



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**Secuestro de Carbono en Pastizales: Efecto del Sobrepastoreo  
en la Heterogeneidad del Suelo.**

**Por:**

**MANUEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Aprobada**

**Asesor principal**

---

**MC. Luís Pérez Romero**

**Sinodal**

**Sinodal**

---

**Dr. Juan José López González**

---

**Ing. Gilberto Gloria Hernández**

**Coordinador de la División de Ciencia Animal**

---

**Ing. Rodolfo Peña Oranday**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Agosto, de 2008.

## DEDICATORIAS

### **A mis Padres**

*Senorina Hernández García y Agustín Hernández Cristóbal*

Por medio de estas palabras, me expreso de cuanto los quiero. Padres amados, ¡gracias! gracias por darme la vida que me dieron: la confianza, su amor, el cariño, y la comprensión que siempre me han dado. Por apoyarme incondicionalmente, que me han brindado el cual nunca terminare de pagarles y agradecerles por que con sus esfuerzos y sacrificio han hecho que concluyera mis estudios. Gracias por hacer el hombre de lo que soy, por guiarme, a las buenas y malas, por todo ese calor hogar, ¡dios quiera que nunca se acabe! gracias.

### **A mis Hermanas**

*Yadira Hernández Hernández*

*Arizai Hernández Hernández*

Quiero que sepan que siempre estaré con ustedes, por que para eso somos hermanos, para apoyarnos mutuamente como lo que somos y ayudarnos incondicionalmente sin importar todos los problemas que hemos pasado como familia. Gracias por todo el cariño que me brindaron por todos sus consejos, por darme ánimos ¡hermanitas! ustedes fueron que me dieron esa inspiración, me dieron esas fuerzas para que yo siguiera adelante, y así terminar mis estudios ¡las quiero!

**A mis Tías**

*Catalina Maya Hernández*

*Leonila Hernández Hernández*

*Valentina Hernández García*

*Librada Martínez Martínez*

*Leoba Hernández Hernández*

Les doy gracias por todo su cariño, sus consejos, sus ánimos que me brindaron y que me dieron esa confianza para vivir con ustedes.

**A mis Tíos**

*Paulino Hernández Cristóbal*

*Brambilo Hernández Cristóbal*

*Julián Hernández Cristóbal*

Gracias por sus apoyos, consejos y atenciones que me motivaron emocionalmente, dándome ver que en esta vida la educación es la base del éxito.

**A mis primos**

*Moisés Hernández Maya*

*Luís Manuel Hernández Maya*

*Cesar Hernández Cristóbal*

*Carlos Hernández Cristóbal*

*José Manuel Hdez. Martínez.*

Por todo los momentos inolvidables que vivimos y por aprender mucho de ustedes y que a dondequiera que yo voy siempre los recuerdo y los quiero mucho a todos.

### **A mis primas**

*Yuridia Hernández Martínez*

*Araceli Hernández Martínez*

*Fabiola Hernández Cristóbal*

Especialmente a: *Maribel Hernández Maya* que gracias a ella me abrió el camino para que yo siguiera con mis estudios para ser un profesionalista.

Y mis otras primas gracias por su amistad y consejos que me brindaron.

### **A mis sobrinos**

*Giovanni Hernández Hernández*

*Luz Yanely Hernández Hernández*

Por ser la alegría de toda la familia y por su inocencia y gracia, ellos fueron la máxima motivación para superarme día a día para salir adelante ¡los quiero con todo corazón!

### **A mi cuñado**

*José Hernández Martínez*

Por todo su apoyo, amistad, por que siempre ha estado en los momentos difíciles que hemos pasado en la familia gracias por su comprensión y confianza.

Como olvidar esos momentos de alegría para mí fue una motivación, inspiración que me dio a comprender en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A dios** El es mi fuente de existencia y mi salvador. El me mantiene funcionando día y noche. Sin El, nada soy.

**A mis padres** Quiero agradecerles por todo su sacrificio que derramaron para que yo culminara mis estudios, por su esfuerzo, se que por apoyarme muchas, muchas veces donde quizás les faltó un taco en la mesa, quiero decirle que hoy en adelante cuentan conmigo, gracias por su sacrificio.

**A la UAAAN** Por mi formación profesional y por permitirme se parte de ella.

**A la División de Ciencia Animal**, agradecerles a todos los profesores, por sus esfuerzos de enseñanza, que intervinieron en mi formación profesional.

**Al Departamento de Recursos Naturales Renovables** por haber brindado la oportunidad para la realización de esta tesis y a los profesores por darme su apoyo durante la realización de mis estudios en la Universidad.

**MC. Luís Pérez Romero** por darme la oportunidad para la realización de esta tesis gracias por su tiempo que me brindo por sus correcciones y sugerencias fue posible para la realización de esta tesis.

**Dr. Juan José López González**, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo, por su amistad, orientación. Gracias.

**Ing. Gilberto Gloria Hernández** por su apoyo en la realización de este trabajo. Y por formar parte del comité de esta tesis Gracias.

**A mis compañeros de la generación CIV** por compartir conmigo la trayectoria de la carrera profesional.

**A mis grandes amigos** Apolinar, Pablo, Arturo, Rolando Crespo, España, Lamberto, Rafael, José Matilde, Bartolon, Ramiro, por brindarme su amistad durante mi estancia en la narro, y a la raza del paraíso 16.

## REFLEXIONES

*“Nunca consideres el estudio como una obligación, si no como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.”*

**Albert Einstein**

*“La posibilidad de realizar un sueño es lo que hace que la vida sea interesante.”*

**Paulo Coelho**

*“Enseñar no es una función vital, por que no tiene el fin en si mismo; la función vital es aprender”*

**Aristóteles**

*“Empieza por hacer lo necesario, luego lo que es posible, y de pronto te encontraras haciendo lo imposible.”*

**San Francisco de Asís**

*“No basta saber, se debe también aplicar. No es suficiente querer, se debe también hacer”*

**Johan Wolfgang Goethe**

*“No basta con alcanzar la sabiduría, es necesario saber utilizarla”*

**Marco Tulio Cicerón**

*“El objetivo de la educación es la virtud y el deseo de convertirse en un buen ciudadano”*

**Platón**

*“Alcanzar un meta no es un destino, es solo parte de nuestro camino.”*

**Anónimo**

### **SOÑAR EN ALCANZAR EL ÉXITO**

*Soñar es la cualidad que distingue al ser humano que le permite aspirar cada día a ser mas y mejor, sin importar los obstáculos a que se enfrente; es una cualidad que alcanza su mas alta expresión cuando es joven pues en esta etapa de la vida no existe limites ni ataduras para echar a volar la imaginación.*

## INDICE

	Pág.
<b>Dedicatoria</b> .....	I
<b>Agradecimientos</b> .....	IV
<b>Reflexiones</b> .....	V
<b>Índice de contenido</b> .....	VI
<b>Índice de cuadros</b> .....	VIII
<b>Índice de figura</b> .....	IX
<b>Resumen</b> .....	X
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
Objetivos y Hipótesis.....	2
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Bienes y Servicios en Pastizales.....	3
2.2 Cambios Climáticos.....	4
2.2.1 Concentración CO <sub>2</sub> .....	5
2.2.2 Ciclo de Carbono.....	6
2.3 Sistema de Pastoreo.....	7
2.3.1 Definición de Sobrepastoreo.....	8
2.3.2 Efecto Sobrepastoreo en la Vegetación.....	8
2.4 Efecto Sobrepastoreo en el Suelo.....	10
2.4.1 Efecto del Sobrepastoreo sobre las Características Químicas del Suelo.....	12
2.4.2 Efecto del Sobrepastoreo sobre las Características Físicas del Suelo.....	13
2.5 Sobrepastoreo y Secuestro de Carbono.....	16
2.5.1 Características de las Tierras Áridas que afectan la Captura Carbono.....	17
2.5.2 La Desertificación y el Secuestro Carbono.....	18
2.6 Practicas de Manejo en Pastizales.....	18
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	20

