

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ESTIMACIÓN DEL SECUESTRO DE CARBONO EN PASTIZALES ÁRIDOS

Por:

ARTURO CASTRO TAPIA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2008

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESTIMACIÓN DEL SECUESTRO DE CARBONO EN PASTIZALES ÁRIDOS

Presentada por:

ARTURO CASTRO TAPIA

TESIS

**Que se somete a consideración por el H. Jurado Examinador como requisito
Parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Aprobada

**MC. Luís Pérez Romero
Presidente del jurado**

**MSc. Humberto C. González Morales
Sinodal**

**Dr. Juan José López González
Sinodal**

**Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, a Junio del 2008

Dedicatorias

A Dios

Le doy gracias al señor por permitir concluir esta etapa de mi vida, por darme el privilegio de vivir y la oportunidad de seguir adelante, gracias por brindarme salud paz y armonía conmigo mismo y por hacer de mi cada día un mejor ser humano.

A Mi Esposa: Dalia Herrera Zamora

Mi princesa bonita gracias por aguantar todo este tiempo en mi ausencia gracias por el apoyo que también me brindaste por ese ser tan maravilloso que eres por inspirarme a ser alguien en la vida por ese ser que nos une y que llevas en tu vientre tqm por brindarme tu amor cariño y comprensión.

A Mi Padre: Arturo Castro Jiménez

Gracias padre por tus consejos me enseñaste a luchar. Aspirando siempre a lo más alto y a mis sueños no renunciar. Por enseñarme nobles valores: el amor, rectitud responsabilidad y compasión, justicia, desinterés, trabajo. Por todos tus desvelos. Por tu amor paternal. Hombres como tú hay pocos. Eres un padre ideal. Por cumplir con tus deberes. Porque nunca me fallaste. Porque siempre puedo contar contigo. Porque siempre estás ahí, tendiéndome tu cálido abrazo. Por ser modelo en mi vida. Por siempre creer en mí. Por todo esto padre, te aprecio, y a Dios de nuevo agradezco por en mi vida tenerte a ti.

A Mi Madre: Ma. Magdalena Tapia Romero

Gracias por darme tu apoyo madre por ser la mujer más bella que jamás conocí. Todo lo que soy, te lo debo a ti madre. Atribuyo todos mis éxitos en esta vida a la enseñanza moral, intelectual y física que recibí de ti gracias una vez mas por esos regaños por esos consejos que siempre me diste por impulsarme a seguir adelante por querer lo mejor para mí gracias por darme la vida tqm mamá.

A mis hermanas:

Ángeles castro tapia

Este triunfo es tuyo hermana donde sea que estés te extraño y te quiero mucho gracias por apoyarme por estar siempre conmigo cuando yo te necesito, gracias por cuidar de nuestros padres de mi sobrina Ángeles gracias hermana siempre estas en mi pensamiento, simplemente este proyecto es de los dos por tu apoyo y cuidado que siempre me brindas, todos te extrañamos también se que tu nos cuidas y nos proteges, gracias por ser una hermana ejemplar.

Verónica castro tapia

Gracias hermana por el apoyo moral e incondicional que me as dado también quiero que sepas que tqm que siempre estaré cuando tu me necesites por que somos una familia unida y mi hermana así lo quiere que siempre estemos unidos.

Agradecimientos

Quiero agradecer a dios a mis padres y a todas las personas que creyeron en mí y me dieron su confianza y apoyo.

A mi “Alma Terra Mater” (**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**) por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de dar un paso mas para mi desarrollo personal y la oportunidad de ser alguien en la vida y por enseñarme a valorar muchas cosas a formarme como profesionista.

A la División de Ciencia Animal, a todos mis profesores que con su apoyo enseñanza y consejos hicieron de mi un profesionista para concluir una etapa mas de mi vida.

Al Departamento de Recursos Naturales por darme la oportunidad de participar en este proyecto así como los profesores que me dieron clases a los cuales yo considero mis amigos por sus sabios consejos que en tiempos difíciles los necesite.

A Mi Asesor Mc. Luís Pérez romero por darme la oportunidad de participar en este proyecto y por brindarme su amistad y tiempo para la realización de este proyecto, gracias.

Al MSc. Humberto C. González Morales por su amistad y consejos que me dio cuando los necesite y por su apoyo dedicación y colaboración en la revisión y corrección del presente trabajo.

Al Lic. Armando Rodríguez Pérez por brindarme su amistad y su apoyo incondicional por darme buenos consejos y por ayudarme a tener ética profesional y hacer de mi ahora un buen profesionista a enseñarme que no pasa nada todo tiene arreglo a enfrentar los problemas y adversidades que se presentan en la vida y sobre todo a salir adelante a no darse por vencido le debo mucho mil gracias.

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

A Mis Compañeros del Internado

Fabián Hinojosa García (mosco) Sergio Francisco Díaz González (charoláis) Pedro Díaz Jarquín (pedro) Agustín (joven) a todos los que me conocieron y me brindaron su amistad y como olvidar al palomar tres cuarto 10 que fue mi hogar durante 3 años y medio.

A Toño el del ranchito el hijo de don Ramón. A mis amigos don Nico y Chuy, los checadores del comedor.

REFLEXIÓN

BUSCA EL TRIUNFO

Después de mucho esperar, un día como cualquier otro decidí triunfar, decidí no esperar las oportunidades sino yo mismo buscarlas.

