

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“REHABILITACIÓN DEL PASTIZAL MEDIANTE LA
INTRODUCCIÓN DEL ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) EN
ECOSISTEMAS DEL VALLE DE ACATITA, MUNICIPIO DE
FRANCISCO I. MADERO COAHUILA”**

POR

AGUSTÍN COLÍN CUEVAS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DEL 2005

**“Rehabilitación del pastizal mediante la introducción del zacate buffel
(*cenchrus ciliaris* L.) en ecosistemas del valle de acatita, municipio de
Francisco I. Madero Coahuila”**

TESIS PRESENTADA POR:

AGUSTÍN COLÍN CUEVAS

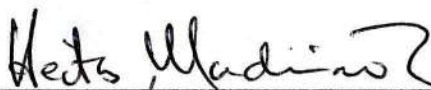
TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

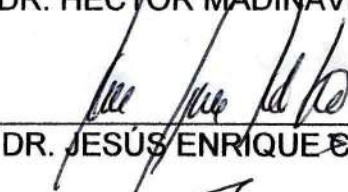
APROBADA

PRESIDENTE:



DR. HÉCTOR MADINAVEITA RÍOS

VOCAL :



DR. JESÚS ENRIQUE SANTÚ BRITO

VOCAL:



M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO.

VOCAL SUPLENTE:




M.V.Z. E.P. MA. HORTENSIA CEPEDA ELIZALDE

CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



M.C. ERNESTO MARTINEZ ARANDA



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UAAAN - UJAL

ABRIL DEL 2005

TORREÓN, COAH.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

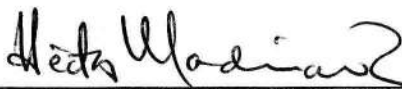
**“Rehabilitación del pastizal mediante la introducción del zacate
buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en ecosistemas del valle de acatita,
municipio de Francisco I. Madero Coahuila”**

POR

AGUSTÍN COLÍN CUEVAS

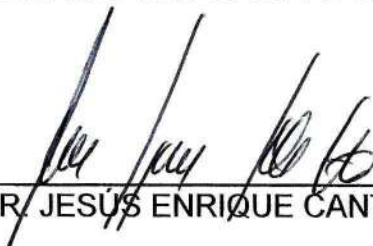
APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:



DR. HÉCTOR MADINAVEITA RÍOS

COASESOR



DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CIENCIA ANIMAL



MC. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DEL 2005

DEDICATORIAS

DEDICADA MUY ESPECIALMENTE A MIS PADRES:

Carmen Cuevas Espinoza y Francisco Colín González, esta tesis es fruto de sus esfuerzos y sacrificios, los cuales me han permitido alcanzar mis metas.

A MI ESPOSA ARCELIA AGÜERO ESQUEDA:

Es una pequeña retribución y reconocimiento a tu persistencia y constancia durante todo este tiempo que has estado a mí lado.

A MI ALMA TERRA MATER:

Por tan valiosa colaboración en el forjado de un ser humano.

UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL PARA MI ASESOR:

Dr. Héctor Madinaveitia Ríos, por tan grande contribución en la terminación de mi profesión.

Gracias a Dios por tan grande bendición.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

Por haberme dado el regalo mas grande, "la vida", por su amor y buenos cimientos sin los cuales no hubiera logrado llegar a ser lo que soy, infinitamente gracias.

A MI ESPOSA:

Por tu inmenso amor, comprensión y bondad, gracias por permitirme ser parte de tu vida , por no doblegarte y dejarme caer; con todo mi corazón gracias Arcelia.

A MIS HERMANOS:

Lorena y Abel por permitirme crecer a su lado y estar siempre conmigo en las buenas y en las malas y ser motivo de tantas alegrías.

A LA FAMILIA AGÜERO ESQUEDA:

Don Oscar, Doña Vicenta, Gaby, Olimpia, Yolanda, Coco, Arcelia, Oscar, Chago, Goreti, Yohana, Chuy, Dante, Jairo, Jonathan, Xitlali, Eliu, Zuri, Ingrid gracias por su amistad incondicional y permitirme ser parte de esta gran familia.

A UNAS PERSONAS ESPECIALES:

Mi prima Celsa y Familia, a la Familia Cuevas Espinoza, a mi cuñada Mari, a mi sobrina Dulce, a Isabel y Familia, al Lic. Edgardo y Familia, por ser quienes son, y compartir su amistad sin medida.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| Índice..... | i |
| Índice de cuadros..... | iii |
| Índice de figuras..... | iii |
| Resumen..... | iv |
| Introducción..... | 1 |
| Objetivos..... | 3 |
| Objetivo general..... | 3 |
| Objetivos específicos..... | 3 |
| Hipótesis..... | 3 |
| Revisión de literatura..... | 4 |
| Degradación de la cubierta vegetal..... | 4 |
| Rehabilitación y restauración ecológica..... | 6 |
| Sitio seguro..... | 8 |
| Mejoramiento del pastizal..... | 10 |
| Establecimiento de siembras para mejorar el pastizal..... | 11 |
| Zacate Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L)..... | 13 |
| Antecedentes históricos..... | 13 |
| Descripción botánica..... | 15 |
| Condiciones de clima y suelo..... | 15 |
| Consumo voluntario..... | 22 |
| Palatabilidad..... | 25 |
| Relación ganado-pastizal..... | 26 |
| Materiales y métodos..... | 28 |

