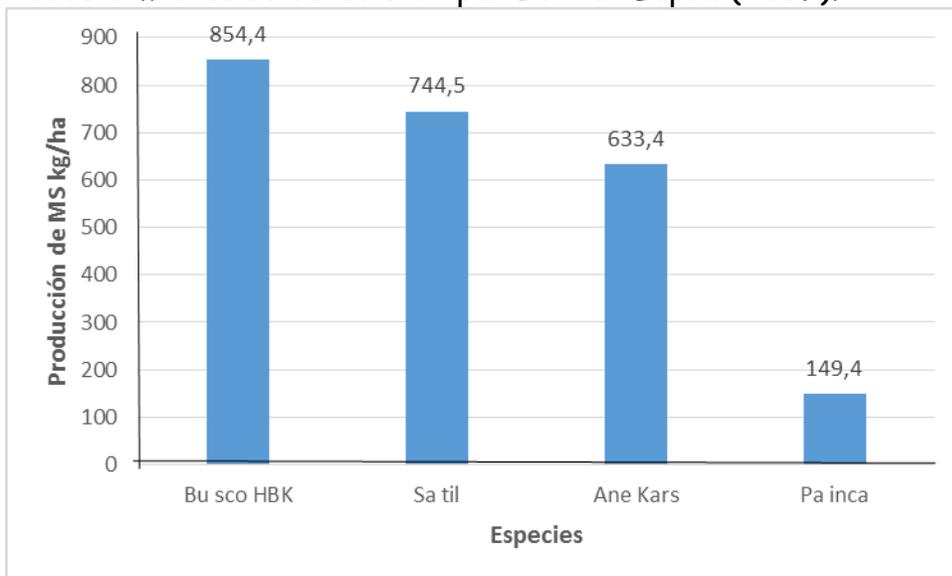


Figura 4. Determinación de producción de forraje en el Ejido "Tanque de Emergencia", municipio Saltillo Coahuila, marzo 2015.

En la figura 5, se muestra que se trabajó con cuatro especies, las mismas que en investigaciones anteriores en el ejido Tanque de Emergencia en la cual podemos señalar que en la especie N.1 *Buddleja scordioides HBK* tiene una mayor producción de MS kg/Ha., con 959.06, la misma que trabajamos actualmente pero vemos que ahora tenemos 854.4 producción de MS kg/Ha., mientras la especie N. 4 *Parthenium incanum* tiene 228.95 producción de MS kg/Ha., y actualmente tiene 149.4 de producción de MS kg/Ha.

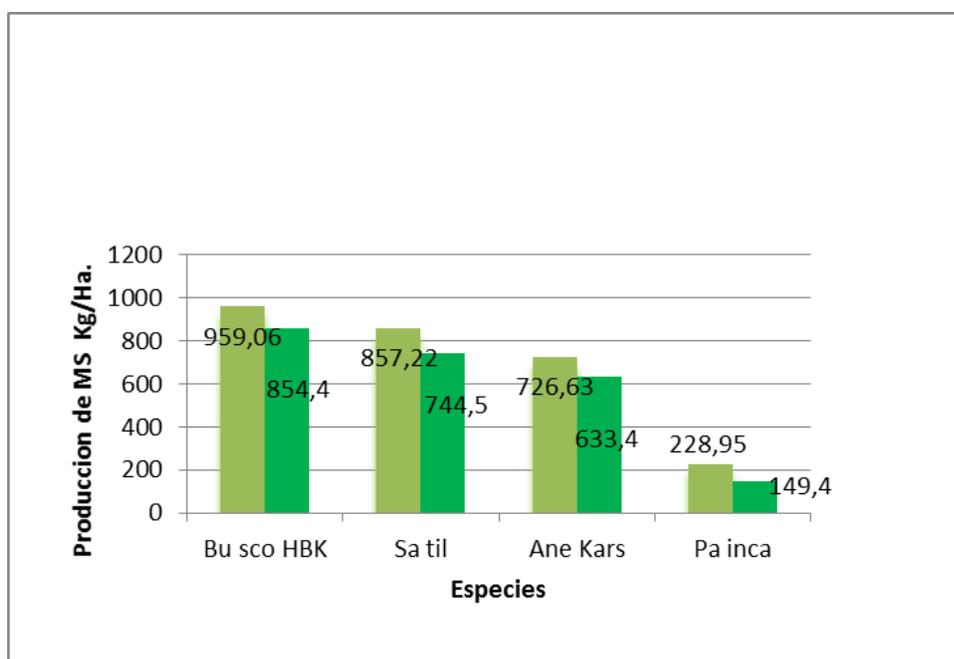


Figura 5. Comparación de la determinación de producción de forraje en el Ejido "Tanque de Emergencia", municipio Saltillo Coahuila, marzo del año 2015.