3.1 Localidad del Área de Estudio.....	20
3.1.2 Variables a Evaluar.....	20
3.2 Análisis Estadísticos.....	21
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>22</b>
4.1 Características del suelo.....	22
4.2 Características del Pastizal.....	24
4.3 Carbono Orgánico del Suelo a nivel Individuo.....	26
4.4 Carbono Orgánico del suelo a nivel Paisaje.....	28
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>31</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características del Suelo del Pastizal Mediano Abierto y el Matorral Parvifolio Inerme.....	23
Cuadro 2. Características del Pastizal Mediano Abierto y el Matorral Parvifolio Inerme.....	25
Cuadro 3. Almacenaje de Carbono (gr. C por individuo) de “Islas de Fertilidad” de <i>Bouteloua gracilis</i> y <i>Larrea tridentata</i> .....	27
Cuadro 4. Almacenaje de Carbono (Ton C ha <sup>-1</sup> ) de “Islas de fertilidad” e Interespacio en Pastizales áridas a nivel paisaje.....	29

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principales Depósitos y Flujos del	
Balance Global del Carbono.....	5
Figura 2 Ciclo de Carbono.....	7

## RESUMEN

Los pastizales áridos y semiáridos del Norte de México cubren aproximadamente el 50 % de la superficie del territorio nacional. Esto constituye bienes y servicios a la sociedad. Sin embargo el humano ha ejercido una fuerte presión sobre esta área para alimento y producción de forraje. El apacentamiento es la estrategia social y económicamente en el manejo de pastizales. Sin embargo esto a conllevado algunos pastizales áridos del norte México hayan sido transformados a matorrales menos productivos. Este cambio de vegetación es llevado a través del sobre pastoreo por el ganado domestico siendo uno de los principales factores que causan la degradación en el funcionamiento de los pastizales reduciendo la vegetación y alterando las propiedades del suelo. Esto da como resultado una disminución de materia orgánica la cual nos conlleva a la perdida en el secuestro de carbono.

El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios del suelo en el secuestro de carbono. Un sitio con manejo moderado y otro pastizal sobre pastoreado fueron seleccionados para determinar los cambios en la fitomasa y propiedades del suelo. En cada sitio se hizo muestreos de suelo y vegetación: 1) suelo en cada condición de pastizal se realizo muestreos de suelo a diferentes profundidades (0-10, 11-20). Se seleccionaron dos especies *Bouteloa gracilis* y *Larrea tridentata*. El muestreo del suelo se realizo debajo de *Bouteloa gracilis* y *Larrea tridentata* y entre el espacio abierto entre individuos de la misma especie. Los resultados muestran que *Bouteloua gracilis* existe diferencia significativa en el COS a una profundidad de 11-20cm con respecto a 10cm de profundidad. Sin embargo en individuos de *Larrea tridentata* no muestra diferencias significativas a las dos profundidades. Por otra parte el carbono orgánico del suelo (COS) se observa que pastizales con dominancia de *Bouteloua gracilis* existe un mayor almacenamiento de Ca una profundidad de 11-20 cm. que de 0-10cm; para la isla de fertilidad e interespacio. Sin embargo en *Larrea tridentata* no existe diferencia significativa en isla de fertilidad cuanto profundidades, mientras que interespacio si se observa diferencia significativa.

## INTRODUCCION

Los pastizales áridos y semiáridos del Norte de México cubren aproximadamente el 50 % de la superficie del territorio nacional. Estas constituyen bienes y servicios a la sociedad. Sin embargo los humanos han ejercido una fuerte presión sobre esta área para alimento y producción de forraje. El manejo de pastizales ha estado enfocado hacia la producción ganadera. Sin embargo esto ha conllevado a la degradación de las mismas estrategias de manejo tales como sistemas de apacentamiento, resiembra y control de arbustivas no han resultado en la rehabilitación de estos sitios. El manejo es la principal influencia sobre el carbono del suelo. Un componente clave para un manejo sostenible de la producción es el mantener la salud del ecosistema pastizal, lo cual puede ser fuertemente influenciado por manejo.

Cambios en las estrategias de manejo de los pastizales manejo del apacentamiento, control de arbustivas y resiembras entre otros que incrementan la capacidad de mayor captura de carbono atmosférico vía como consumo fotosintético del CO<sub>2</sub> y la subsecuente acumulación del carbono en el suelo, puede ser una opción de manejo para secuestrar carbono en pastizales. Se requiere que estos sean de bajo costo, de mayor beneficio socio económico y ecológicamente sostenible. Mientras que los bosques y áreas agrícolas sus manejadores han reconocido como una clave el manejo del secuestro carbono (Schimel 1995, y Houghton 1999) el papel del manejo en tierras de pastizales se han empezado a reconocer como una fuente potencial de secuestros de carbono (Follet et, al 2000 y Conant et al 2000 y Paustian 2000) Por otro lado se considera que se tiene escaso entendimiento del papel de los pastizales áridos en el secuestro de carbono. Por todo lo anterior se plantean las siguientes preguntas: ¿Cuál es la importancia de los pastizales áridos en mitigar los efectos de CO<sub>2</sub> atmosféricos?, ¿Cómo influye las practicas de manejo en los pastizales sobre el flujo del CO<sub>2</sub>, el secuestro de C es afectado por practicas de manejo?, Existe un manejo que mantenga o incremente el secuestro del C en pastizales áridos?

## **OBJETIVOS**

Evaluar el efecto del manejo del pastoreo en la heterogeneidad del suelo y sus implicaciones en el almacenamiento de carbono (C).

## **HIPOTESIS**

No existe diferencia significativa en el contenido de carbono orgánico en un pastizal moderadamente pastoreado y sobrepastoreada a nivel individuo y a nivel paisaje.

## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Bienes y Servicios en Pastizales

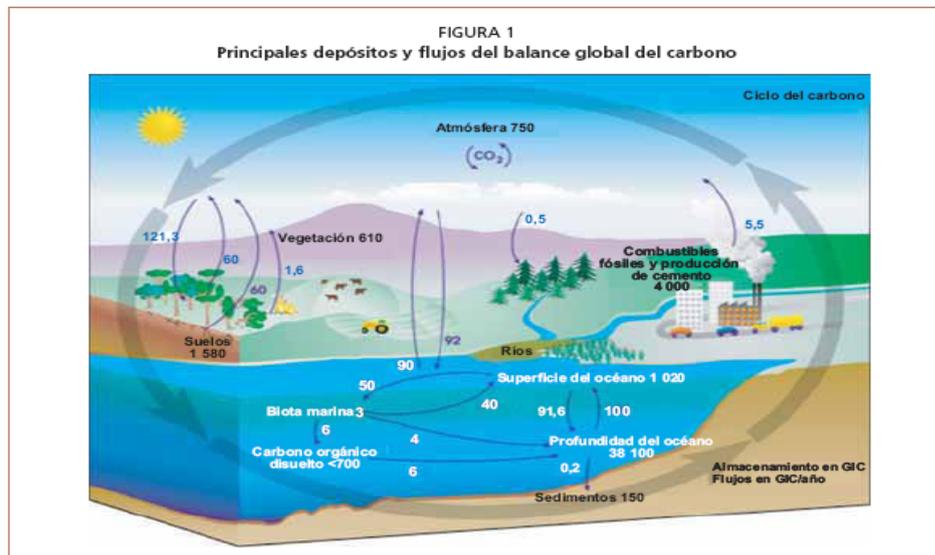
Los pastizales son considerados como tierras sin cultivar capaces de proveer hábitat para herbívoros domésticos y silvestres. Su manejo implica la manipulación de sus componentes para obtener una óptima combinación de bienes y servicios para una sociedad sobre una base sostenible (Holecheck et al 1998). No obstante, sus bienes han estado encaminados a obtener una producción ganadera únicamente. Debido a los cambios de los valores sociales y económicos los pastizales por su importancia han tenido cambios. Los manejadores de pastizales están visualizando a estos, bajo el contexto de servicios ecológicos. Cosecha de agua, biodiversidad aire limpio, paisajismo y secuestro de carbono entre otros, son algunos de los servicios ecológicos que los pastizales pueden proveer (WEI 2000). La sociedad pone valores sobre estos bienes directa o indirectamente (Ewel et al 1998 y Pearce y Moran 1994). Sin embargo los pastizales proveen muchos de estos bienes y servicios de una manera simultánea (Constanza et al 1997 y Gitas et al 2001).