| | |
|--|----|
| Área de estudio..... | 28 |
| Tratamiento | 31 |
| Medición de variables productivas..... | 33 |
| Medición de variables del suelo..... | 33 |
| Análisis de resultados..... | 34 |
| Resultados y discusión..... | 35 |
| Cobertura..... | 35 |
| Altura..... | 35 |
| Densidad..... | 36 |
| Biomasa..... | 36 |
| Análisis de los suelos..... | 38 |
| Conclusiones..... | 45 |
| Literatura citada..... | 46 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADROS | Pagina |
|--|--------|
| 1. Consumo de forraje y proteínas con tres regímenes de abrevadero de novillos cebú en Kenia, África..... | 25 |
| 2. Variables cobertura en zacate buffel en la localidad de Río Aguanaval del valle de Acatita, Coah. 1999..... | 39 |
| 3. Variables altura en zacate buffel en la localidad de Río Aguanaval del valle de Acatita, Coah. 1999..... | 40 |
| 4. Variables de densidad en zacate buffel en la localidad de Río Aguanaval del valle de Acatita, Coah. 1999..... | 41 |
| 5. Variables biomasa en zacate buffel en la localidad de Río Aguanaval del valle de Acatita, Coah. 1999..... | 42 |
| 6. Datos de precipitación pluvial en el valle de Acatita, Coah. 1999..... | 43 |
| 7. Valores promedio para las variables del suelo a 30 cm de profundidad en cuatro especies vegetales estudiadas en el valle de Acatita, Coah. 1999. | 44 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURAS | |
|---|----|
| 1. Localización topográfica del valle de Acatita, Coah..... | 29 |
| 2. Zona de estudio..... | 32 |

RESUMEN

Esta investigación se realizó de febrero a noviembre de 1999 en el ejido Río Aguanaval, que esta en el Valle de Acatita, municipio de Francisco I. Madero, Coahuila. En el ejido señalado se escogió un área degradada susceptible de rehabilitar mediante el establecimiento de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris L.*). Este presenta muchas posibilidades de establecerse (velocidad de crecimiento y de colonización del suelo) aunque no sea una gramínea nativa.

En el ejido Río Aguanaval se aprovechó una área cercada de 21 ha aproximadamente. A principios de junio de 1999 se hicieron bordos en curvas a nivel, con 10 m de separación, la altura del bordo fue de aproximadamente 20 cm con el propósito de retener el agua de lluvia y se dio un paso de rastra. Al inicio de la época de lluvia, el 24 de junio, se hizo la siembra de zacate buffel. Un mes después del 24 de julio se detectaron áreas de colonización y crecimiento. Se marcaron con estacas etiquetadas 17 unidades de muestreo de 1 m² cada uno. Cada uno de ellos fueron subdivididos en cuatro cuadros de 25 cm², de acuerdo al método propuesto por Braun Blanquets y descrito por Pieper (1978).

El estado actual de los ecosistemas del Valle de Acatita, municipio de Francisco I Madero, Coah. se caracteriza porque predomina: sobreutilización, sequías y/o inundaciones recurrentes, suelos sin cobertura vegetal en pie, carencia de materia orgánica, pérdida de la fertilidad del suelo y baja productividad del pastizal y de los animales domésticos.

En distintas partes de esta región en años anteriores se han hecho intentos de establecer especies forrajeras nativas, principalmente nopal rastrero pero no se tienen

registros escritos de trabajos realizados con otras especies importantes para la industria y la ganadería. Además, el interés de esos trabajos ha sido conocer si las plantas logran establecerse, pero sin profundizar en el análisis de variables que intervienen o se relacionan con el crecimiento de la planta.

Ante esta situación es que se planteó la rehabilitación de esos ecosistemas degradados a través del establecimiento de especies que potencialmente tienen capacidad de adaptarse a tales condiciones, para ello se sembró zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), midiendo sus respuestas al establecimiento o adaptación.

INTRODUCCIÓN

La degradación de la tierra es debida fundamentalmente al impacto humano. El término *tierra* incluye a: suelo, recursos hídricos locales, y vegetación o cosechas. La *degradación de ecosistemas* son una serie de procesos que implica una reducción de los recursos actuales y potenciales. Estos procesos incluyen: sobrepastoreo, erosión por el agua y el viento, junto con las sedimentaciones producidas por ambos agentes, disminución a largo plazo de la biodiversidad y salinización.