Figura 6. En Ejido "Tanque de Emergencia" se obtuvo mayor porcentaje de cobertura vegetal en un 854,4 de la especie *Buddleja scordioides* HBK, observándose además de que la especie *Parthenium incanum*, tiene un menor porcentaje con 149,4. Datos similares se obtuvieron por González (2003)

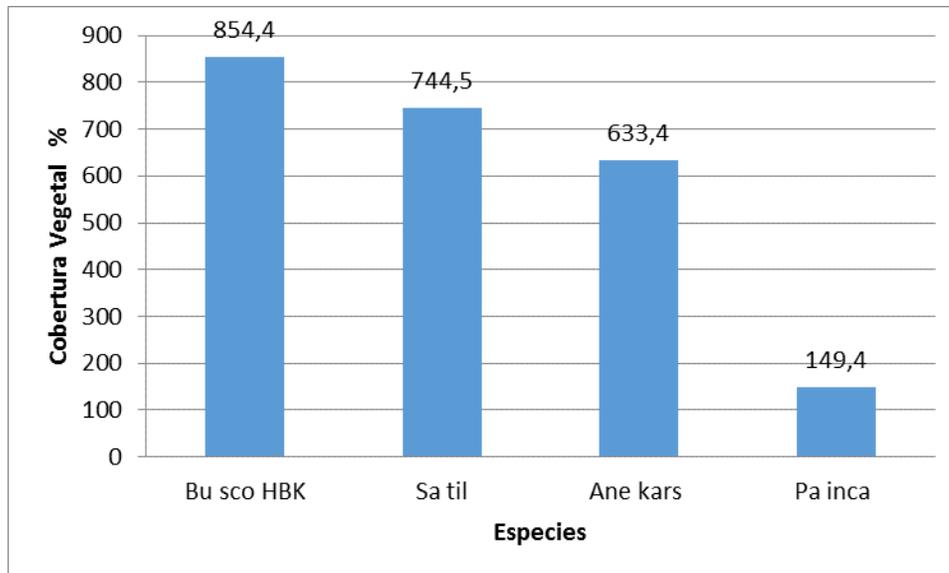


Figura 6. Muestreo de cobertura vegetal en el Ejido "Tanque de Emergencia", municipio Saltillo Coahuila, marzo del año 2015.

En la Figura 7, podemos observar que en la especie *Buddleja scordioides* HBK, tenemos un porcentaje más alto en el Rancho los Ángeles con 2188,77% de cobertura vegetal, mientras en el Ejido Tanque de Emergencia contamos con 854,4% de cobertura vegetal, otro dato importante que cabe resaltar es que solo en el Rancho los Angeles encontramos la especie *Solidago velutina* D.C. con un porcentaje de 483,3 % de cobertura vegetal.

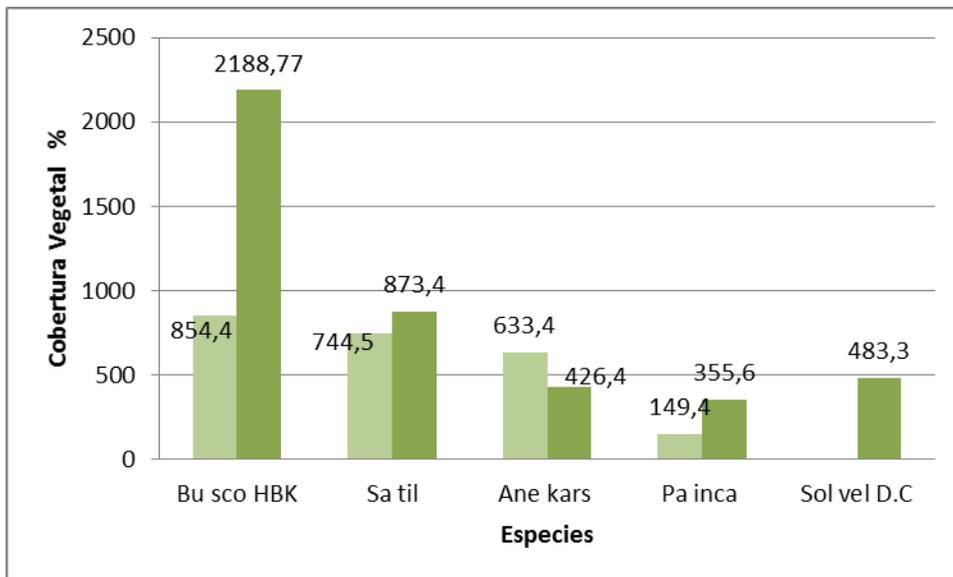


Figura 7. Muestreo de cobertura vegetal en el Ejido "Tanque de Emergencia" y Rancho " los Ángeles", municipio Saltillo Coahuila, marzo del año 2015.