Decidí ver cada problema como la oportunidad de encontrar una solución, decidí ver cada desierto como la oportunidad de encontrar un oasis, decidí ver cada noche como un misterio a resolver, decidí ver cada día como una nueva oportunidad de ser feliz.

Aquel día descubrí que mi único rival no eran mas que mis propias debilidades, y que en estas, está la única y mejor forma de superarnos, aquel día deje de temer a perder y empecé a temer a no ganar, descubrí que no era yo el mejor y que quizás nunca lo fui, me dejo de importar quien ganara o perdiera, ahora me importa simplemente saberme mejor que ayer.

Aprendí que lo difícil no es llegar a la cima, sino jamás dejar de subir.

Aprendí que el mejor triunfo que puedo tener, es tener el derecho de llamarle a alguien "Amigo"

Descubrí que alcanzar una meta no es un destino, es sólo parte de nuestro camino.

Aquel día deje de ser un reflejo de mis escasos triunfos pasados y empecé a ser mi propia tenue luz de este presente; aprendí que de nada sirve ser luz, si no vas a iluminar el camino de los demás.

Aquel día decidí cambiar tantas cosas, aquel día aprendí que los sueños son solamente para hacerse realidad, desde aquel día ya no duermo para descansar ahora simplemente duermo para soñar.

INDICE

| | |
|--|------|
| Dedicatoria ----- | III |
| Agradecimientos ----- | IV |
| Reflexiones ----- | V |
| Índice de contenido ----- | VI |
| Índice de cuadros ----- | VII |
| Índice de figuras ----- | VIII |
| I INTRODUCCION ----- | 1 |
| Objetivos ----- | 2 |
| II REVISION DE LIETRATURA ----- | 3 |
| Pastizal mediano abierto ----- | 3 |
| Matorral inerme parvifolio ----- | 5 |
| Bienes y servicios en pastizales ----- | 6 |
| Definición del secuestro de Carbono----- | 7 |
| Ciclo de carbono ----- | 8 |
| Cambio climático ----- | 10 |
| Concentraciones de Co ₂ ----- | 10 |
| Practicas de manejo en pastizales ----- | 12 |
| Materiales y métodos ----- | 14 |
| Localidad del área de estudio ----- | 14 |
| Características del sitio ----- | 14 |
| Variables a evaluar ----- | 14 |
| Análisis estadístico ----- | 16 |
| RESULTADO Y DISCUSIÓN ----- | 16 |
| Características del pastizal ----- | 16 |
| Carbono en vegetación del suelo ----- | 17 |
| Implicaciones de manejo ----- | 18 |
| Conclusiones ----- | 19 |
| Glosario ----- | 20 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Características del pastizal mediano abierto y el matorral parvifolio inerte----- | 17 |
| Cuadro 2. Almacenaje de carbono (gr. C por individuo) de “Islas de fertilidad” de <i>Bouteloua gracilis</i> y <i>Larrea tridentata</i> ----- | 18 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|---|
| Figura 1. Ciclo del carbono ----- | 8 |
| Figura 2. Balance del carbono en el Ecosistema----- | 9 |
| Figura 3. Carbono del suelo ----- | 9 |

INTRODUCCIÓN

Los pastizales áridos y semiáridos del Norte de México cubren aproximadamente el 50% de la superficie del territorio nacional. Estos constituyen bienes y servicios a la sociedad. Sin embargo los humanos han ejercido una fuerte presión sobre estas tierras 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.

La degradación de pastizales áridos y semiáridos por sobre pastoreo o manejo inadecuado puede estar contribuyendo al incremento de los niveles de gases del efecto invernadero en la atmósfera. Sin embargo existen grandes lagunas concernientes a las cantidades de carbono (C) y otros elementos que se pierden en la atmósfera debido a la conversión de pastizales a matorrales.

Mientras que los bosques y áreas agrícolas y sus manejadores han reconocido como una clave el manejo del secuestro del C (Schimel 1995, Houghton et al. 1999) el papel del manejo de carbono en tierras de pastizales, se han empezado a reconocer como una fuente potencial de secuestros de C (Follet et al. 2000 y Conant et al. 2000 y Conant y Paustian. 2000). Por otro lado se considera que se tiene escaso entendimiento del papel de los pastizales áridos en el secuestro C. Por todo lo anterior se plantean las siguientes preguntas:

¿Cómo influyen las prácticas de manejo en los pastizales sobre el secuestro de C? ¿Existe un manejo que mantenga o incremente el secuestro del C en pastizales áridos?

Para responder estas preguntas se plantean las siguientes hipótesis. Los resultados de las prácticas de manejo sobre el CO_2 dependerán de cómo éstas afectan la estructura de los pastizales. Prácticas que mantienen la estructura de los pastizales tienen un efecto positivo sobre el secuestro de carbono. Como hipótesis alternativa se establece que prácticas de manejo que degradan los pastizales tienen un efecto negativo sobre el flujo del CO_2 siendo detrimental para el secuestro de carbono.

OBJETIVOS

- 1.- Cuantificar el carbono en vegetación y carbono orgánico del suelo en pastizales bajo pastoreo moderado y sobré pastoreado.
- 2.- Describir sus implicaciones en términos de manejo de pastizales y rehabilitación de pastizales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Pastizal Mediano Abierto

Esta comunidad vegetal esta formada por un conjunto de plantas delgadas, angostas y largas (graminiformes), de porte bajo (mediano para gramíneas), de 0.15 a 0.30 m de altura.