La degradación conduce a la desertización que fue el primer problema ambiental en ser considerado de carácter global, reconocimiento que quedó formalizado en la Conferencia sobre Desertización de las Naciones Unidas (ONU), celebrada en Nairobi en 1977.

La rehabilitación es un proceso mediante el cual se pretende recuperar la productividad de los ecosistemas deteriorados. Es importante por varias razones: 1) El incremento de los rendimientos de las cosechas es crucial para cubrir las necesidades de una población en crecimiento. 2) Los ecosistemas que vuelven a ser productivos con la recuperación de especies vegetales y animales tendrán impactos positivos sobre los ciclos biogeoquímicos que regulan los flujos de gases de invernadero y determinan el balance total de energía en la tierra. 3) Se incrementa la biodiversidad favoreciendo la productividad de la tierra. 4) Se resta una amenaza sobre la estabilidad social de las naciones ya que el deterioro de la tierra es controlado.

El objetivo primordial de la transformación del pastizal es promover el cambio de estado, esto es, aplicar las herramientas que sean capaces de promover una reacción en cadena que permita ir más allá de la forma actual para alcanzar un estado cada vez más cercano al deseado.

El estado actual de los ecosistemas del Valle de Acatita, municipio de Francisco I. Madero, Coah. se caracteriza porque predomina: sobreutilización, subutilización, sequías y/o inundaciones recurrentes, suelos sin cobertura vegetal en pie, carencia de materia orgánica, pérdida de la fertilidad del suelo y baja productividad del pastizal y de los animales domésticos.

En distintas partes de esta región en años anteriores se han hecho intentos de establecer especies forrajeras nativas, principalmente nopal rastrero (Blanco 2000) pero no se tienen registros escritos de trabajos realizados con otras especies importantes para la industria y la ganadería. Además, el interés de esos trabajos ha sido conocer si las plantas logran establecerse, pero sin profundizar en el análisis de variables que intervienen o se relacionan con el crecimiento de la planta.

Ante esta situación es que se planteó la rehabilitación de esos ecosistemas degradados a través del establecimiento de especies que potencialmente tienen capacidad de adaptarse a tales condiciones, para ello se sembró zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), midiendo sus respuestas al establecimiento o adaptación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Medir la rehabilitación de ecosistemas degradados del Valle de Acatita, mediante la siembra del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Medir la cobertura, altura, densidad y biomasa del zacate buffel.
2. Hacer un análisis del suelo del área de estudio.

HIPÓTESIS

El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L) seleccionado para la rehabilitación sí se podrá establecer en los ecosistemas degradados del Valle de Acatita.

REVISIÓN DE LITERATURA

Degradación de la cubierta vegetal y desertificación de la tierra

La deforestación (eliminación de plantas), es una práctica muy común, cuando se trata de desmontar terrenos con el fin de utilizarlos para cultivos, explotación con fines de recolección o zonas de pastoreo para ganado. Esta práctica, no llevada a cabo de manera adecuada, es la mayoría de las veces, el primer paso en el deterioro y pérdida de los suelos. Las consecuencias de la degradación del suelo son: deterioro de flora y fauna, desequilibrio del ciclo hidrológico, disminución de la biodiversidad, contaminación, inundaciones y azolve de infraestructura, incremento del albedo debido al polvo resultante de la erosión, por mencionar sólo algunos. Uno de los efectos más graves es la desertificación (Enkerlin *et al* 1997).

La degradación de ecosistemas terrestres en el mundo es de alrededor de 8.1 millones de km² los cuales se han convertido en desiertos en los últimos 50 años (Miller 1994). Sin embargo, Enkerlin (1997) mencionan que a partir de 1945, a nivel mundial se han erosionado severamente más de 12 millones de km² (Enkerlin *et al* 1997).

En México, el 70 % de los suelos tienen menos de 1 % de materia orgánica; en 20 % del área existen condiciones de salinidad y de sodicidad de un 30 % con un 50 % de saturación en bases. Hay una disminución de la fertilidad del suelo en un 80 % del territorio nacional debido principalmente a la reducción en la materia orgánica, así como por la erosión hídrica en un 85 % debido a la escasez de la cubierta vegetal. El ensalitramiento se observa en un 25 % por el mal manejo

del agua y la compactación y el encostramiento en un 20 % por el abuso en la utilización de maquinaria agrícola. Se calcula que 21.6 millones de Ha, es decir el 11 % de la superficie total del país son áreas forestales perturbadas (CONAZA 1994). Enkerlin (1997), informan que en México alrededor del 97 % del país está afectado en diferentes grados, por algún proceso de degradación del suelo; cerca del 60 % presenta un grado severo o extremo de degradación. Los procesos que más contribuyen son la erosión eólica que afecta al 85 % del país en diferentes grados, le sigue la disminución de la materia orgánica con 80 % del territorio y la erosión hídrica, que afecta a 60 % de su área total. La degradación más evidente, se presenta en los Estados de Chihuahua, Coahuila, Colima, Jalisco, Sinaloa y Sonora (Enkerlin *et al* 1997).