Los pastizales son usados principalmente a través del apacentamiento de herbívoros domésticos a la producción ganadera (Squires y Sidahmed 1997 y Holecheck et al 1998). Otros servicios son la biodiversidad, ciclo hidrológico y secuestro de carbono. Algunos de estos productos y servicios tienen una evaluación económica, sin embargo pocos componentes del valor económico total está representando por productos que tienen un valor en el mercado, lo cual sugiere que valores sin mercado son importantes para los pastizales (Campebell et al 1977, Holecheck et al 1998 y Holecheck et al 2001).

## **2.2 Cambios Climáticos**

El cambio climático es considerado por el IPCC como cualquier cambio de clima sobre el tiempo, debido a la variabilidad natural o como un resultado de la actividad humana (IPCC 1990). El panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC) fue establecido por la World Meteorological Organization y United Nations Environmental Programme (UNEP) en 1998, para evaluar información científica, técnica y socioeconómica que fuese relevante para entender el cambio climático es una amenaza ambiental a nivel planeta. El cambio climático caracterizado por alteraciones en los patrones de temperatura y lluvia así como concentraciones de gases en la atmósfera podría ser desastroso para algunos ecosistemas que son sensibles al clima (Mc Carty et al 2001). Los impactos pueden ocurrir en la circulación de los océanos, nivel del mar, ciclo hidrológico, ciclo de carbono, nutrientes, calidad de aire, la productividad y estructura de los ecosistemas naturales, la productividad agrícola, ganadera y forestal, así como la distribución geográfica comportamiento, abundancia y sobrevivencia de las especies de plantas y animales incluyendo los vectores y hospederos de las enfermedades humanas. Estos cambios podrán afectar la seguridad humana positiva o negativamente. La seguridad se verá impactada a través de los cambios en los abastecimientos y demanda por agua, alimento. Energía hay otros bienes tangibles que son derivados de estos ecosistemas. Sin embargo un efecto importante es provocado por las concentraciones de gases en la atmósfera.

Figura 1 Principales depósitos y flujos del balance global del carbono (FAO 2007).



### 2.2.1 Concentración de CO<sub>2</sub>

Un aspecto del cambio climático es el incremento de los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico. Este ha incrementado en los últimos 200 años. El CO<sub>2</sub> atmosférico global ha incrementado de cerca de 280 ppm al inicio de la revolución industrial a cerca de 380 ppm en el presente (Neft et al 1985). El uso del suelo y los cambios en el uso del suelo, así como la reforestación y sobre pastoreo y la quema de combustibles han sido entre otros las causas. Esto ha traído como consecuencia la concentración atmosférica de gas con efecto de Invernadero. La tasa de incremento es actual del rango de 0.5 a 1.5 ppm anuales (Woodwell et al 1978 y Amthor 1995).

Escenarios climáticos. Un escenario es una descripción coherente, consistente y plausible de un futuro estado posible del mundo. Estos escenarios son requeridos en impacto del cambio climático para proveer puntos de vistas alternativos de las condiciones futuras consideradas a influir un sistema dado o

actividad. En el 2000, el IPCC completo un reporte especial sobre escenarios de Emisiones (SRES). Estos escenarios consideran un periodo de 1990- a 2100 e incluyen un rango de concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico y varían de 367-623 y 478-1099 ppm para los años 2000, 2050 y 2100 respectivamente. Estos rangos implican un calentamiento global de 0.1, 0.8- 2.6 y 1.44-5.8 de cambio en la temperatura global para los mismos periodos mencionados anteriormente (Mc Carty et al 2001).

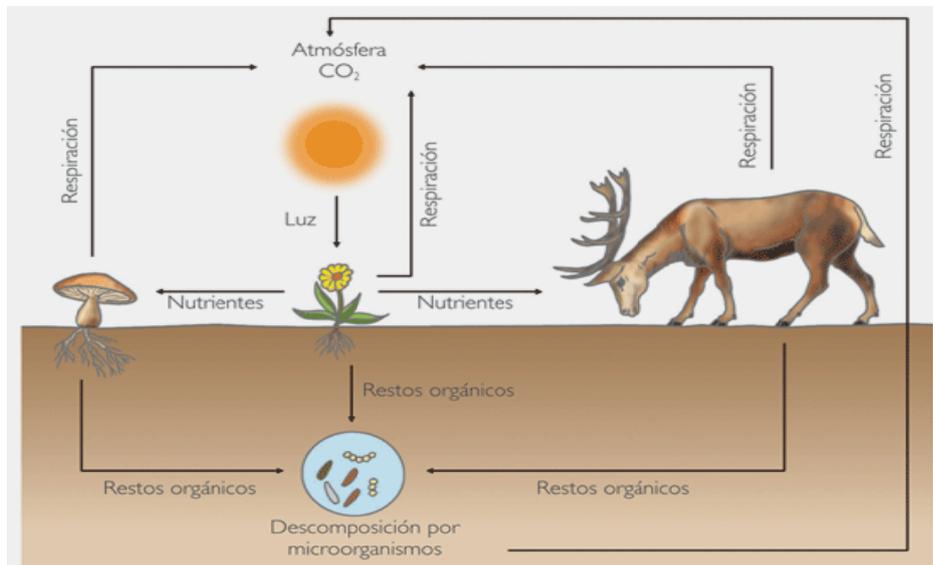
### **2.2.2 Ciclo de Carbono**

El carbono está almacenado en el aire, en el agua y en el suelo en forma de un gas llamado dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En el aire está presente como gas; en el agua en forma disuelta, y en el suelo, en el aire o agua del suelo. El CO<sub>2</sub> está disponible en cantidades abundantes en el medio.

El almacén más importante de carbono se encuentra en los mares. La vegetación y los suelos constituyen el segundo almacén en orden de importancia, y la atmósfera es el tercero.

En la atmósfera, la mayor parte del carbono se encuentra en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esta es precisamente la molécula mayoritaria en los flujos de este ciclo en que intervienen los seres vivos. En la respiración de todos los organismos acuáticos y terrestres, pero también de los suelos, se produce CO<sub>2</sub>, que pasa al agua o a la atmósfera. En la fotosíntesis del plancton y la vegetación se toman moléculas de CO<sub>2</sub>. Además, las combustiones de materiales orgánicos producen también CO<sub>2</sub>. En las zonas más profundas del mar se forman rocas carbonatadas o sedimentos orgánicos que incorporan el carbono en una fase del ciclo mucho más lenta.

Figura 2. Ciclo de carbono



### 2.3 Sistema de Pastoreo

Un sistema de pastoreo puede definirse como el manejo estratégico del proceso de pastoreo de animales rumiantes, para lograr el equilibrio entre la máxima producción animal por superficie y la persistencia del pastizal.

#### Ideal:

- 1.- Máxima eficiencia de cosecha.
- 2.- Respeto de la fisiología de la planta.
- 3.- Preservar la composición botánica.

En términos generales se puede considerar lo siguiente.

- 1) El pastoreo mixto mejora la utilización del forraje, permite una utilización más homogénea e incrementa la eficiencia de cosecha, alcanzando valores del 60-70% del forraje disponible. Sin embargo, el sistema de pastoreo a utilizar dependerá en gran medida de la disponibilidad de

potreros y el nivel de compromiso con el sistema a emplear (Buono 2005).

- 2) El sistema de pastoreo continuo presenta mayores facilidades para su implementación ya que solo necesitaría una asignación de carga en el potrero y posteriores ajustes (Buono 2005).
- 3) El sistema de pastoreo rotativo requiere de más atención debido a la mayor carga instantánea y la necesidad de cambiar de potrero a los animales (Buono 2005).

### **2.3.1 Definición de Sobrepastoreo**

El sobrepastoreo es un modo de pastoreo que por su intensidad (4 ó 5 golpes de dientes) o por su frecuencia (consumo de los rebrotes en pocos días), hace imposible el máximo rendimiento del pastizal (en igualdad de las demás condiciones restantes: lluvia, nitrógeno, etc.). Es pues el modo de pastoreo que produce pérdidas al productor y desgraciadamente el más extendido (Meunier, 1973).