Generalmente se haya a altitudes de 600 a 2,800 metros, con pendientes entre 0 y 3% en valles y de 4 a 16% en laderas de sierras, por lo que pertenecen estos terrenos a las clases de “a nivel” o “casi a nivel”, “ondulado” o “suavemente ondulado” y “quebrado” o “suavemente quebrado”, con relieve de normal a subnormal, en laderas de sierra; erosión hídrica laminar y eólica.

Los suelos son de los denominados sierozem, grises de desierto, de origen *in-situ* y aluviales, con profundidad de somera (mas de 50 cm.). La textura varia de franco-arcillosa a franco-limosa y franco-arenosa; la estructura, de granular a blocoso-subangular y masiva, así como laminar con presencia de sales; de color rojizo, gris rojizo, y gris claro a blanco, tanto en seco como en húmedo, el drenaje interno es de bueno a regular y deficiente en ocasiones, siendo frecuente la aparición de calizas a poca profundidad.

La consistencia es ligeramente dura, con pedregosidad que varia desde 0 a 20% y rocosidad de 0 a 15% habiendo en ocasiones áreas donde la roca madre u horizonte C aflora a la superficie. La reacción es ácida a alcalina, con ph de 6.0 a 8.5.

Las principales especies que caracterizan esta comunidad vegetal son navajita azul *bouteloua gracilis*, navajita velluda, *B. chasei*, navajita negra *B. eriopoda* y zacate pelillo *munhlenbergia repens*.

Se consideran como especies deseables los zacates navajita azul *Bouteloua gracilis* navajita negra *B.eiropoda*, navajita velluda *B.chasei* popotillo azurado *Andropogon saccharoides*, zacate bufalo *Buchloe dactyloides*, navajita banderilla *Bouteloua curtispindula*, zacate gigante *Leptochloa dudia*, zacate rizado *Panicum hallii*, y zacate temprano *Setaria macrostachya*.

Como especies menos deseables se conceptúan los zacates pelillo *Muhlenbergia repens*, zacatón alcalino, *Sporobolus aeroides*, zacate Deagranador *S. Cryptandrus*, zacate flechilla *S comata*, popotillo hirsuto *Andropogon hirtiflorus*, tridente esbelto *Tridens muticus*, colorado *Heteropogon contortus*, *enneapogon spp*, popotillo cañuelo *Andropogon scoparius*, zacate digitado *Elyonurus tripsacoides*, zacate aparejo *muhlenbergia porteri*, *M. emersleyi* y zacaton piramidal *Sporobolus Pyramidatus*, y las arbustivas guajillo *Acacia berlandieri*, ramoncillo o engordacabra *Dalea tuberculata* , mariola *Parthenium incanum*, costilla de vaca *A triplex canescens* y quebradora *Lippia ligustrina*.

Así como barbón puntiagudo *Pappophorum mucronulatum*, barbón bicolor *Pappophorum bicolor*, zacate lobero *Lycurus phleoides*, zacate guía *Panicum obtusum*, flechilla fina *Stipa tenuissima*, zacate escobilla *Leptoloma cognatum*, navajita roja *Bouteloua trifida*, navajita china *B. breviseta*, navajita de uña *B. uniflora*, liendrilla ligulada *Muhlenbergia longiligula* y zacate ladera *Enneapogon desvauxii*.

Los sitios con este pastizal bajo una condición buena presentan un coeficiente de agostadero de 12 a 19 has por unidad animal año, mientras que bajo una condición pobre aproximadamente se requiere de 18 a 30 has por unidad animal año, dependiendo del sitio de pastizal (COTECOCA, 1978).

Matorral parvifolio inerme

Esta comunidad vegetal está formada por un conjunto de especies arbustivas de 1 a 2 m de altura, generalmente desprovistos de espinas y con hojas o folíolos pequeños. Se le localiza en regiones del oeste, centro, este, sureste y en zonas de escurrimiento excesivo de la región noroeste del Estado.

Generalmente se haya a altitudes de 300 a 2,300 metros, presentando pendientes entre 0 y 4% en valles y planicies y de 4 a 16 y hasta 60% en lomeríos, cerros y laderas de sierras; Pertenecen estos terrenos a las clases de “a nivel” o “casi a nivel”, “ondulado” o “suavemente ondulado”, “quebrado” o “suavemente quebrado”, “cerril” y “escarpado”, con relieve de normal a subnormal y excesivo, con erosión hídrica laminar y en surco.

Los suelos son de los denominados sierozem, chesnut y chernozem, de origen aluvial, coluvial e *in-situ*, con profundidad de somera (0 a 25 cm.) a profunda (más de 50cm). La textura es de franco-arcillosa a franco-arenosa; la estructura granular, blocoso-subangul y laminar; de color gris, café y rojo, en seco y en húmedo. El drenaje interno es de bueno a regular, siendo frecuente la aparición de calizas o roca madre, a poca profundidad.

La consistencia es de suave a ligeramente dura, con pedregosidad que varía de 0 a 35% y rocosidad de 0 a 50% habiendo ocasionalmente áreas donde la roca madre u horizonte C aflora la superficie. La reacción es ligeramente ácida a alcalina, con pH de 6.8 a 9.2.

Las principales especies que caracterizan a esta comunidad vegetal son: *gobernadora Larrea tridentata*, hojaseñ *Flourensia cernua*, palma china *Yucca filifera*, zacate punta blanca *Trichachne californica*, zacate toboso *Hilarra mutica*, costilla de vaca *Atriplex canescens*, chaparro amargoso *Castela texana*, huizache *Acacia farnesiana* mezquite *Prosopis juliflora*, lechuguilla *Agave lecheguilla*, mariola *Parthenium incanum*, albarda u ocotillo *Fouquieria splendens* y largoncillo *Acacia constricta*.