En la Comarca Lagunera existe erosión en un 50.1 % de los suelos, siendo severa en un 4.2 % del área, moderada en un 11.8 % y de moderada a baja en un 34.1 %. Aunque la erosión hídrica para áreas agrícolas en la Comarca Lagunera no es de gran magnitud, la proyección de series de tiempo a 500 años indican que si las tasas actuales de erosión se mantienen constantes a corto plazo el rendimiento del cultivo del maíz (por ejemplo) se verá seriamente afectado (Sánchez 1995). Para áreas forestales y pecuarias no existen datos precisos en relación a la problemática, sin embargo considerando la información dada por la Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero, para los municipios de Mapimí, Tlahualilo, Gómez Palacio y Lerdo, el coeficiente de agostadero anual es de 36 hectáreas por unidad animal por año (Ha/UAA) (SARH- COTECOCA 1979).

Por lo aquí expuesto es evidente que el estado actual de los ecosistemas terrestres en su mayoría se caracterizan porque presentan grandes áreas de suelo desnudo expuesto a los elementos (agua, aire, etc.), suelo compactado, por ende, pérdida de porosidad, sin intercambio de gases (CO_2 y O_2), pérdida de la estructura del suelo, escasa materia orgánica en pie y/o sobre el suelo (hojarasca, mantillo, etc.), poco carbón orgánico sin vida (suelo estéril) o con una vida muy reducida, grandes escurrimientos superficiales, erosión hídrica o eólica, sin banco de semillas en el suelo, no hay precipitación efectiva (no hay infiltración que permita restaurar el balance hídrico del ecosistema), predominan etapas pioneras de la sucesión o la presencia de arbustivas indicadoras de sobrepastoreo (Reynaga 1995).

Rehabilitación y restauración ecológica

La rehabilitación y restauración ecológica se aplica para renovar áreas y ecosistemas dañados. Cuando se abandona un ecosistema dañado en la mayoría de los casos se restaurará por sí solo, al menos parcialmente, mediante la sucesión ecológica. Los ecosistemas degradados pueden ser rehabilitados o restaurados, al menos en parte, por la involucración ciudadana activa. La rehabilitación implica el tratar de hacer la tierra degradada, útil otra vez para los humanos sobre una base sustentable. Es particularmente útil para detener la erosión del suelo y la desertificación y permitir que la tierra degradada se utilice otra vez para producir alimento o combustible (Miller 1994). La rehabilitación busca reparar el funcionamiento de un ecosistema dañado, con la meta primaria

de recuperar la productividad del ecosistema para beneficio de la población humana, tratando de obtener eso tan rápido como sea posible (Valentine 1989).

La restauración es más ambiciosa. Su meta es tomar un lugar degradado y volver a establecer una comunidad de organismos cercana a la que se encontraría naturalmente (Miller 1994).

La restauración de ecosistemas degradados puede ser tomada como la restauración de alguna pintura del renacimiento que se ha deteriorado a través del tiempo pero que aún revela sus líneas y colores iniciales lo suficiente como para permitir que un restaurador en artes finos haga su trabajo. Análogamente, el restaurador ecológico busca el completo o casi completo regreso de un sitio a su estado primitivo. La Sociedad para la Restauración Ecológica define restauración como: "la alteración intencional de un sitio para establecer un ecosistema indígena o histórico definido. La meta de este proceso es imitar la estructura, funcionamiento, diversidad y dinámica del ecosistema especificado". Implícito en esta definición es la idea de que la restauración busca recuperar, tanto como sea posible, algún inventario predefinido de las especies. Sin embargo, raramente es posible determinar estrictamente qué ecosistema histórico o prehistórico existía o cómo funcionaba y es difícil establecer el listado completo de especies de la comunidad nativa, por lo que la restauración puede estar plagada de ambigüedades en sus metas y criterios. Restauración en sentido estricto describe esfuerzos correspondientes a la definición de la Sociedad para la Restauración Ecológica, como oposición a la restauración en sentido amplio, el cual busca simplemente alterar la degradación y redirigir un ecosistema perturbado en una trayectoria parecida a la que presumiblemente tenía antes del disturbio. A pesar

de esa diferencia, la meta primaria de ambas definiciones es la conservación de la biodiversidad nativa y la dinámica y estructura del ecosistema (Vallentine 1989).

Por lo anterior el estado meta que se pretende lograr, para los ecosistemas es que tengan todos, o si no, la gran mayoría de los siguientes signos vitales: gran área con cobertura vegetal, (o sea fitomasa aérea en pie, hojarasca y mantillo sobre y/o incorporado(a) en los primeros cinco cm de suelo, suelos disgregados cubiertos con materia orgánica, estructura tendiente a estar en migajas, de un contenido de materia orgánica en pie y/o sobre el suelo, alto contenido de carbón orgánico, con vida muy activa durante el ciclo anual, tasa de infiltración con un buen balance hídrico, con un buen banco de semillas en el suelo, suelo fértil con una buena precipitación efectiva. Para lograr este estado meta se tiene que efectuar una transformación ecológica la cual es un proceso de cambio mediante el cual se modifica la estructura (componentes) y funcionamiento (procesos) del ecosistema a través de la aplicación de herramientas que tiendan a normalizar desviaciones (Reynaga 1995).