El sobrepastoreo se produce automáticamente cuando los animales se quedan más de seis días en el mismo lugar (potrero) y vuelven a pasar por las partes comidas durante los primeros días (pastoreo clásico o pastoreo racionado). Se produce también si se las hace volver más rápido sobre una parcela ya pastoreada. Se trata entonces de sobrepastoreo de frecuencia. Además cuando a los animales les falta la superficie necesaria e insisten demasiado en los mismos lugares sin dejar rebrotar las plantas, se produce el sobrepastoreo por intensidad (Meunier, 1973).

### **2.3.2 Efecto Sobrepastoreo en la Vegetación**

Efecto del ramoneo excesivo: consumo de tallos y hojas de las plantas se produce un envejecimiento de la misma con la consiguiente devaluación de su

contenido nutricional y con la aparición y/o incremento de la concentración de compuestos antinutricionales que actúan bien como tóxicos o bien inhibiendo las enzimas digestivas, reduciendo la capacidad digestiva, la tasa de tránsito de alimento y en definitiva su ingesta, dando lugar a situaciones de subnutrición en un medio aparentemente generoso en su oferta. Además la continua extracción de nuevos brotes (de bajo contenido en fibras, proteínas y agua) que tienen un valor nutricional menor del esperado, va a hacer que no satisfagan sus necesidades alimenticias (Martínez, 2004).

Al disminuir o eliminarse la cobertura vegetal, disminuyen también las posibilidades de alimento, y ocurren fenómenos negativos para los animales por la falta del mismo, como el desarrollo de los individuos es más lento, por menor cantidad de alimentos; los individuos tienen menor tamaño, por la escasez de alimentos; y baja la tasa de reproducción ( Brack y Mendiola)

En condiciones normales no se produce un daño intenso a la vegetación por sobrepastoreo, porque las especies silvestres de animales controlan su población en forma natural. En el caso de las especies domésticas, manejadas por los humanos, el fenómeno del sobrepastoreo juega un rol importante y es, con frecuencia, causa la destrucción de las pasturas naturales por excesivo pastoreo y falta de manejo, produciendo erosión de los suelos y baja en la producción (Brack y Mendiola s/f).

### **Daños físicos a las plantas por pisoteo**

El pisoteo afecta directamente a las plantas por el corte, rotura y aplastamiento del material fotosintético. La magnitud del daño depende del contenido de humedad de las plantas, la elevación de las yemas, la resistencia físicas de las hojas y la flexibilidad de las partes de la planta (Borelli y Oliva 2001).Las plantas secas tienden a quebrarse y ser pisadas. Estos generan elevadas perdidas durante los veranos secos. Algunos autores estimaron hasta 23% de perdidas por pisoteo en ambientes similares .Es también muy común observar las

plantas descalzadas por efecto del pastoreo. Las pezuñas de los animales remueven la tierra a la altura del cuello de las plantas y quedan con las raíces expuestas. (Borelli y Oliva 2001).

La consecuencia del pisoteo de la vegetación por el ganado combinado con la fuerte intensidad de los eventos lluviosos. Debido a la importante presión ejercida por el ganado que consume principalmente plantas gramíneas y herbáceas, las especies no apetecibles desechadas por los animales de cría ya no tienen competencia y acaban por ocupar todo el espacio. Este sobrepastoreo favorece por consiguiente la sustitución del ecosistema de praderas naturales por malezas constituidas por matorrales espinosos y pinos, que no tienen la misma capacidad para retener de manera adecuada la fina capa de tierra fértil (Fléchet, 2007).

#### **2.4 Efecto Sobrepastoreo en el Suelo**

Cuando no se tienen en cuenta las condiciones del suelo bajo pastoreo animal, así como la disponibilidad de forraje y la carga animal adecuada, pueden surgir problemas de degradación de los suelos, tales como la erosión y la compactación de los suelos reduciendo tasa de infiltración del agua, incrementando la escorrentía, lo cual provoca la inutilización de terrenos que a veces son difíciles de recuperar (Catie, 1986).

#### **Pisoteo animal**

El pisoteo de animales en pastoreo puede tener efectos adversos sobre las propiedades físicas del suelo y sobre el crecimiento de las plantas, particularmente bajo condiciones de suelo húmedo. El grado de compactación que el pisoteo animal puede generar depende fundamentalmente de la intensidad del pisoteo (asociada a la carga animal), del tipo y la humedad del suelo y de la cobertura vegetal. Pagani et al, (2000) reportaron que tanto la

densidad aparente como la resistencia a la penetración fueron mayores en lotes bajo pastoreo con carga animal pesado comparados con lotes pastoreados con carga animal livianas y medianas. También, Pagani, et al. (2002) mostraron que el mismo nivel de compactación puede ser alcanzado con un pequeño número de animales pastoreando por un largo período, que con un gran número de animales pastoreando por períodos cortos.

Numerosos autores demostraron que la compactación originada por el pisoteo animal se limita solo a los 5 – 10 cm. de profundidad, a diferencia de lo ocurrido con las maquinarias. Además que los problemas más serios se dan en suelos de textura fina (Pagani, et al. 2002).

### **Compactación del suelo**

Se define como la aglomeración de las partículas del suelo por acción de fuerzas provenientes de la superficie, que resulta en un incremento de la densidad aparente por la disminución por del volumen de los poros.

La susceptibilidad a la compactación de un suelo depende de la textura, estructura, porosidad y contenido de humedad. Los valores máximos de compactación se alcanzan en suelos orgánicos, cuando están húmedos (suelos de vega (Borelli y Oliva 2001).

La degradación de los suelos asociada con el sobrepastoreo puede reducir en gran medida esta capacidad de almacenamiento. En los sectores de tipo árido o semiárido estudiados, la capacidad de infiltración del suelo es, en general, inferior a la intensidad de las precipitaciones. Esto se traduce en la formación de escurrimiento en la superficie del suelo, que acentúa el fenómeno de erosión hídrica (Fléchet, 2007).

La compactación trae otros efectos, como la disminución del oxígeno, que es uno de los problemas más reconocidos, debido a la reducción en número y

tamaño de los poros, que al llenarse de agua no permiten la circulación del oxígeno. Bajo condiciones naturales, el oxígeno disponible para las plantas está controlado por la difusión de éste a través del suelo, siendo dependiente del contenido de agua en el suelo (Ramírez, 2002).

### **Erosión del suelo**

En suelos sueltos y secos, las pesuñas de los animales rompen los encostramientos superficiales producidos por las lluvias y por organismos microscópicos de la superficie del suelo. De esta manera, el suelo pierde estabilidad y las partículas se exponen al arrastre eólico. Este proceso se acelera si existe escasa cubierta vegetal o mantillo. Otro factor de los procesos erosivos es el congelamiento y descongelamiento del suelo, que el comienzo de la primavera, produce una capa de material muy aireado, que tiende a volarse fácilmente por acción del movimiento de las pezuñas (Borelli y Oliva 2001).

#### **2.4.1 Efecto del sobrepastoreo sobre las Características Químicas del suelo**

Klemmedson, (1970). y Johnston, et al., (1971), En este estudio se observó que existe un desarrollo de una biosecuencia de los perfiles del suelo en las áreas pastoreadas, así los suelos fueron cambiando de color de manera progresiva del negro (pastoreo ligero), al gris muy oscuro (pastoreo fuerte), hasta café oscuro en el pastoreo muy fuerte. El valor tan variable existente está relacionada con alteraciones en el material parental asociada este con la cantidad y distribución de materia orgánica, esto como una función de la interacción de clima -vegetación, dentro de los comentarios más importantes dicen que la decoloración del suelo empieza ser más brillante en la medida en que el pastoreo es más intenso, esto probablemente refleja un incremento en un uso de vegetación y pérdida de materia orgánica debido a la lógica presión de pastoreo lo que se refleja en erosión del suelo. Por último mencionan que el cambio en las características del suelo en el pastoreo muy fuerte (cambio del

color negro al café oscuro) pH de 5.7 a 6.2 baja en contenido en materia orgánica y humedad e incremento en la temperatura del suelo. Lo cual redundaría en disminución de producción de forraje, por ende menos mulch en la superficie y menor peso de raíces. Concluyendo o dando paso a uno de los dogmas en manejo de pastizales; que el sobre pastoreo de pastizales nativos resulta en la creación de una condición artificial de sequía fuerte.