Se consideran como especies deseables los zacates tempranero *Setaria macrostachya*, banderilla *Bouteloua curtipendula*, rizado *Panicum hallii*, navajita azul *Bouteloua gracilis*, navajita velluda *B. hirsuta*, aparejo, *Muhlenbergia porteri*, escobilla *Leptoloma cognatum*, gigante *Leptochloa dubia*, punta blanca *Trichachne californica*, navajita china *Bouteloua breviseta* y navajita roja *B. trifida*.

Como especies menos deseables, los zacates, toboso *Hilaria mutica*, guía *Panicum obtusum*, barbón puntiagudo *Pappophorum mucronulatum*, búfalo *Buchloe dactyloides*, pelillo *Muhlenbergia repens*, tridente esbelto *Tridens muticus.*, *Muhlenbergia villosa*, popotillo dulce *Andropogon saccharoides*. popotillo plateado *A. barbinodis*, zacate burro *Scleropogon brevifolius*, flechilla *Stipa clandestina*, mezquite *Hilaria belangeri*, zacatón alcalino *Sporobolus airoides*, zacate pelillo *Muhlenbergia repens*, amor perennes *E. Eragrostis spp.* y panizos perennes *Panicum spp.*

Sitios con el matorral parvifolio bajo en condición buena se requieren hasta 25 has por unidad animal, mientras que en sitios con una condición pobre se requieren de 75 has por unidad animal (COTECOCA, 1978).

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 éstos, bajo el contexto de servicios ecológicos. Cosecha de agua, biodiversidad aire limpio, paisajisimo y secuestro de C entre otros son algunos de los servicios

ecológicos que los pastizales pueden proveer (WRI, 2000). La sociedad pone valores sobre estos bienes y servicios directa o indirectamente (Ewel et al 1998 y Pearce and Moran 1994). Sin embargo los pastizales proveen muchos de estos bienes y servicios de una manera simultánea. (Constanza et al. 1997 y Gitay et al. 2001, Houstad et al 2007).

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

El secuestro de C como un servicio ecológico en pastizales, considerado por WRI como potencialmente bueno (WRI, 2000). EL IPCC (2000) estima que el secuestro de carbono en pastizales es del orden de 84 Gt C en la vegetación (de un total global de 2011 Gt), sin embargo el WRI menciona un rango de 405-806 Gt para el carbón total almacenado. Ambas estimaciones sugieren que los pastizales son importantes en el secuestro de C.

Definición de secuestro de carbono

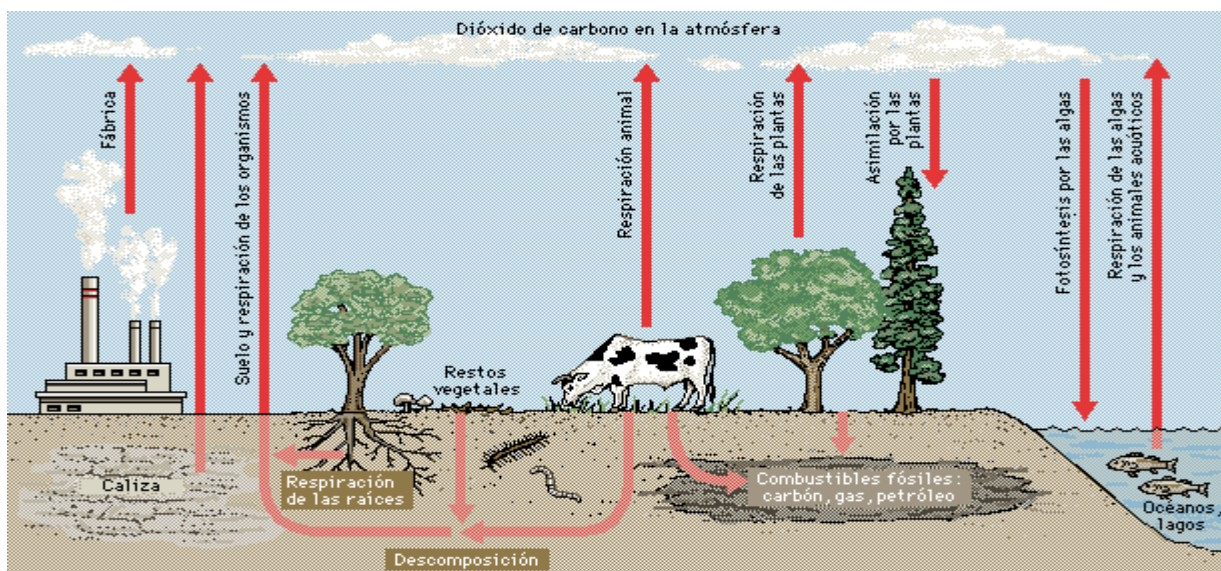
El secuestro de carbono es esencialmente el proceso de transformación del carbono del aire (Dióxido de carbono, CO_2) en carbono almacenado en el suelo. Dióxido de carbono es absorbido por las plantas a través del proceso de la fotosíntesis, e incorporando en la planta como tejido vegetal. Cuando las plantas mueran, el carbono de las hojas, los tallos y las raíces se descomponen en el suelo y se convierte en materia orgánica, este es el proceso básico llamado secuestro de carbono (Derner, J.D et al.1997)

Ciclo del carbono

Ciclo del carbono, en ecología, ciclo de utilización del carbono por el que la energía fluye a través del ecosistema terrestre. El ciclo básico comienza cuando las plantas a través de la fotosíntesis, hacen uso de del dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmósfera o disuelto en el agua. Parte de este carbono pasa a formar parte de los tejidos vegetales en forma de hidratos de carbono, grasas, y proteínas; el resto es devuelto a la atmósfera o al agua mediante la respiración. Así, el carbono pasa a los herbívoros que comen las plantas y de ese modo utilizan, reorganizan y degradan los compuestos de carbono. Gran parte de este es liberado en forma de CO_2 por la respiración, como producto secundario del metabolismo, pero parte se almacena en los tejidos animales y pasa a los carnívoros, que se alimentan de los herbívoros. (Encarta, 2005).