Sitio seguro

El éxito de la germinación y establecimiento de plántulas de pastos requiere de un micrositio que debe presentar adecuadas condiciones de suelo, agua y temperatura. El micrositio donde estos requerimientos son cumplidos son referidos como un "sitio seguro". Los sitios seguros pueden presentarse naturalmente como agrietamientos y depresiones en la superficie de suelo o ser preparados a través del equipamiento de un semillero y por pisoteo de ganado (Winkel *et al* 1991).

La situación en que un individuo de una especie se establece en un sitio abierto y facilita el establecimiento de otras especies de plantas dentro de su área de influencia es conocido como "dinámica de la fase de anidamiento". La especie inicial, denominada comúnmente planta "nodriza", no es por lo regular, tolerante a la sombra y es incapaz de establecerse bajo el dosel de otra planta de la misma especie. Las plantas "nodrizas" pueden tener una forma de crecimiento amacollada (tallos múltiples) que les permite atrapar materiales orgánicos y suelos finos en sus bases o ser capaces de fijar nitrógeno. En cualquier caso, crean manchones ricos en nutrientes bajo sus doseles, con lo cual pueden dar lugar a un "sitio seguro". Las especies más tardías son más tolerantes a la sombra, pueden requerir mayores niveles de nutrientes del suelo y, con el tiempo, pueden reemplazar a la especie original que dio lugar al agrupamiento. A su vez éstas pueden ser reemplazadas. El patrón de reemplazo de las especies dentro de estos agrupamientos de vegetación depende del régimen de disturbio que se encuentre en la región. Si la frecuencia e intensidad del disturbio son altas o las condiciones climáticas difíciles, la probabilidad de que un agrupamiento de vegetación sobreviva es baja. De ello resulta un incremento en la disponibilidad de sitios abiertos para el establecimiento de plantas "nodrizas" y da lugar a una sucesión cíclica simple (Yeaton 1995).

Las comunidades de arbustos de zonas áridas proveen algunos de los ejemplos más notables de las distribuciones de minerales en el suelo y su capa superficial debajo de la cubierta. A menudo, ésta presenta características químicas completamente diferentes a las de los interespacios, ya que es influenciada por factores como: retención de la caída de hojas debajo de la cubierta, edad del arbusto y composición química específica de residuos inorgánicos (Charley 1977).

Los arbustos ayudan a mantener reservas de nutrimentos en el suelo generando "islas de fertilidad" por acumulación de materia orgánica y suelo fino debajo de su dosel. El crecimiento de herbáceas y gramíneas en estos micrositos refleja un "sitio seguro" para la sobrevivencia y crecimiento de plantas (García y McKell 1970). Las islas de fertilidad no solo incrementan la reservas de nutrimentos sino que es posible se presente un aumento en la abundancia de hongos, bacterias (como *Rhizobium*), hongos micorrízico y actividad microbiana. Lo anterior fue comprobado en islas de fertilidad dominadas por mezquite (*Prosopis laevigata*) en ambientes semiáridos del norte de Guanajuato (Olalde *et al* 2000).

Mejoramiento del pastizal

El manejo del pastizal puede ser definido como el arte y ciencia de planear y dirigir el uso del pastizal para obtener producción animal máxima sostenida (ASRM 1964). Conscientes de que la participación de hombre sobre el ecosistema no debe ser solo extractiva, sino también regenerativa, en los últimos 40 años se ha empezado a investigar sobre tratamientos que se le deben aplicar a la naturaleza para regresarla o acercarla a su estado original. A este conjunto de conocimientos se le llama "técnicas de mejoramiento del pastizal". El mejoramiento del pastizal se acelera con la aplicación de herramientas como: resiembras, control de plantas indeseables con distintos métodos, construcción de cercos y distribución del agua y del ganado, con lo cual se logra una utilización más eficiente del forraje y se incrementa la producción animal (Vallentine 1980). El mismo investigador dice que cuando se habla de mejoramiento del pastizal se entiende que es la aplicación máxima posible por parte del hombre, de distintas

herramientas y acciones para lograr volver a ser productivo el pastizal, mientras que en lo referente a la rehabilitación de lo que se trata es de lograr rescatar la productividad sin llegar al grado de maximizar la aplicación de insumos (Valentine 1980).

Establecimiento de siembras para mejorar el pastizal

Se describen las propiedades que deben tener las especies ideales para lograr éxito en el propósito de rehabilitar un ecosistema: 1) fácil propagación; resistencia a condiciones limitantes como baja fertilidad, sequía, suelos compactados o con pH alto o bajo; rápido crecimiento y buena producción de hojarasca; tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador; por ejemplo: producir forraje nutritivo, cera; presencia de micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrimentos del suelo y que favorezcan el reestablecimiento de la flora y fauna nativas (Vázquez y Cervantes 1993).