#### **2.4.2 Efecto del sobrepastoreo sobre las características físicas del suelo.**

Smoliak et al. (1972), estudiaron el efecto de carga animal (ligera moderada, y fuerte en los cambios de vegetación y suelo determinado, que existe un incremento en el peso de partes de plantas que son incorporadas al suelo por efecto de pisoteo, y que en la medida en que se incrementa la presión del pastoreo se incrementa el perfil del suelo en los 0-15cm si bien no existe una diferencia significativa en los 15-30 y 30-45 cm. de profundidad así mismo el porcentaje total de carbono, acidez y la proporción de C/N se incrementa, mientras que el porcentaje de humedad, pH del suelo y calcio y sodio intercambiable disminuyó con un incremento en la intensidad de pastoreo, no existió en diferencia en color, textura, tensión de humedad, densidad, N y P total y disponible K intercambiable y capacidad de intercambio de cationes. La cantidad de polisacáridos en el horizonte A se incrementa de manera significativa con un incremento en la intensidad de pastoreo, concluyendo que un pastoreo fuerte continuado cambia no solamente la composición en especies vegetales del potrero (*Stipa- Bouteloua*), si no también las características del suelo en el horizonte Ah lo cual induce una reducción en la profundidad del desarrollo de las raíces.

Schmutz (1971), menciona que durante la época de crecimiento las tasas de infiltración disminuyeron cuando se tuvo un uso intensivo del pastizal atribuible al efecto del apacentamiento al modificar las condiciones del suelo.

En el este de Nebraska se ha observado una disminución en la productividad de forraje por pastos, en tanto que se tiene un incremento en la población de especies de arbustivas, asimismo se tiene que el caminamiento por animales provoca un cambio en las características físicas del suelo en los potreros. y como consecuencia la tasa de infiltración provoca posteriormente la degradación de la productividad del sitio. Algo similar fue estudiado por McCarty y Mazurak en (1976) Aquic Argiudoll con un grosor de 20-30m cm. de buena condición físicas de esto se obtuvo que; la densidad del suelo ( $\text{g/cm}^3$ ) fue mayor en suelos bajo el sistema de pastoreo continuo, que en pastoreo rotacional diferido, y en descansado (1.23, 1.15, 1.08), el porcentaje de porosidad fue de 52.8, 55.9 y 58.7 para los sistemas de pastoreo continuo, rotacional diferido y descansando respectivamente. El porcentaje de contenido de aire fue de 6.8, 6.3, 7.9 para el continuo, rotacional diferido y descansando respectivamente.

Andel et al, (1987), estudiaron en los sistemas de apacentamiento; continuo, rotacional diferido y corta duración, el efecto del pisoteo animal en la densidad e infiltración del suelo, de lo que determinaron que el sistema de apacentamiento no influencia de manera consistente la densidad del suelo y la infiltración, así mismo la tendencia en la tasa de infiltración no es igual a las obtenidas por la densidad del suelo, esto parece indicar que la densidad del suelo puede no ser el principal factor que controle las tasas de infiltración, si bien la corta duración puede no tener una clara ventaja en el incremento de la infiltración del agua por la mencionada destrucción de la costra superficial del suelo por efecto del pisoteo animal. Las cargas animal altas, reducen consistentemente la infiltración durante la estación de apacentamiento, lo cual es aliviado durante la estación fría por la baja en actividades del animal.

Dentro del ciclo hidrológico la entrada del agua descendente, (infiltración) en el suelo es uno de los procesos mas importantes, y de una importancia por demás crítica para los manejadores de pastizales, ya que la tasa de infiltración del

agua influencia el contenido de agua en el suelo, el cual satisface los requerimientos de evapotranspiración para el crecimiento de la planta, ya que el agua actúa como un solvente para la disolución de los nutrientes. Las tasas de infiltración son controladas por características de vegetación, edáficas, climáticas y topográficas, de estas para el manejador de pastizales la vegetación quizá sea la que más pueda manipular. El tipo de vegetación y cantidad de cobertura puede modificar la relación suelo-agua de un sitio, en base a lo mencionado, Wood y Blackurn (1981), realizaron un estudio en Seymour Texas, con diversos tratamientos de pastoreo (AIBF, continuo carga moderada y fuerte), para ver el efecto de pastoreo (sistemas de pastoreo) en vegetación, infiltración y suelo, dentro de las variables que influyen a la infiltración se incluye: la estabilidad de los agregados, contenido de materia orgánica (M.O), hojarasca, forraje en pie, densidad del suelo, humedad inicial del suelo (capa de 0-3 cm. superficiales) cobertura superficial, cobertura de pastos perennes, cobertura total de pastos de estas las más importantes fueron; la estabilidad de los agregados y contenido de M.O.

McGinty et al. (1979) realizaron la evaluación del impacto del pisoteo en las características del suelo en dos sistemas de pastoreo continuo con carga alta (CA) y rotacional diferido con cuatro potreros (RD) y control, los resultados fueron; densidad del suelo 1.28, 1.23, 1.16, para CA, RD y control respectivamente. El porcentaje de espacio del poro fue 48.6, 50.9, 53.7% para CA, RD y control respectivamente. Humedad del suelo fue 19.7, 18.6 y 42.6% para CA, RD y control respectivamente. Por lo que se concluyó que el pastoreo continuo con carga alta tiene una baja tasa de infiltración y una mayor pérdida de sedimento que el pastoreo rotacional diferido, por lo que se determina que el pastoreo rotacional diferido contribuye a mantener y tal vez a incrementar la condición del pastizal y las condiciones hidrológicas del suelo en el pastizal en comparación al pastoreo continuo con carga alta.

Dormaar et al, (1994), estudiaron el efecto del pisoteo en las características del suelo en una comunidad de *Stipa Bouteloua*, para ello tomaron muestras de suelo a una profundidad de 20 cm. además de la actividad enzimática, de esto se obtuvo que se dio un cambio en especies de vegetación y con ello una subsecuente producción mayor de forraje. En relación a las características del suelo la humedad fue mayor en el pastizal nativo, en el potrero sin apacentar que en donde se pastoreo (12.7 y 6.6 respectivamente) la densidad en el área apacentada (0-3 cm.) fue mayor que en la área descansada que en el apacentado (1.04 y 0.94). La conductividad eléctrica, el pH contenido de C, N, NO<sub>3</sub>, NO<sub>4</sub> fue mayor en el área apacentada, que en el área descansada (7.8, 7.7, 32.6, 27.9, 2.51, 2.12, 5.5, 4.6,). El contenido de carbohidratos fue mayor en el área sin uso animal que en el usado. La fitomasa de raíces fue de 1350 y 1128 g/cm<sup>2</sup> para área sin apacentamiento y apacentamiento.

## **2.5 Sobrepastoreo y Secuestro de Carbono**

El ambiente de las tierras áridas se caracteriza por un conjunto de elementos que afectan su capacidad para fijar el carbono. La característica principal de las tierras áridas es la falta de agua. Esto limita la productividad de las plantas de forma severa y, por lo tanto, afecta la acumulación de carbono en los suelos (FAO 2007).

El problema se agrava, debido a que la lluvia no sólo es escasa, sino que generalmente es errática. Por lo tanto, un buen manejo de la poca agua existente es esencial. Además, el contenido de carbono orgánico del suelo tiende a decrecer exponencialmente con la temperatura. En consecuencia, los suelos de las tierras áridas contienen pequeñas cantidades de carbono (entre uno y menos de 0,5 por ciento). Cuando la reserva de carbono orgánico del suelo se ha agotado como consecuencia del uso de la tierra generalmente se incrementa con la adición de biomasa a los suelos. Los suelos de las tierras áridas son proclives a la degradación y la desertificación, lo cual conduce a

reducciones importantes en el contenido de carbono orgánico del suelo. Sin embargo, también existen algunos aspectos de los suelos de las tierras áridas que actúan en favor del secuestro de carbono en las regiones áridas. Los suelos secos tienen menor probabilidad de perder carbono que los suelos húmedos, debido a que la falta de agua limita la mineralización del suelo y por tanto el flujo de carbono hacia la atmósfera (FAO 2007).