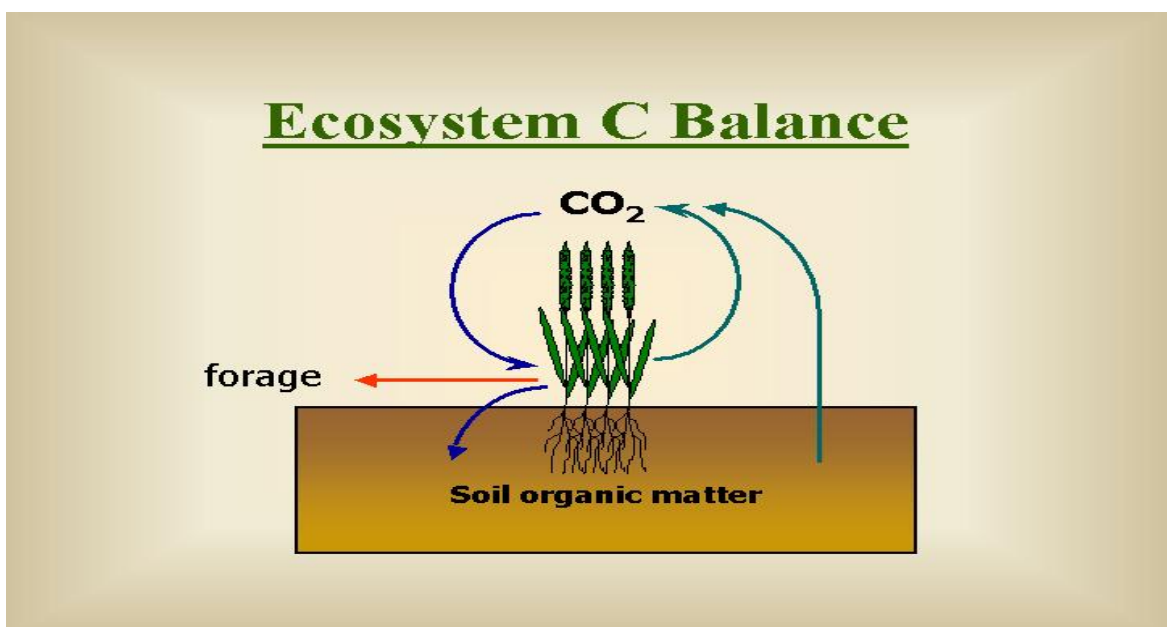
En última instancia, todos los compuestos del carbono se degradan por descomposición, y el carbono es liberado en forma de CO_2 , que es utilizado de nuevo por las plantas.(Fig.No 2,3)

Ciclo del carbono.

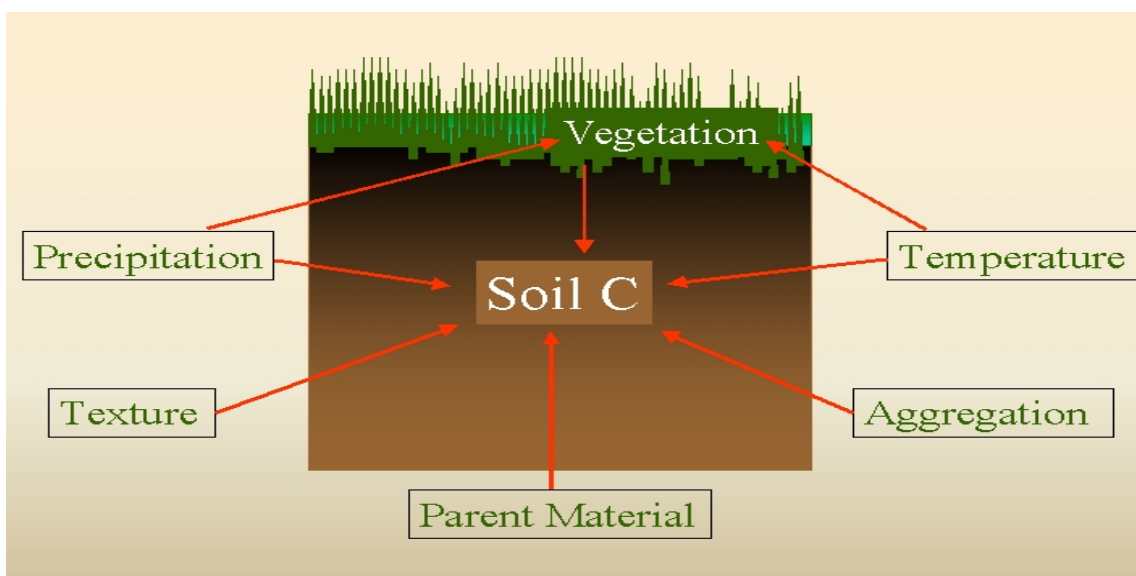


Ciclo del carbono (Fig.No.1)

El carbono, vital para todos los seres vivos, circula de manera continua en el ecosistema terrestre. En la atmósfera existe en forma de dióxido de carbono, que emplean las plantas en la fotosíntesis. Los animales usan el carbono de las plantas y liberan dióxido de carbono, producto del metabolismo. Aunque parte del carbono desaparece de forma temporal del ciclo en forma de carbón, petróleo, combustibles fósiles, gas y depósitos calizos, la respiración y la fotosíntesis mantienen prácticamente estable la cantidad de carbono atmosférico. La industrialización aporta dióxido de carbono adicional al medio ambiente (Encarta, 2005).