Los mismos autores mencionan que básicamente hay dos alternativas de propagación de plantas:

- 1) Utilizar los propágulos de origen sexual de las plantas, o sea las semillas.
- 2) Utilizar tejidos vegetales que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos individuos con partes vegetativas de la planta, o sea, lo que se conoce como propagación clonal o vegetativa. Esta última tiene esencialmente tres variantes que son: la micropropagación a partir de tejidos meristemáticos en cultivos *in vitro*, la propagación a partir de segmentos o esquejes de plantas con potencialidad de enraizar y, finalmente, la propagación a

través de injertos de segmentos de la planta que se desea propagar (Vázquez y Cervantes 1993).

Otros autores proponen dentro de los principios y prácticas del manejo de plantas invasoras del pastizal que el deterioro de pastizales provocado por la abundancia de plantas invasoras, la rehabilitación de la comunidad es lenta o no ocurrirá a menos que las plantas invasoras hayan sido controladas (Masters y Sheley 2001).

La siembra de pastizales es un reto para los científicos de esta ciencia, especialmente en aquellos suelos con tendencia al encostramiento. Aunque alguna información está disponible sobre cómo los acondicionadores del suelo afectan la emergencia de ciertas cosechas comestibles, poco se sabe acerca del efecto de la materia orgánica sintética en la emergencia de zacates. Otros autores examinaron el efecto del poliacrylamide, un acondicionador del suelo, en la emergencia de la siembra de los zacates: panizo azul (*Panicum antidotale*), tallo azul rey (*Bothriochloa ischaemum*), banderita (*Bouteloua curtipendula*), tempranero (*Setaria macrostachya*) y zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*) bajo condiciones de campo. Encontraron que la emergencia de los zacates panizo azul y banderita se incrementó con las aplicaciones de poliacrylamide a la concentración más baja (10 kg ha^{-1}) durante el verano de 1987. Ninguna respuesta de emergencia a la aplicación de poliacrylamide se encontró en el tallo azul rey, en el zacate tempranero y en el zacatón alcalino en los lotes experimentales durante el verano de 1987. En esa misma época los zacates panizo azul y banderita emergieron en forma natural y se incrementaron con las aplicaciones de poliacrylamide. Los autores aseguran que los acondicionadores edáficos pueden ser una alternativa factible para la siembra en

algunos pastizales en áreas donde el encostramiento es un problema (Rubio *et al* 1992).

La profundidad de plantación ha sido reconocida como un factor que modifica la morfología de las plántulas de zacate. Sin embargo, el tipo y extensión de esta modificación no ha sido claramente entendida. Se condujo un estudio en cámara de crecimiento para evaluar el mesocotilo, coleoptilo y el desarrollo del entrenudo foliar de plántulas del zacate bromo suave "Lincoln" (*Bromus inermis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) y zacate triguillo del oeste "Rodan" (*Agropyron smithii*), cuando se plantaron a 6, 25, 51, 76, y 102 mm de profundidad en el suelo. Las condiciones ambientales dentro de la cámara de crecimiento fueron constantes para todos los tratamientos. El mesocotilo, coleoptilo y/o los entrenudos foliares no crecieron igualmente para todas las profundidades de las plantaciones. Las plantaciones poco profundas crecieron menos, mientras que las plantaciones profundas maximizaron el crecimiento dentro de los límites genéticos posibles para cada especie y genotipos individuales (Ries y Hofmann 1995).

Zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

Antecedentes históricos. Para 1900 la productividad de los pastizales templados y semidesérticos se redujo, la erosión del suelo se incrementó y la sequía desestabilizó la industria ganadera en los Hemisferios Norte y Sur. Botánicos, ganaderos y personal militar de Australia, Inglaterra, Sud-Africa y los Estados Unidos de Norteamérica recorrieron el mundo buscando un "zacate milagroso" que pudiera producir forraje abundante, de buena calidad y con escasa precipitación. La semilla colectada de cada continente fue sembrada en estaciones

experimentales y granjas en los países respectivos. Cientos de individuos que condujeron miles de pruebas de siembra observaron que, las plantas del zacate buffel provenientes de semilla colectada ya sea de la Región Centro-Norte de Kenia o Sureste de Afganistán eran más fáciles de establecer, persistían más y se dispersaban más rápido por semilla que otros zacates nativos o introducidos. El establecimiento inicial de plantas por medio de semillas está documentado para 31 países: la colonización agresiva del zacate ocurrió solamente en seis países. Después de analizar las estimaciones proporcionadas por los conservacionistas, se estima que el zacate buffel ha sido establecido en alrededor de 25 a 30 millones de ha en los Hemisferios Norte y Sur (Cox 1991).