En consecuencia, el tiempo de residencia medio del carbono en las tierras áridas es largo, algunas veces más largo que en los suelos de los bosques. El problema de la permanencia del carbono secuestrado es un aspecto importante en la formulación de los proyectos de secuestro de carbono. Aunque la proporción de carbono que puede secuestrarse en estas regiones es baja, puede tener una buena relación costo-efecto, particularmente si se toman en consideración todos los beneficios colaterales resultantes del mejoramiento del suelo y su restauración. El mejoramiento de la calidad del suelo como consecuencia del incremento del carbono en el suelo, tendrá un impacto social y económico importante en los medios de vida de las personas que viven en estas áreas. Además, dada la gran cantidad de tierras áridas, existe un alto potencial de secuestro de carbono. El potencial de las tierras áridas para secuestrar carbono es alto, no solo debido a su gran magnitud, sino también porque históricamente, los suelos de las tierras áridas han perdido cantidades significativas de carbono y falta una cantidad importante para su saturación (FAO 2007).

### **2.5.1 Características de las tierras áridas que afectan la captura de carbono**

#### **Desfavorables**

- Falta de agua
- Lluvia escasa y errática
- Temperatura generalmente alta

- Baja productividad
- Bajo contenido de materia orgánica del suelo (0,5-1 %) y de nutrientes del suelo
- Tendencia a la degradación del suelo y la desertificación

### **Favorables**

- El tiempo de residencia medio de la materia orgánica del suelo es largo
- Ocupan más del 43 por ciento de la superficie de la tierra
- El mejoramiento de la calidad del suelo a través del secuestro de carbono tendrá un gran impacto económico y social

### **2.5.2 La desertificación y el Secuestro del Carbono**

Los efectos de la desertificación sobre la calidad del suelo incluyen:

- Pérdida en la agregación del suelo
- Disminución de la capacidad de infiltración de agua
- Reducción en la capacidad de almacenamiento de agua
- Incremento del potencial de erosión
- Agotamiento de la materia orgánica del suelo, dificultades para la germinación de las semillas
- Ruptura de los ciclos bioquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre,
- Alteraciones en el agua y en el balance de energía
- Pérdida de la capacidad de recuperación del suelo (FAO 2007).

### **2.6 Practicas de manejo en pastizales**

En el pasado, los pastizales han estado fuertemente ligados al apacentamiento de ganado domestico. Históricamente el uso tradicional ha sido la producción de carne para consumo humano. Sin embargo su uso ha impactado la estructura y funcionamiento de los pastizales. El sistema de apacentamiento especializado ha sido el mayor enfoque a considerar como practicas de manejo

para evitar la degradación de los mismos (Stoddart et al 1975, Heady y child 1994 Holecheck et al 1998 y Vallentine 2001). Durante los últimos 20 años la importancia de la fauna silvestre en pastizales ha incrementado su interés como estrategia productiva o de conservación (Krausmon 1996). Muchas prácticas de manejo pueden ser usadas para mejorar el hábitat para la fauna silvestre como también para el ganado (Holecheck et al 1998 y Bryant 1998).

Prácticas de manipulación de vegetación tales como herbicidas control mecánico y fuego recibieron un fuerte énfasis en los últimos 50 años (Sifres 1980 Wright y Bailey 1982, Vallentine 1989 y Holecheck et al 1998). Ambas practicas de manejo sistemas de apacentamiento y control de arbustivas causan diversos impactos en el pastizal dependiendo de la frecuencia, intensidad y época de aplicación.

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en el rancho Experimental Ganadero “Los Ángeles”, municipio de Saltillo Coahuila, ubicado 34Km. al sur de la capital del Estado, por la carretera Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas. Las coordenadas geográficas entre las cuales se ubica la superficie del rancho son 25° 04' 12" y 25° 08' 51" Latitud Norte y 100° 58' 07" y 101° 03' 12" Longitud Oeste (Serrato, 1983).

##### 3.1.1 Metodología

El monitoreo de carbono se hizo: Rancho “los Ángeles” (pastoreo moderado y sobre pastoreo).

##### Características del sitio.

Se seleccionaron el sitio con diferente historial de manejo para comparar la influencia del manejo sobre el contenido de carbono en suelo y vegetación.

##### 3.1.2 Variables a evaluar

En cada sitio se hizo muestreos de suelo y vegetación:

1) suelo en cada condición de pastizal se realizó muestreos de suelo a diferentes profundidades (0-10, 11-20cm) .En cada sitio se hizo un muestreo de la siguiente manera: se seleccionaron dos especies *Bouteloa gracilis* y *Larrea tridentata*. El muestreo del suelo se realizó debajo de *Bouteloa gracilis* y entre la especie abierta entre individuos de la misma especie; de igual manera se hizo para *Larrea tridentata* (debajo de gobernadora y entre la especie abierta). Cada muestra se determinó y se emplearon los siguientes métodos: Para la determinación de carbono orgánico se utilizó el método (Walkle, Black, 1938 y Allison 1965), para el Ácido Húmicos (AH) y Ácido Fulvicos (AF) fue (López et al

2006) y para la determinación Densidad Aparente (DA) fue el método de la probeta utilizando la siguiente formula:  $Da = m / v = \text{gcm}^{-3}$ .

2) Vegetación en cada condición de pastizal se analizó la vegetación (herbáceos, gramíneas y arbustivas) así como el mantillo, según corresponda es decir en arbustivas se estimó la producción en relación a una función alométrica acorde a cada arbustiva, después se colectó una muestra para estimar contenido carbono. La producción de forraje se realizo la estimación con  $1 \text{ m}^2$ . Se estimó la producción total y se determinó contenido carbono en vegetación (0.45).

### **3.2 Análisis Estadístico**

Las determinaciones de contenido de carbón en el suelo y vegetación se comparo en funciones de un ANVA. De un diseño completamente al azar. Cuando haiga diferencia significativa en comparación de medias se hará con la prueba de Tuckey en una probabilidad de  $p > 0.05$

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Características del suelo

El pH de ambos pastizales en considerando como alcalino dado que los valores sobrepasan el ocho (8.0). Los microambiente analizado (isla de fertilidad e interespacio). Son similares así como a las distintas profundidades (0-10 cm y 11-20 cm.) tanto para *Bouteloua gracilis* como *Larrea tridentata*. Este pH alcalino se debe al origen de los suelos ya que el material original es predominantemente rocas rudimentarias básicas es decir dentro de un componente predominan el carbonato, bicarbonato y fosfato de calcio, magnesio, sodio y potasio (Bohn et al., 1993). La densidad aparente (DA) en *Bouteloua gracilis* son similares para microambiente y profundidades; ya que los valores no sobrepasan al  $\text{gcm}^3$ . Mientras que en *Larrea tridentata* es superior en los interespacio que en la “isla de fertilidad” claro mayor densidad aparente se debe a gran parte a la acumulación de MO sin descomponer y además el dosel de *Larrea tridentata* y plantas de *Bouteloua gracilis* protege a la superficie del suelo de cualquier disturbio (Bird et al 2002). En suelos provenientes de *Bouteloua gracilis* los valores de MO, NT y carbono orgánico son menores en la isla fertilidad, mientras que en los interespacios son superiores. Los contenidos de ácidos hùmicos (AH) y de ácidos fùlvicos (AF) son diferentes en los microambiente como profundidades; siendo superior los AF (Cuadro 1).

En suelos de *Larrea tridentata*, en contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total (NT), de ácidos hùmicos (AH) y de ácidos fùlvicos (AF) son superiores en los interespacios que en la “isla de fertilidad” de *Larrea tridentata* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características del suelo del pastizal mediano abierto y el matorral parvifolio inerme.