(Fig.No.2)



(Fig.No.3)

Cambio Climático

El cambio climático es considerado por el Intergovernmental Panel on Climate Change (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 1988, 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 podrían ser desastrosos 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 carbón y 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 entre otros bienes tangibles que son derivados de estos ecosistemas. Sin embargo un efecto importante es provocado por las concentraciones de gases en la atmósfera.

Concentraciones de Co₂

Un aspecto del cambio climático es el incremento de los niveles de Co₂ atmosférico. Este ha incrementado en los últimos 200 años.

El CO₂ 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 deforestación y sobre pastoreo y la quema de combustibles fósiles 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 actualmente 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 vista alternativos de las condiciones futuras consideradas a influir un sistema dado o actividad.

En el 2000, el IPCC completó un reporte especial sobre Escenarios de Emisiones (SRES). Estos Escenarios consideran un período de 1990 a 2100 e incluyen un rango de concentraciones de CO₂ atmosférico 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 períodos mencionados anteriormente (Mc Carthy et al. 2001).

Castellanos y col. (1991), afirman que el carbono fijado por las plantas se transforma en moléculas móviles, que se asignan a las diferentes estructuras de la planta para satisfacer sus demandas fisiológicas y estructurales. Esta asignación determina las rutas por las se dará posteriormente el flujo de C al suelo. Especie de la planta asignara mas o menos C para producir biomasa en la parte del aérea o en la parte subterránea. Por ejemplo, la biomasa subterránea en la selva estacional representa entre 40 y 50% de la biomasa total, mientras que en el bosque templado y la selva húmeda, la biomasa subterránea representa menos del 15%.

Oliva y García-Oliva (1998), describen que, la incorporación de C al suelo en los ecosistemas naturales se da por dos vías principales: por el mantillo

(capa superficial de la materia vegetal) y por la biomasa radicular. La velocidad de la descomposición de este material depende de las poblaciones microbianas del suelo y de las características del material vegetal. Narran que, cuando el material llega al suelo, primero van a ser descompuestas las formas más sencillas (e.g., carbohidratos) aumentando la actividad microbiana y posteriormente serán degradados los compuestos más complejos con una menor velocidad y actividad microbiana. Esto sugiere que la entrada de C nuevo al mantillo y al suelo es muy importante para mantener activas a las poblaciones microbianas. Esta incorporación de C nuevo es por medio de la vegetación, por lo que la producción y la fenología son otros mecanismos que controlan el flujo de C atmósfera - planta – suelo.

García-Oliva y Ordóñez (1999), describen que, esto es resultado, del complejo ciclo biogeoquímico del carbono en los ecosistemas forestales en efecto los flujos y enlaces de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco. Los desechos, los productos y el humus estable son almacenes de carbono,(figura 2) mismos que se incorporan al ciclo por descomposición y/o quema de biomasa forestal.

Prácticas de manejo en pastizales.

En el pasado, los pastizales han estado fuertemente ligados al apacentamiento de ganado doméstico. 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.

Sistemas de apacentamiento especializados han sido el mayor enfoque a considerar como prácticas 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 (Krausmann.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, Payne and Bryant 1998, Payne and Bryant 1994 y Holecheck ,1981).

Prácticas de manipulación de vegetación tales como herbicidas control mecánico y fuego recibieron un fuerte énfasis en los últimos 50 años (Sifres 1980, Wright and Bailey 1982, Vallentine 1989 y Holecheck et al 1998). Ambas prácticas de manejo – sistemas de apacentamiento y control de arbustivas – causan diversos impactos en el pastizal dependiendo de la frecuencia, intensidad y época de aplicación,por lo tanto los ecosistemas de pastizales representan un potencial para mitigar el efecto de invernadero(Follett et al. 2001).

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

El monitoreo de carbono se hará en dos sitios:

- 1) Rancho Los Ángeles, Saltillo Coahuila ,
- 2) Ejido Agua Nueva, Mpio Saltillo Coahuila.

EL presente trabajo se realizo en el rancho Experimental Ganadero “Los Ángeles”, localizado en el municipio de Saltillo Coahuila, aproximadamente a 34Km. al sur de la capital del Estado .por la carretera Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas, en el Km. 318.5 entronca un camino de terraceria con dirección oriente rumbo al ejido de Hedionda Grande, y en Km. 4 de este camino da principio el rancho, terminando en el Km. 15. 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).

Características del sitio:

Se seleccionaron sitios con diferente historial de manejo (pastoreo moderado y sobrepastoreo) para comparar la influencia del manejo sobre el contenido de carbono en suelo y vegetación.

Variables a evaluar

En cada sitio se harán muestreos de suelo y vegetación.