El zacate buffel se introdujo a Texas en 1917, pero no fue sino hasta mediados de los 40's cuando se sembró con éxito al sur de San Antonio, Texas. En 1949 el Servicio de Conservación de Suelos informalmente liberó el buffel T-4464 conocido como Común Americano y, a partir de entonces, se empezó a distribuir rápidamente. A México se introdujo primero al estado de Nuevo León aproximadamente en 1954 y posteriormente a otros estados de la República Mexicana (Ibarra y Martín 1991). El zacate buffel se introdujo a México en 1951-1954, importado por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, distribuyéndose luego por casi todos los países del continente.

Al sureste del país fue introducido por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) a través del Campo Agrícola Experimental de Cotaxtla, Veracruz (Jiménez 1989).

En los últimos 40 años el zacate buffel se ha convertido en una de las especies más importantes para mejoramiento de agostaderos en México y Texas.

Los mismos autores dicen que de acuerdo a COTECOCA, aproximadamente 1' 412, 000 Ha están cubiertos con zacate buffel en la República Mexicana (Ibarra *et al* 1991).

Descripción botánica. Este zacate forma matas y macollos de 15 a 120 cm de altura, rizomatoso a veces. De hábitat variable incluyendo tipos extendidos para pastos y tipos erectos para heno. Las hojas son planas de 8 a 30 cm de longitud por 2.5 a 8 mm de ancho, escabrosas a ligeramente pilosas con ápice prolongado, vainas aquilladas, glabras a ligeramente pilosas con lígula membranosa. La inflorescencia es en racimos contraídos de 2-4 cm de longitud. La flor es una espiguilla biflosculada sostenida por numerosas cerdas formando un involucre, las cerdas unidas en la base erectas o extendidas largo ciliadas, púrpuras, flexuosas, cilíndricas unidas o libres en la base (Rodríguez 1998).

El *Cenchrus ciliaris* L. pertenece a la familia de las *Poaceae*, tribu de las *Paniceae* y subtribu *Cenchrinae* Dumort (Hatch y Hussey 1991).

Condiciones de clima y suelo requeridos. El zacate buffel se localiza en lugares en los cuales la altitud varía de los 6 a los 830 msnm según Cox (1991). El zacate buffel se adapta en agostaderos con elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 2000 m cerca del Ecuador según Ibarra *et al* (1991). La temperatura mínima y máxima varía de 5 a 45 °C. La precipitación anual fluctúa de 200 mm en el Desierto Sonorense a los 1250 mm en el Noreste de Australia. La distribución de la precipitación puede ser en una sola época, bimodal en el verano, bimodal en primavera y otoño, bimodal en primavera y verano, bimodal en verano y otoño o

bimodal en verano e invierno. Los periodos secos que soporta suman de 150 a 210 días y ocurren ya sea en invierno o en otoño y primavera. La temperatura mínima promedio en el mes más frío varía entre 0 y 23 °C. Bajo estas condiciones la semilla del buffel puede permanecer viable en el suelo por un periodo de 3 años (Winkworth 1963).

El zacate buffel ha sido inicialmente establecido en casi todos los tipos de textura de suelo pero la persistencia a largo tiempo depende de tipos específicos de textura de suelo. Las plántulas de buffel emergen cuando se siembran en suelos arenosos, limosos y arcillosos, pero la emergencia se reduce a medida que el contenido de arena, limo o arcilla se aproxima a 100 %. Las plántulas de buffel frecuentemente pierden vigor y mueren cuando se establecen en suelos de textura de limo, migajón-limosos, migajón-limo-arcilloso, limo-arcilloso y arcilloso (Hanselka 1985; Cox *et al* 1988).

El buffel se adapta bien en suelos de textura migajón arenoso, aunque dentro de esta textura los suelos ligeramente alcalinos son más aptos para el establecimiento del zacate que los suelos ligeramente ácidos. Los suelos extremadamente arenosos y arcillosos son inadecuados para la siembra del zacate buffel. Los suelos con más de 30 % de arcilla son especialmente inadecuados y se empieza a tener problemas en suelos con solo 20 % de arcilla. La compactación del suelo afecta la germinación y emergencia de plántulas, así como la distribución y penetración de raíces y la aireación e infiltración del agua, además de que los suelos arcillosos comúnmente están asociados con fuertes problemas de drenaje y salinidad que inhiben el establecimiento del zacate. Por esta razón el zacate buffel establecido en suelos de textura extremadamente

arenosa y arcillosa es más frágil y requiere de manejo especial. Generalmente la productividad del zacate tiende a reducirse después de varios años y a desaparecer la pradera con el tiempo (Ibarra *et al* 1991).

Las plantas de buffel persisten en suelos bien drenados de texturas de migajón, migajón-arenoso, migajón-arcilloso y migajón areno-arcilloso y se dispersan activamente por medio de semillas en el noroeste de Australia y noroeste de México en suelos de textura de migajón arenoso (Cota y Johnson 1975).