		<i>Bouteloua gracilis</i>		<i>Larrea tridentata</i>	
		Isla de Fertilidad	Interespacio	Isla de fertilidad	Interespacio
C org. (%)	0-10	0.75	2.42	2.60	2.87
	11-20	2.72	3.29	2.72	3.95
MOS (%)	0-10	1.30	5.32	4.48	4.95
	11-20	4.69	4.51	5.40	5.22
N total (%)	0-10	0.065	0.208	0.224	0.247
	11-20	0.234	0.284	0.234	0.222
Relación (C/N)	0-10	0.718	0.647	0.611	0.608
	11-20	0.609	0.609	0.609	0.609
Da (g cm <sup>3</sup> )	0-10	0.97	0.98	0.98	1.02
	11-20	0.87	0.98	0.94	1.03
COS (g k <sup>-1</sup> de suelo)	0-10	0.75	2.42	2.60	2.87
	11-20	2.72	3.29	2.73	3.95
AH (%)	0-10	1.56	1.12	1.00	1.16
	11-20	1.50	1.20	1.26	1.26
AF (%)	0-10	1.00	2.90	2.13	3.46
	11-10	4.83	3.46	2.46	4.33

## 4.2 Características del pastizal

El apacentamiento ejercido a los pastizales áridos provoca cambios en su estructura y funcionamiento. Una carga animal moderada mantiene las características de la estructura del pastizal mediano abierto. El manejo actual a provocado que la cobertura basal sea de un 54% donde *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, son las especies que ocurren con mayor frecuencia teniendo un 46% de interespacio es decir suelo desnudo que ocurre de un individuo a otro individuo (Cuadro 2)

Por otra parte un manejo inadecuado del pastizal provoca la conversión a matorrales caracterizados en este caso por el matorral parvifolio inerme donde *Larrea tridentata* y *flourensia cernua* son las especies dominantes. Esta arbustivas hacen que existan un 62% de cobertura aérea y un interespacio 76% dado que la isla de fertilidad (rizosfera) provoca que únicamente un 23% sea como tal (Cuadro 2). En los dos escenarios se observa una producción de la fitomasa aérea de 5260 y 7168Kg de MS Ha<sup>-1</sup> para el pastizal mediano abierto y matorral parvifolio inerme respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características del pastizal mediano abierto y el matorral parvifolio inerme.

Atributo	Pastizal mediano Abierto	Matorral parvifolio Inerme
A nivel comunidad		
Cobertura aérea (%)	-	62.21
Cobertura basal (%)	53.84	-
Isla de fertilidad (%) (rizosfera)	53.84	23.42
Interespacio (%)	46.16	76.58
Fitomasa aérea MS (Kg. Ha <sup>1</sup> )	5260.00	7168.16
A nivel individuo		
Isla de fertilidad (cm <sup>2</sup> ) (rizosfera)	325.93	2126.00
Interespacio (cm.)	20	180

### 4.3 Carbono orgánico del suelo a nivel individuo

De acuerdo a los resultados se muestran que un apacentamiento moderado mantiene la homogeneidad de los pastizales mientras que el apacentamiento pesado trae como resultado mayor degradación. En consecuencia el pastoreo moderado provoca que la cobertura basal de *Bouteloua gracilis* sea de 325.93 cm<sup>2</sup> el cual ocasiona que se forma una isla de fertilidad (rizosfera) de la misma dimensión mientras que, en el matorral *Larrea tridentata* tiende a formar una Isla de fertilidad de 2126.00 cm<sup>2</sup>. Eso trae como consecuencias un impacto en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo a nivel individuo o a nivel grupo funcional (Cuadro 3).

**COS dentro de especie.** Se observa que en *Bouteloua gracilis* existe una diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) en el COS a una profundidad de 11-20cm con respecto a 10cm de profundidad. Por lo que existe aproximadamente un 70 por ciento más de COS a los 11-20cm que en los primeros 10cm (Cuadro 3). Sin embargo en individuos de *Larrea tridentata* no muestra diferencias significativas a las dos profundidades. En consecuencia en la isla de fertilidad en la gobernadora se almacena aproximadamente 540 gr. de carbono (Cuadro 3).

**COS entre especies.** Por otra parte, el carbono orgánico del suelo (COS) a una profundidad de 10 cm. es menor debajo de *Bouteloua gracilis* comparado con la *Larrea tridentata* con una diferencia de 512.6g C. De igual manera existe una relación a los 11-20cm de profundidad siendo mayor en *Larrea Tridentata* (Cuadro 3).

Derner, Briske and Boutton (1997) mencionan que existe diferencia del C en el suelo dependiendo de la especie aun dentro del mismo grupo funcional siendo mayor en *Bouteloua gracilis* que en *Schizachyrium scoparium*.

Cuadro 3. Almacenaje de carbono (gr. C por individuo) de “Islas de fertilidad” de *Bouteloua gracilis* y *Larrea tridentata*.

Profundidad (cm.)	<i>Bouteloua gracilis</i>	<i>Larrea tridentata</i>
	-----gr. C individuo <sup>1</sup> -----	
<b>0-10</b>	23.42+- 4.44 b B	536.035+- 19.87 n.s A
<b>11-20</b>	79.90+- 6.52 a B	544.18+- 12.75 n.s A

Literales minúsculas diferentes dentro de la columna son significativas ( $p \geq 0.05$ )

Literales mayúsculas diferentes entre columnas son significativa ( $p \geq 0.05$ )

#### 4.4 Carbono orgánico de suelo a nivel paisaje.

En el Cuadro 4 se observa que pastizales con dominancia de *Bouteloua gracilis* existe un mayor almacenamiento de C a una profundidad de 11-20 cm, que de 0-10cm; mostrando valores de 13.19 y 15.00 ton C Ha<sup>1</sup> para la isla de fertilidad e interespacio respectivamente. Sin embargo en *Larrea tridentata* no existe diferencia significativa en isla de fertilidad cuanto profundidades, mientras que interespacio si se observa diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) siendo mayor a la profundidad de 11-20cm con una diferencia de aproximadamente 10 ton C Ha<sup>1</sup>.

Esto concuerda con lo encontrado por Hughes *et al.* (2006) y Liao, Boutton y Jastrow (2006) quienes establecen que comunidades de pastizales con predominancia en gramíneas y convertido a matorrales incrementan significativamente el C en el ecosistema. Sin embargo Abril y Bucher (2001) establecen la controversia debido a que mencionan que el sobrepastoreo causa una reducción del C en el suelo hasta un 78% del valor original; así como la funcionalidad de la comunidad microbiana del suelo (Abril y Bucher 1999).

Esto convierte con lo analizado por Schade y Hobbie (2005) quienes establecen que a nivel paisaje y micro ambiente (isla de fertilidad e interespacio) afectan la funcionalidad del ecosistema.

De igual manera Su, Zhao y Zhang (2003) establecen que pastizales con un pastoreo continuo por largo tiempo provoca una disminución del C orgánico del suelo a profundidades de 0 -15 centímetros.

Cuadro 4. Almacenaje de carbono (Ton C ha<sup>-1</sup>) de “Islas de fertilidad” e interespacio en Pastizales áridas a nivel paisaje.

Especie	Profundidad	Ambiente	
		Isla de fertilidad	Interspacio
		-----ton C ha <sup>1</sup> -----	
<i>Bouteloua gracilis</i>	0 -10	3.87	10.96
	11-20	13.19	15.00
<i>Larrea tridentata</i>	0-10	5.90	21.91
	11-20	5.99	31.32

## V CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de los pastizales en los que se realizo el trabajo se puede concluir que:

1. Existe un mayor almacenamiento de Carbono Orgánico en el suelo en pastizales degradados dominados por *Larrea tridentata*, que en pastizales con un manejo moderado.

2.- Se observa una mayor concentración de carbono en los interespacios que en la isla de fertilidad (rizosfera).

3.- En pastizales con un manejo moderado se observa que la concentración de Carbono Orgánico es mayor a profundidad de 11-20cm que en los primeros 10cm.

4.- El Carbono Orgánico es mayor en isla de fertilidad de *Larra tridentata* que en la isla de fertilidad formado por la *Bouteloua gracilis*.