CONCLUSIONES

1. en Rancho "Los Ángeles" se obtuvo mayor porcentaje de cobertura vegetal en un 22.2 % y 19.6 % de suelo desnudo, asimismo, el porcentaje de las diferentes especies de gramíneas es de 4.3 a 5.7 % observándose además una cobertura muy alta de mantillo de aproximadamente 22.2 %.
2. Por otro lado en el Ejido Tanque de Emergencia una cobertura de 15.08 % y 67.84 % de suelo desnudo, por el contrario se observa que el contenido de mantillo es muy bajo 17.96 %, consecuencia del alto grado de utilización del pastizal a través de defoliaciones repetidas en una misma planta, por lo que se determinó que la existencia de suelo desnudo es muy superior a lo observado en el Rancho "Los Ángeles", lo cual es consecuencia del uso inadecuado de las cargas animal que se aplican.
3. En cuanto a la producción de forraje (MS) la mayor fue en el Rancho "Los Ángeles" 2188.77 Kg. de MS/Ha. ; en cuanto a la producción de forraje la mayor fue para la especie *Buddleja scordioides* HBK con 2188.77 Kg. MS/Ha. y la menor producción de forraje fue para la especie *Parthenium incanum* con 355.6 Kg. MS/Ha.
4. En el Ejido Tanque de Emergencia tuvo una producción de forraje 854.4 kg de MS/ha., obteniéndose la mayor producción de en la especie *Buddleja scordioides* HBK con 854.4. Kg. MS /Ha y la menor producción de forraje para la especie *Parthenium incanum* con 149.4 Kg. MS /Ha.
5. Se trabajó con cuatro especies en el ejido Tanque de Emergencia en la cual podemos señalar que en la especie *Buddleja scordioides* HBK tiene una mayor producción de MS kg/ha con 959.06, mientras la especie *Parthenium incanum* tiene 228.95 de producción de MS kg/ha.

Literatura Citada

- Aguiar, MR & OE Sala. 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 273-277.
- Alanís E, Jiménez J, Aguirre OA, Treviño JE, Jurado E, González MA. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Ciencia UANL*;11(1):56-62.
- Alanís E. 2006. Diversidad de especies arbóreas y arbustivas en áreas con distinto historial antropogénico en el matorral espinoso tamaulipeco [tesis maestría]. Linares, Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Álvarez, M. Luna, y M. Taboada. 2006. Propiedades físicas en sistemas de producción mixta y de agricultura continúa en siembra directa. En XX Congreso de la Ciencia del Suelo. I Reunión de Suelos de la Región Andina. 19 al 22 de septiembre 2006. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, Salta y Jujuy, Argentina.
- Arranza. JA, Galantini.J.C, Iglesias, Venasi. 2004. Sistemas de labranza: Efecto del pastoreo animal sobre la distribución del tamaño de poros. XIX.
- Arriaga L. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación Ambiental*; 1(1):6-16.
- Becker, AM.2006. Evaluación del proceso de degradación de suelos por erosión hídrica en una subcuenta representativa de la región pedemontana del Suroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Río Cuarto.800 pp.
- Bisigato, A.J. 2000. Dinámica de la vegetación en áreas pastoreadas del extremo austral de la Provincia Fito geográfica del Monte. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias. UBA. Buenos Aires. 163 p.
- Boivin P, Schaffer B, Temgoua E, Gratier M, Steinman G. 2006. Assessment of soil compaction using soil shrinkage modelling: Experimental data and perspectives. *Soil Till Res* 88:65-79.
- Bustos, JC & VC Rocchi. 1993. Caracterización termopluviométrica de veinte estaciones meteorológicas de Río Negro y Neuquén. Comunicación técnica. Recursos Naturales. Agrometeorología N° 1. INTA EEA Bariloche.