- 1) **Suelo.** En cada condición de pastizal se realizo muestreo de suelo a diferente profundidad (0-10 y 11-20 cm.) el muestreo se realizo de la siguiente manera: Se seleccionaron dos especies *bouteloua gracilis* y *larrea tridentata*.

El muestreo del suelo se realizo debajo de *bouteloua gracilis* (isla de fertilidad o rizosfera) y entre los ínter espacios entre individuos de la misma especie; de igual manera se hizo para *Larrea tridentata* (debajo de la gobernadora y entre el ínter espacio). A cada muestra se determinaron y se emplearon los siguientes métodos: para el carbón orgánico (CO₂) se utilizo el muestreo de Walkley y Black 1934 y Allison 1965) para densidad aparente CO₂) se aplico el método de la probeta utilizando la siguiente formula.

$$Da = m/v = g \text{ cm}^3$$

Donde:

Da = Densidad Aparente

m = Masa

v = Volumen

2) **Vegetación.** En cada condición de pastizal se analizará la vegetación (herbáceos, gramíneas y arbustivas) según corresponda es decir en arbustivas se estimará la producción en relación a una función alométrica acorde a cada arbustiva, después se cortará una muestra para estimar contenido de carbono. La producción de forraje se hará la estimación con 1 m². Se estimará la producción total y se determinará contenido de carbono en vegetación y considerando un factor de (0.45).

Análisis estadístico

Las determinaciones de contenido de carbono en suelo y vegetación se analizaron con estadísticas descriptivas donde se manejan los valores de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características del pastizal.

Los pastizales del norte de México han estado sujetos a un aprovechamiento por los últimos 400 años. Por lo cual en pastizales presentan diferente historial de pastoreo. En el rancho “los Ángeles” económicamente se caracteriza por un pastizal mediano abierto, mientras que en el ejido Agua Nueva se presenta un matorral parvifolio inerme como consecuencia de un sobrepastoreo.

Debido a lo anterior, en el pastizal mediano abierto se encuentra una cobertura basal del 54% aproximadamente, donde *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua Curtipendula*, *Bouteloua hirsuta*, *Aristida curvifolia* y *Stipa tenuissima* son las especies que se presentan en dicha condición. Esta cobertura basal da como resultado que exista un 46% de ínter espacio, es decir en espacio abierto entre especie y especie de gramíneas. En este pastizal se encuentra una producción de fitomasa aérea de 5260 Kg de materia seca por hectárea. (Cuadro 1).

Por otra parte, el matorral parvifolio inerme esta caracterizado por una cobertura aérea del 62% aproximadamente. Las especies arbustivas que caracteriza a este matorral son *Larrea tridentata*, *Flouencia cernua*, *Opuntia imbricata*, *Prosopis glandulosa* y *Acacia spp*, entre otras. Estas especies caracterizan a un pastizal convertido a matorral producto de un historial de aprovechamiento inadecuado lo que da como resultado el sobrepastoreo (cuadro 1) esta cobertura aérea provoca un 23% de islas de fertilidad, como consecuencia entre un 76% de ínter espacio. En este matorral existe 7168 Kg de fitomasa aérea.

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

| Atributo | Pastizal mediano abierto | matorral parvifolio inerme |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Cobertura aérea (%) | ----- | 62.21 |
| Cobertura basal (%) | 53.84 | ----- |
| Isla de fertilidad (%) | 53.84 | 23.42 |
| Ínter espacios (%) | 46.16 | 76.58 |
| Fitomasa aérea MS (KG ha ⁻¹) | 5260.00 | 7168.16 |

Carbono en vegetación y suelo.

Como respuesta a lo anterior se tiene que en vegetación del matorral se encuentra una mayor cantidad de carbono almacenado que en el pastizal; en el matorral existen 2867 Kg. de C ha⁻¹ (cuadro 2). Esta diferencia es debido a una mayor acumulación de fitomasa aérea en el matorral que en el pastizal lo cual ocurre cuando los pastizales son convertidos a matorrales (Holecheck et al 1998 y Brown y Archer 1989).

Por otra parte se observa que en el suelo existe un mayor almacenamiento de carbono que en vegetación (cuadro 2). A nivel del suelo en el matorral existe un mayor almacenamiento de carbono, que en el suelo del pastizal. En ambas profundidades de 11- 20 cm. en el matorral ya que existe 33248 Kg. C ha⁻¹, mientras que en los primeros 10 cm. hay aproximadamente 2693 Kg. C ha⁻¹. En el pastizal en la profundidad de 11-20 cm. se encontró el mayor almacenamiento con 17456 Kg. C ha⁻¹.

Sin embargo, hay que hacer notar que estos valores hay que tomarlos como reserva; esto debido a la heterogeneidad del paisaje. Aunado a esto hay que considerar la diferencia de concentración de carbono en suelo provocado por la isla de fertilidad y los ínter espacios (Bird et al. 2002, Kieft et al. 1998, Derner et al 1997 y Shade and Hobbie. 2005).

Implicaciones de manejo.

Los pastizales han sido considerados importantes en el secuestro de carbono a nivel global (Conant et al 2001). Por lo cual deben de conservarse como tales considerando por lo tanto que matorrales de gobernadora y hojaseñ pueden ser rehabilitados para convertirlos a pastizales para que además del servicio por secuestro de carbono (de Steiguer 2008) se obtenga mayores bienes como una mayor producción ganadera. (Derner et al 2006)

Cuadro 2. Secuestro de carbono (Kg. ha⁻¹) en vegetación y suelo en pastizales áridos

| Atributo | Pastizal mediano abierto (Kg. C ha⁻¹) | matorral parvifolio inerme (Kg. C ha⁻¹) |
|-----------------|--|---|
| Vegetación | 2104.0 | 2867.26 |
| Suelo | | |
| 0 – 10 cm | 15469.0 | 26913.5 |
| 11 – 20 cm | 17456.0 | 33248.5 |
| Subtotal | 32925.0 | 60162.0 |
| Total | 35029.0 | 63029.2 |

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de los pastizales en los que se realizó 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*.