## VI LITERATURA CITADA

- Abril A., Bucher, E.H. 1999. The effects of overgrazing on Soil microbial community and fertility in the Chaco dry savannas of Argentina. *Applied Soil Ecology* 12: 159-167.
- Abril A., Bucher. E.H. 2001. Overgrazing and Soil carbon dynamics in the western Chaco of Argentina. *Applied Soil Ecology* 16:243-249.
- Allison L.E. 1965. Organic Carbon. 1367-1378. In: Black E.A. et al (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties. Monographs 9 American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.*
- Amthor J.S. 1995. Terrestrial higher plant response to increasing atmospheric CO<sub>2</sub> in relation to the global carbon cycle. *Global Change Biology* 1:243-274.
- Borelli, P. y Oliva, G. 2001. Efecto de los animales sobre los pastizales. Cap. 4. pp. 99-128. En línea  
19/02/08/, disponible: [http://www.inta.gov.ar/Santacruz/info/documentos/re\\_cnat/Libro%20TME/TME%204.pdf](http://www.inta.gov.ar/Santacruz/info/documentos/re_cnat/Libro%20TME/TME%204.pdf)
- Brack, A. y Mendiola, C.s/f. La Vegetación como Factor Ecológico. En línea  
13/02/08/, disponible: [http://peruecologico.com.pe/lib\\_c1\\_t14.htm](http://peruecologico.com.pe/lib_c1_t14.htm)
- Buono, G. 2005. Sistema de pastoreo ovino-bovino en mallines. En línea  
28/02/08/, disponible: <http://www.produccion-animal.com.ar/>.
- Campbell, B.M., M. Luckett and J. Scoones 1997. Local level valuation of savanna resources: a case study from Zimbabwe. *Economic botany* 51:59-57.
- Costanza, R., R. Large, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naem, r.V. O'Neill. J. Parvelo, R.G. Rosking, P Sutton and M. van den belt 1997. The value of the world's ecosystem services and natural of capital *Nature* 387:253-260.

- Derner, J.D. Briske D.D. and Boutton T.W. 1997. Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C<sub>4</sub> perennial grasses along an environmental gradient? *Plant and Soil* 191: 147-156.
- Ewel, K., R. Twilley and J.Org. 1998. Different kinds of mangrove forests different kinds of goods and services. *Global ecology and biogeography letters* 7:83-94.
- Fléchet, G. 2007. El sobrepastoreo acelera la erosión de los suelos en el Norte de México. Ficha n°281. En línea 19/02/08, disponible:[http://www.ird.fr/es/textes/fas\\_281\\_es.pdf](http://www.ird.fr/es/textes/fas_281_es.pdf).
- FAO, 2007. Secuestro carbono en tierras ardías. Informe sobre recursos mundiales de suelos. 102. 120p.
- Gitas H., S. Brown, W. Easterling and B. J allow 2001. Ecosystem and their goods and services. 237 – 342 p.
- Hughes, R.F., Arclier S.R., Asuer G.P., Wessman C.A., Mc Mortig CH., Nelson J. and Ansley J. 2006. Changes in aboveground primary production and carbon y nitrogen pools accompanying woody plant encroachment in a Temperate savanna. *Global Change*.
- Holecheck J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 1998. *Range Management Principles and practices*. 3er Ed. Prentice Hall Press 542.
- Heady H.F. and R.D. Child 1994. *Rangeland Ecology and Management* Westview Press. San Francisco.
- IPCC 2000. Land use, Land-use change and Forestry a special report of IPCC (Watsen R.T., J.R. Novel. B. Bolin H.H. Ravindranath OJ. Verardo and D.J. Dikken (eds) Cambridge University Press UK and N.Y. 377P.
- IPCC 1990 *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Houghton J.T., C.J. Jenkins and J.J. Ephraims (eds). Cambridge University press. Cambridge U.K. and N.Y.USA 365 p.
- Klemmenson, J.O. 1970. Needs for soil information in the management of range resources. *Journal of Range Management*. 23:139-143 p.
- Krausmon P.R. 1996 *Rangeland Wildlife*. The Society of range Management. Denver CO.

- Liao J.D., Botón T.W., Jastrow J.D., 2006 Storage and dynamics of carbon and nitrogen in soil physical fractisus following woody pleat invasion of grassland. *Soil Biology and Biochemistry*. (en prensa)
- Lusby 1970, citado: Garcés, F. C. 2002. Efecto de apacentamiento de bovinos sobre las características físicas – químicas de suelos ganaderos. Tesis L.C. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mexico. 49p. .
- López C., R., Gallego del Tejo, E. Peña C. A. Reyes L., R., Castro, F. y J.F.J. Chávez G.2006. Substancias humicas de origen diverso en algunas propiedades físicas de un suelo franco- arcilloso- limoso. *Terra Latinoamericana*. 24(3): 303-309.
- Meunier, J. 1973. El pasto bajo los dientes de los animales; consideraciones sobre la explotación racional de praderas. En línea 18/02/08/, disponible: <http://www.produccion-animal.com.ar/>.
- Martínez. P. 2004. Capacidad de carga en los cotos de caza mayor en hornachuelos. En línea 15/02/08/, disponible: <http://www.cienciasambientales.com/article.php?op=Print&sid=2468>
- Neftel, A.E. Moor.H. Beschger and B. Stanffer. 1985. Evidence from polar ice cores for the increase in atmospheric CO2 in the post two centuries *Nature* 315:45-57.
- Payne, N.F.and F.C. Bryant 1994. *Techniques for wildlife habitat management of upland*. McGraw. Hill inc. 480p.
- Pearce, d. and d. Moran 1994. *The economic value of biodiversity*. Earthsean. London. UK. 172p.
- Pagani, A. 2000. Compactación de suelos en sistemas de cultivos: naturaleza, causas y posibles soluciones. En línea 18/02/08/, disponible: [http://www.inta.gov.ar/balcarce/ResumenesPG/PGPV2006/noviembre/Pagani\\_Agustin.doc](http://www.inta.gov.ar/balcarce/ResumenesPG/PGPV2006/noviembre/Pagani_Agustin.doc)

- Ramírez, R. 2002. Efecto del pisoteo caprino en las propiedades físicas de un suelo de la universidad nacional de Colombia sede Medellín. pp 1-12. En línea 15/02/08/, disponible:  
[http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez/efecto\\_del\\_pisoteo\\_caprino\\_en\\_las\\_propiedades\\_fisicas\\_de\\_un\\_suelo\\_de\\_la\\_universidad\\_nacional\\_de\\_colombia\\_sede\\_medellin.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez/efecto_del_pisoteo_caprino_en_las_propiedades_fisicas_de_un_suelo_de_la_universidad_nacional_de_colombia_sede_medellin.pdf)
- Smoliak, S., J. F. Dormaar, and A. Johnston. 1972. Longterm grazing effects on Stipa – Bouteloua prairie soil. Journal of Range Management. 25: 246-250 p.
- Schmutter, E.M. 1971. Estimation of range use with grazed class photo guide. Cooperative Extension Service and Agriculture Experiment Station. Bull A-73. The University of Arizona. U.S.A. 15 p.
- Scifres C.J. 1980. Brush managementn. Texas A& M. University Press. College Station Tx. Wright H.A. and W. Bailey 1982. Fire ecology John Wiley & Sons. Inc. New York.
- Stoddart, L.A. A.D. Smith and T.W. Bos. 1975. Ranga Mangement 3er Ed. McGraw Hill Book Company, N. L.
- Su, Z.Y., Zahao H.C., y Zhoug T. H. 2003. Influences of grazing and exclosure on carbon sequestration in degraded saudy grassland, Inner Mongolia north China. New Zeland Journal of Agricultural 46:321-328.
- Schade J. D., Hobbie S.E., 2005. Spatial and Temporal variation in islands of fertility in the Souoron Desrt. Biogeodievustry 73:541-553.
- Vellentine J.K. 1989. Range development and improvements. 3 Ed. Brigham Young University press Provo UT.
- Walkley, A. and C.A. B. 1934. An examination of the Degtjareff method for determing soil organic matter, and aproposed modification of the chromic acid titration method, Soil Sci. 37:29-38
- Workman J.P. 1986. Range economics: Macmillan publishing Company N. Y.
- Wright H.A. and W. Bailey 1982. Fire ecology John Wiley & Sons. Inc. New York.