- Canizales PA, Alanís E, Aranda R, Mata JM, Jiménez J, Alanís G, 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*; 15(2):115-120.
- Canizales, P., Alanís E., Aranda R., Mata J., Jiménez J., Alanís E., Uvalle, J., Ruiz, M. 2009. Caracterización Estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(2): pp. 115-120.
- Charley JL & NE West. 1975. Plant-induced soil chemical patterns in some shrub dominated semi-desert ecosystems of Utah. *Journal of Ecology* 63: 945-963.
- Cipriotti, P. A. y Aguiar, M.R. (2011). Direct and indirect effects of grazing constrain long-term responses of Patagonian shrub populations. *Applied Vegetation Science*, 15:35-47.
- Coppinger, KD; WA Reiners; IC Burke & RK Olson. 1991. Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium-137 distribution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55: 254-258.
- Defosse, P and G, Richard. 2002. Models of soil compaction due to traffic and their evaluation. *Soil and Tillage*
- del Valle, HF; NO Elissalde; DA Gagliardini & J Milovich. 1997. Distribución y cartografía de la desertificación en la región de Patagonia. *RIA* 28: 1-24.
- Dormaar JF; A Johnston & S Smoliak. 1977. Seasonal variations in chemical characteristics of soil organic matter of grazed and ungrazed mixed prairie and fescue grassland. *J. Range Managem.* 30: 195-198.
- Dormaar JF; A Johnston & S Smoliak. 1984. Seasonal changes in carbon content, dehydrogenase, phosphatase, and urease activities in mixed prairie and fescue grassland Ah horizons. *J. Range Managem.* 37: 31-37.
- Dunkerley, DL & KJ Brown. 1995. Runoff and runoff areas in a patterned chenopod shrub land, arid western New South Wales, Australia: characteristics and origin. *Journal of arid Environments* 30: 41-55.
- Eviner VT, Chapin III FS. 2003. Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 2003;34:455-485.

- Fahrig L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Ann Rev Ecol Evol Syst*; 34:487-515.
- Foroughbakhch R, Hernández P JL, Alvarado VMA, Céspedes CE, Rocha EA, Cárdenas AML. 2009. Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Syst*;77:181-192.
- Friedel, MH. 1991. Range condition assessment and the concept of thresholds: A viewpoint. *Journal of Range Management* 44: 422-426.
- Gaitán, JJ. 2009. Topografía, pastoreo y vegetación como factores de control de la concentración y patrón espacial del carbono edáfico en la estepa patagónica. Tesis de Magister Scientiae área de Recursos Naturales, Escuela para Graduados, Facultad de Agronomía - UBA, 120 pp.
- García Martínez, GC. 2005. Cambios edáficos asociados al pastoreo ovino en la estepa patagónica, Distrito Occidental. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA). 37 pp.
- Golluscio, RA; VA Deregibus & JM Paruelo. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8: 265-284.
- González A, Mouquet N, Loreau M. 2009. Biodiversity as spatial insurance: the effects of habitat fragmentation and dispersal on ecosystem functioning. In: Biodiversity, ecosystem functioning, and human wellbeing, an ecological and economic perspective. Naeem S, Bunker DA, Hector A, Loreau M, editors. Oxford University Press.
- Greenwood K L., Mc Kenzie 8. M. 2001. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 1231 - 1250.
- Halvorson, JJ; JL Smith; H Bolton & RE Rossi. 1995. Evaluating shrub-associated spatial patterns of soil properties in a shrubsteppe ecosystem using multiple-variable geostatistics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 1476-1487.
- Hanselka CW, Ragsdale BJ, Rector BS. Grazing systems for profitable ranching. *Texas Agri Ext Ser Bulletin* 1988; L-221.
- Hirobe M; N Ohte; N Karasawa; G Zhnag; L Wang & K Yoshikawa. 2001. Plant species effect on the spatial patterns of soil properties in the Mu-U desert ecosystem, Inner Mongolia, China. *Plant and Soil* 234: 195-205.

- Hook, PB; IC Burke & WK Lauenroth. 1991. Heterogeneity of soil and plant N and C associated with individual plants and openings in North American shortgrass steppe. *Plant and Soil* 138: 247-256.
- Hooper DU, Chapin FS, Ewel JJ, Hector P, Inchausti S, Lavorel JH, Lawton DM, 2005. , *et al.* Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*;75:3-35.
- INTA-GTZ. 1995. Lucha contra la desertificación en la Patagonia a través de un sistema de monitoreo ecológico. LUDEPASME, 182 pp.
- JAMES, G.D., J. LANDSBERG y S. R. MORTON. 1999. Provision of watering points in the Australian arid zone: a review of effects on biota. *Journal of Arid Environments* 41: 87-121.
- JANZEN, D.H. 1973. Rate of regeneration after a tropical high elevation fire. *Biotropica* 5 (2):117-122.
- Jiménez J, Alanís E, González MA, Aguirre OA, Treviño EJ, Canizales PA. 2012. Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*; [in press]
- Jiménez J, Alanís E, Ruiz JL, González, MA, Yerena JI, Alanís GJ. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL*; 15(2):66-71.
- Johnston, A; JF Dormaar & S Smoliak . 1971. Long-term grazing effects on fescue grassland soils. *J. Range Managem.* 24: 185- 188.
- Kattan G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata M, Kattan G, editores. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago, Costa Rica, LUR:561-590.
- KEATING, P. L. 1998. Effects of anthropogenic disturbances on paramo vegetation in Podocarpus National Park, Ecuador. *Physical Geography* 19: 221-238.
- KREBS, Ch. J. 1998. *Ecological Methodology*. 2nd. Ed. Benjamin/Cummings. Menlo Park.
- LAEGAARD, S. 1992. Influence of fire in the grass paramo vegetation of Ecuador. Pp. 151-170, in H. Balslev y Luteyn, J.L (eds): *Paramo an Andean Ecosystem under Human Influence*. Academic press. Londres.