Bibliografía:

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 CO₂ in relation to the global carbon cycle. *Global Change Biology* 1:243-274.

Bird, S. B., J. E. Herrick, M. M. Wander and S. F. Wright. 2002. Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. *Environmental Pollution*. 116: 445-455.

Brown J.R and S. Archer 1989 Woody plant invasion of grassland: establishment of honey mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) on sites differing in herbaceous biomass and grazing history. *Ecologia* 80:19-26

Campbell B.M., M. Lockett and J. Scoones 1997. Local level valuation of savanna resources: a case study from Zimbabwe. *Economic Botany* 51:59-77.

Campbell, S.S. Money. J.P.H. EWLETT. D.J. Menkhaus and G.F. Vance. 2004. *Can rangeland* 26:16-22

Castellanos, J., J.M. Maass and J. Kummerow. 1991. Root biomass of a dry deciduous tropical forest in Mexico. *Plant and Soil*. 131:225-228.

Conant R.T, Paustian K and E.T. Elliot 2001 Grassland management and conversion into rangeland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*. 11:343-3

Costanza R., R. Large, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, 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.

COTECOCA. (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos Subsecretaria de Ganadería Coahuila. México. 255p.

Derner, J.D. Briske D.D. and Boutton T.W. 1997. Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C₄ perennial grasses along an environmental gradient? Plant and Soil 191: 147-156.

Derner, J.D. Briske D.D. and Boutton TW 2006 Grazing and ecosystem carbon storage in the North American Great Plains. Plant and Soil 280:77-90

De Steiger J.E. 2008. Semiarid rangeland and carbon offset markets: a look at the economic prospect Rangeland 30:27-32

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.

Follet R.F,J.M Kimble and R.lal,2001. The Potential of U.S grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effete. Boca Raton FL.USA.442 P

Gitay H., S. Brown, W. Easterling and B. Jallow 2001. Ecosystem and their goods and services. 235-342-p. Jm McCarthy J.J., O.F. Canziani, N.r. Leary, D.G. Dokkan and K.S. White. Climate change 2001: Impacts Adaptation and vulnerability. IPPC Cambridge University Press.

Haustad K.M.,D.C Peters, R.Skaggs,J. Brown,B.B estel Meyer, E, Frederidkson,J,Herrick and J. WRIGHT 2007. Ecological Services to am from rangelands of the United States.Ecological Economics. 64:261-268

Holecheck J.L. 1981. Brush. Control impacts on rangeland wildlife. J. Soil Wailey 1982. Fire ecology Jolen Wiley & Sons Inc. N.Y

Holecheck J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 1998. Range Management Principles and practices. 3er Ed. Prentize 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. 377 P.

IPPC 1990 Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Houghton J.T., C.J. Jenkins and J.J. Ephraims (eds). Cambride University press. Cambridge U.K. and N.Y. USA 365 p

IPCC. 1990. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva y Nairobi, WMP/UNEP.

Kief T.L., White C.S., Loftin S.R.,. Aguilar R.,. Craig J.A.,. and Skaar D.A. 1998. temporal dynamics in soil carbon and nitrogen resources at a grassland-shrubland ecotone. Ecology 79:671-683

Krausmon P.R. 1996. Rangeland Wildlife. The Society of range Management. Denver CO.

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.

Rice W.CH.2006 Las 10 Preguntas mas Frecuentes: Secuestro de Carbono. Bolletin MF-25645. Kanson State University. Agricultura Experiment Station and Cooperative Extencion. Service (www.oznet.ksu.edu/kccm)

Oliva, M y F. García-Oliva.1998. Un nuevo campo de acción en la química biológica: parte I. Generalidades sobre el cambio global. Educación Química. UNAM. Mexico.

Payne N.F. and F.C. Bryant 1994. Techniques for wildlife habitat management of upland. McGraw. Hill inc. 480 p.

Payne N.F. and F.C. Bryant 1998. Wildlife habitat management of Forestlands, rangeland and farmlands First Editon. Krieger publishing Co. Malabar F.L 840.Pag.

Pearce, D. and D. Moran 1994. The economic value of biodiversity. Earthsean. London. UK. 172 p.

Squires V.R and A. Sidahmed. 1997. Livestock managenmet in Dryland pastoral System: Prospects and Problems Amnals of Arid Zones 36:79-96

Schade. J. D,. and Hobbie S. E,. 2005 Spatial and temporal variation in islands of fertility in the Sonoran Desert. Biogeochemistry 73:541-553

Scifres C.J. 1980. Brush managementn. Texas A& M University Press. College Station Tx. Wright H.A. and a.W. Bailey 1982 Fire ecology John Wiley & Sons. Inc. New York.

Stoddart, L.A. A.D. Smith and T.W. Box. 1975. Range Mangement 3er. Ed. McGraw-Hill Book Company, N.L.

Vallentine J.K. 1989. Range development and improvements. 3ed. Ed. Brigham Young University press Provo UT.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining 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 A.W Bailey 1982. Fire Ecology Jolen Wiley & Sons In N.Y