- LANDSBERG J.,T. O'CONNOR, y D. FREUDENBERGER. 1999. The Impacts of Livestock Grazing on Biodiversity in Natural Ecosystems. Pp. 752-777, in H. J. Jung y G. C. Jr. Fahey (eds): Nutritional Ecology of Herbivores. Proceedings of the Vth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. American Society of Animal Science, Savoy.
- LAVOREL, S., S. MCINTYRE, J. LANDSBERG y D. A. FORBES T. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *TREE* 12(12): 474 - 478.
- Laycock, WA. 1991. Stable states and thresholds of range condition on North American rangelands: A viewpoint. *Journal of Range Management* 44: 427-433.
- LEEGE, T., J. DARYL y B. ZAMORA. 1981. Effects of cattle grazing on mountain meadows in Idaho. *Journal of Range Management* 34(4): 324-328. LIIRA, J. y K. ZOBEL. 2000. Vertical structure of a species rich grassland canopy, treated with additional illumination, fertilization and mowing. *Plant Ecology* 146 : 185-195.
- León, RJC & MR Aguiar. 1985. El deterioro por uso pasturil en estepas herbáceas patagónicas. *Phytocoenología* 13: 181- 196.
- León, RJC; D Bran; M Collantes; JM Paruelo & A Soriano. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral* 8: 125-144.
- LLAMBI, L. D. y L. SARMIENTO. 1998. Biomasa microbiana y otros parámetros edáficos en una sucesión secundaria en los páramos venezolanos. *Ecotropicos* 11 (1):1-14. MAGURRAN, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra. Barcelona.
- Loyde A, Distel RA. 2010. Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología Austral*; 20:281-291.
- Ludwig, JA & DJ Tongway. 1995. Spatial organization of landscapes and its function in semi-arid woodlands, Australia. *Landscape Ecology* 10: 51-63.
- Maestre, FT & J Cortina. 2004. Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. *Restoration Ecology* 12: 494-502.

- Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C. H., & Molina, E. J. 2010. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala-Cynodon plectostachyus* en el Valle del Cauca, Colombia. Conferencia electrónica de la FAO "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica".
- Mazzarino, MJ; L Oliva; A Nuñez; G Nuñez & E Buffa. 1991. Nitrogen mineralization and soil fertility in the Dry Chaco ecosystem (Argentina). *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55: 515-522.
- MILCHUNAS D. G. y W. K. LAUENROTH. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63: 327 - 366.
- Molina SI, Valladares GR, Gardner S, Cabido M. 1999. The effects of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid chaco forest in central Argentina. *J Arid Environ*; 42:29-42.
- MOLINILLO, M. F. 1992. Pastoreo en ecosistemas de páramo: estrategias culturales e impacto sobre la vegetación en la cordillera de Mérida, Venezuela. Tesis de Maestría en Ecología Tropical. Universidad de los Andes, Mérida. Venezuela.
- MOLINILLO, M. F. y M. MONASTERIO. 1997. Pastoralism in paramo environments: practices forage and impact on vegetation in the Cordillera of Mérida. *Mountain Research and Development* 17: 197-211.
- MONASTERIO, M. 1979. El Páramo Desértico en el Altandino de Venezuela. Pp. 118-146, in M.L. Salgado Labouriau (ed.): *El Medio Ambiente Páramo*. Centro de Estudios Avanzados. Caracas. Venezuela
- Monroy, R. A. 2011. Pastoreo con enfoque holístico: efecto sobre la fertilidad química edáfica, vegetación nativa y respuesta productiva de una manada mixta en un bosque de encino. Tesis Doctorado en Ciencias, especialista en edafología. Colegio de Postgraduados.
- Montenegro, J., Abarca, S. 2002. Los sistemas silvopastoriles y el calentamiento global: un balance de emisiones. *Agronomía Costarricense* (26):17-24 p.
- Morici, E.W., Muiño, R.E.S., Poey. 2005. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la comunidad vegetal en un arbustal de *Larrea*

- divaricata*. Actas Congreso. Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. Paraná, Entre Ríos. p. 76.
- Mousel, E.M., Schacht, W.H., Moser, L.E., Zanner, C.W. 2005. Root and Vigor Response of Big Bluestem to Summer Grazing Strategies. Grassland Congress 2005. June 26-July 1, 2005. Dublin, Ireland, UK. 524.
- Muller-Dombois, DD & H Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York. 547 pp.
- Murillo FJC. 1999. Respuesta de una pradera de estrella (*Cynodon nlemfuensis*), bermuda (*Cynodon dactylon*) y guinea (*Panicum maximun*) a un sistema de pastoreo intensivo tecnificado móvil con bovinos de engorda [tesis maestría]. Colima, México. Universidad de Colima;.
- Nai-Bregaglio, M., Puchetae E, Cabido M. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. Rev Chilena Historia Nat; 75:613-623.
- Návar CJJ. 2008. Carbon fluxes resulting from land-use changes in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. Carbon Balance Management; 3:6.
- NAVIE, S. C., R. A. COWLEY y R. W. ROGERS. 1996. The relationship between distance from water and the soil seed bank in a grazed semi-arid subtropical rangeland. Australian Journal of Botany 44: 421-431.
- NOBLE, I. R. y R .O. SLATYER. 1980. The use of vital attributes to predict successional change in plant communities subject to recurrent disturbances. Vegetatio 43: 5-21.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 25- 51.
- Oliva, G; A Cibils; P Borrelli & G Humano. 1998. Stable states in relation to grazing in Patagonia: a 10-year experimental trial. *Journal of Arid Environments* 40: 113-131.
- Parsons, AJ; AD Abrahams & JR Simanton. 1992. Microtopography and soil-surface materials on semi-arid piedmont hillslopes, southernn Arizona. *Journal of Arid Environments* 22: 107-155.
- Paruelo, JM; MB Bertiller; TM Schlichter & FR Coronato. 1993. Secuencias de deterioro en distintos ambientes patagónicos. Su

- caracterización mediante el modelo de estados y transiciones. Convenio Argentino Alemán. Cooperación Técnica INTA-GTZ. 110 pp.
- Perelman, SB; RJC León & JP Bussacca. 1997. Floristic changes related to grazing intensity in a Patagonian shrub steppe. *Ecography* 20: 400-406.
- PEREZ, F. L. 1992. The ecological impact of cattle on caulescent Andean rosettes in a high Venezuelan paramo. *Mountain Research and Development* 12(1): 29-46.
- PICKETT, S. T. A. y P. S. WHITE. 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, INC. San Diego.
- POSADA, C. y C. de los A., CÁRDENAS. 1999. Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de páramo sometida a quema y pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza) Tesis de pregrado. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- POSSE, G., J. ANCHORRENA y M. B. COLLANTES. 2000. Spatial micro patterns in the steppe of Tierra del Fuego induced by sheep grazing. *Journal of Vegetation Science* 11: 43-50.
- PREMAUER, J. .M. y O. VARGAS (en prep.). El pastoreo de ganado: su impacto en los ecosistemas naturales. El caso del páramo. *Innovación y Ciencia*.
- PREMAUER, J. M. 1999. Efecto de diferentes regímenes de disturbio por fuego y pastoreo sobre la estructura horizontal y vertical del páramo (Parque Nacional Natural Chingaza). Tesis de pregrado. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- Pucheta EM, Cabido S, Díaz and Funes G. 1998. Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. *Acta Oecologic*; 19:97-105.
- RAMSAY, P. M. y E. R. B. OXLEY. 1996. Fire temperatures and post fire plant community dynamics in Ecuadorian grass paramo. *Vegetatio* 124: 129-144.
- RANGEL, O. 2000. Clima. Pp. 85 - 125, in O. Rangel (ed.): Colombia. *Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. Colombia

- Rezaei, SA; H Arzani & D Tongway. 2006. Assessing rangeland capability in Iran using landscape function indices based on soil surface attributes. *Journal of Arid Environments* 65: 460-473.
- Rubio, A & A Escudero. 2000 Small-scale spatial soil-plant relationship in semi-arid gypsum environment. *Plant and Soil* 220: 139-150.
- Santos T, Tellería JL. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*; 15(2):3-12.
- Savory A. 1996. Formas de pastoreo. Center for Holistic Resource Management. Albuquerque, New Mexico, USA.
- Schlesinger, WH & AM Pilmanis. 1998. Plant-soil interactions in desert. *Biogeochemistry* 42: 169-187.
- Schlesinger, WH; AJ Raikes; AE Hartley & AF Cross. 1996. On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. *Ecology* 77: 364-374.
- Smith, JL; JJ Halvorson & H Bolton. 1994. Spatial relationship of soil microbial biomass and C and N mineralization in a semiarid shrub-steppe ecosystem. *Soil Biol. Biochem.* 26: 1151-1159.
- Smoliak, S; JF Dormaar & A Johnston. 1972. Long-term grazing effects on SriDa-Boureloua prairie soils. *J. Range Manage.* 25: 246-250.
- Sparks, DL. (ed). 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3: Chemical Methods. SSSA Book Series Nr.5. Madison, Wis. 1390p.
- Thompson, DB; LR Walker; FH Landau & LR Stark. 2005. The influence of elevation, shrub species, and biological soil crust on fertile islands in the Mojave Desert, USA. *Journal of Arid Environments* 61: 609-629.
- Tonway, DJ & NL Hindley. 2004. Landscape Function Analysis: procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to Minesite and Rangelands. CSIRO Australia, 80 pp.
- Vinton, MA & IC Burke. 1995. Interactions between individual plant species and soil nutrient status in short grass steppe. *Ecology* 76: 1116-1133.

ANEXO

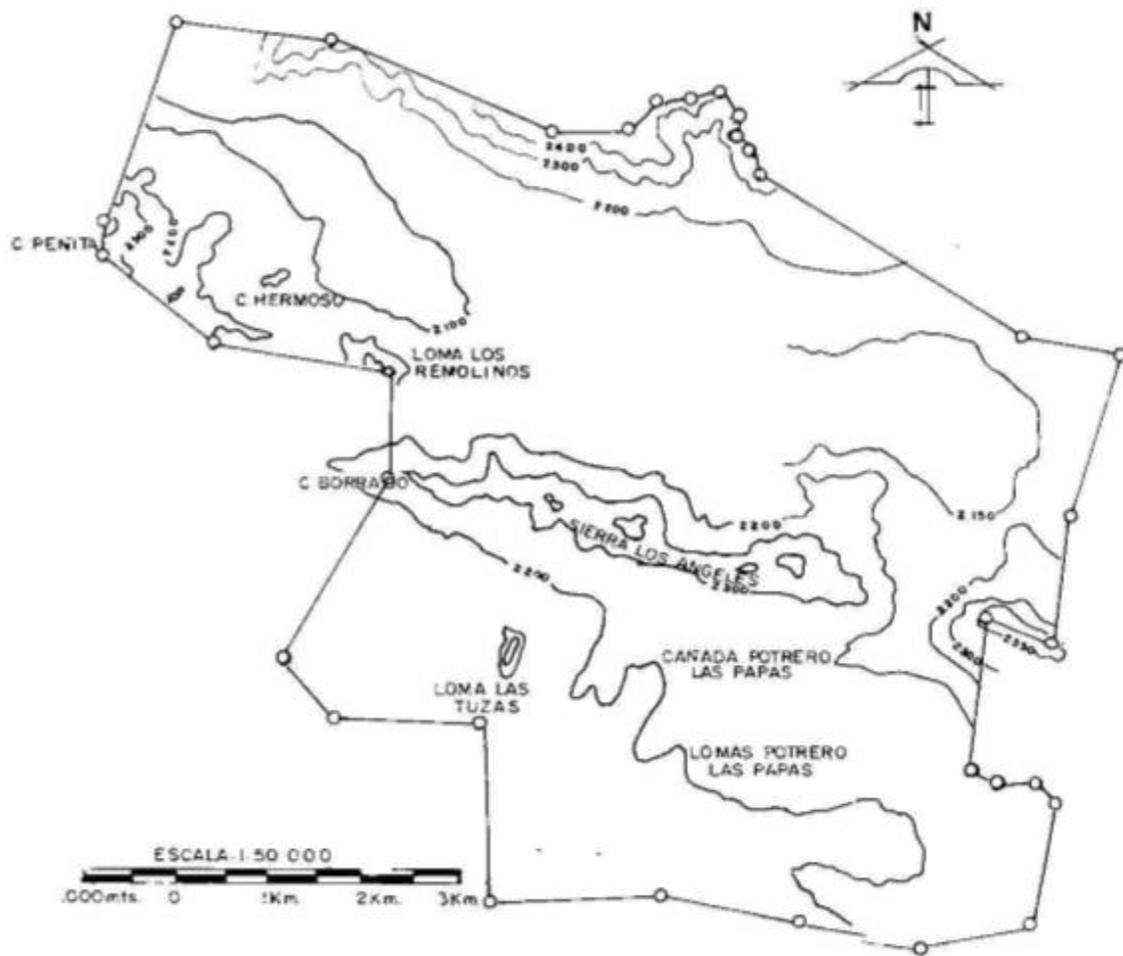


Figura 1. Fisiografía del "Rancho los Ángeles"

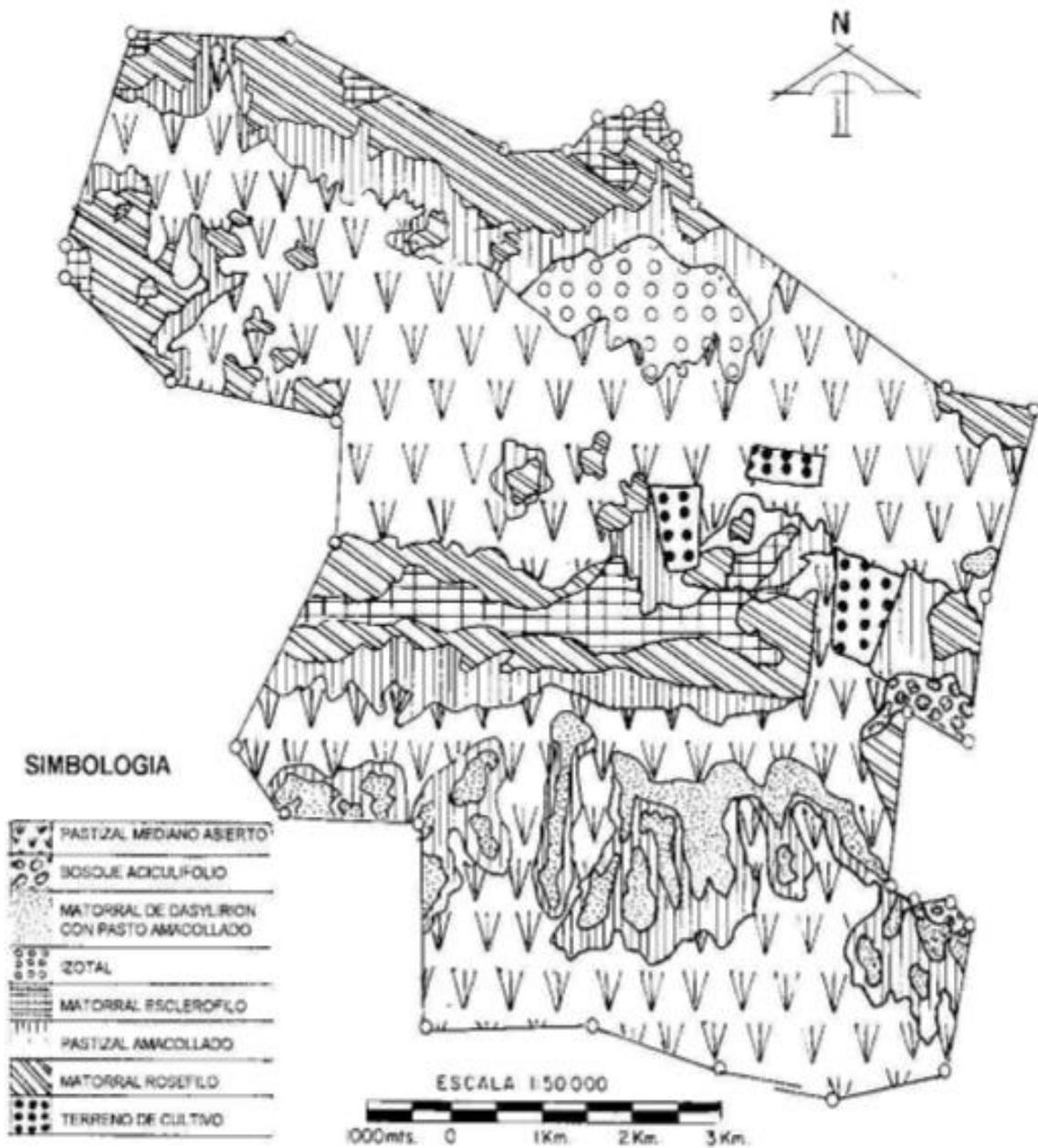


Figura 3. Vegetación del "Rancho los Ángeles"