Los niveles óptimos de nutrimentos así como los niveles máximos de salinidad y acidez para el establecimiento adecuado del buffel no han sido definidos. Sin embargo, se puede mencionar que el contenido de materia orgánica en los 30 cm superficiales del suelo de las áreas en donde el zacate está bien establecido es muy variado y fluctúa de 1.1 a 8.4 % con medias entre regiones de 1.1, 2.8, 8.4 y 1.4 para el Noroeste, Noreste, Sureste de México y Sur de Texas, respectivamente. El fósforo es un elemento esencial que comúnmente es deficiente en agostaderos donde es el buffel factible a establecer. Los suelos arenosos son especialmente bajos en este nutrimento, lo que aparentemente limita el establecimiento del buffel. El fósforo disponible promedio en los 30 cm superficiales de suelo en las praderas de buffel de México y Texas fluctuó de 0.78 a 6.2 ppm y promedia 4.9, 2.1, 0.76 y 5.2 ppm al Noroeste, Noreste, Sureste de México y Sur de Texas, respectivamente. El pH óptimo para el establecimiento del buffel está entre 7 y 8, un pH de 3 reduce la germinación de semillas en un 25 % y se inhibe con pH menores de 2. Las regiones con buffel mostraron que el zacate se encontró bien establecido en suelos con pH que fluctuaron entre 5.1 y 8.4 y

promediaron 7.5, 7.3, 6.9 y 6.8 en las regiones del Sur de Texas, Noreste, Noroeste y Sureste de México, respectivamente (Ibarra *et al* 1991).

El zacate buffel es una planta C₄ que ha tenido una gran aceptación por los ganaderos debido a su favorable adaptación y buena productividad. A más de 40 años de su introducción ha logrado una gran distribución en Nuevo León (Jiménez 1989).

En un trabajo en el cual evaluaron aspectos anatómicos del zacate buffel común teniendo como objetivo la comparación de 12 colectas de este pasto, se examinaron las hojas emergidas del tercer nudo. Para esto obtuvieron una sección de la parte media y se hizo el conteo de estomas, tricomas y células epidérmicas. Los autores concluyeron que las colectas fueron semejantes respecto a la estructura epidérmica (Aranda *et al* 1986).

La variación de las características morfológicas y fisiológicas en 12 colectas del zacate buffel, procedentes éstas de diferentes regiones de Nuevo León y establecidas en el Campo Experimental de la FAUANL. A dos años de su establecimiento evaluaron variables que reflejan el potencial forrajero y/o productividad de semilla (número de hijuelos, altura, materia verde y seca, proteína cruda, número de inflorescencia). No encontraron diferencias significativas respecto a las variables estudiadas. La expresión genética de las colectas en el sitio de prueba fue similar. Concluyeron que la diferenciación ecotípica de *Cenchrus ciliaris* L. a 30 años de su introducción no se ha observado para los sitios en los que se colectó (López y Aranda 1986).

La incidencia de liebres en praderas de zacate buffel en la región central de Sonora, con el objetivo de comparar la densidad y consumo de forraje por la

liebre (*Lepus alleni* Meams) en áreas de buffel y pastizal nativo. Este estudio se realizó en el rancho Demostrativo "La Granada", en Carbó Sonora. Los resultados mostraron que la densidad de liebres en el centro de la pradera fue de 0.4 ind. ha^{-1} , existiendo diferencias ($P < 0.05$) comparada con la del pastizal nativo. Se encontró un valor máximo de 1.7 ind. ha^{-1} a 1000 m de la pradera. La dieta se constituyó de la siguiente manera: buffel 6 %, otras gramíneas 56 % y no gramíneas 38 %, existiendo diferencias significativas ($P < 0.05$). Los resultados mostraron que la pradera de buffel representa un hábitat desfavorable para las liebres (Alcalá *et al* 1986).

En un trabajo sobre crecimiento y empadre de vaquillas pastoreando zacate buffel con dos tipos de suplementación proteica, Rayas *et al* (1986) mostraron el crecimiento de vaquillas como consecuencia del pastoreo con zacate buffel. Sin embargo, notaron que algunas vaquillas no terminaron su crecimiento y no quedaron gestantes en su segunda época de empadre. Al evaluar la suplementación proteica en época de sequía a vaquillas durante dos años consecutivos, encontraron que la suplementación a primer año con harina de pescado produce un crecimiento que permite mejorar la fertilidad tanto a primer año como a segundo año.

El comportamiento y dinámica del zacate buffel a las variaciones ambientales y al pastoreo en 8 localidades del sur de Texas de 1984 a 1985 fue estudiado por Hanselka (1986). Este investigador encontró que el zacate responde positivamente a la precipitación, pero la cantidad pluvial recibida durante los dos previos meses es más importante para la producción que el total acumulado. El desarrollo primaveral se inicia al incrementarse el calor y la humedad del suelo. El

zacate buffel puede soportar sobrepastoreo pero requiere periodos de descanso. La producción disminuye en cualquier tiempo cuando quedan en el suelo menos de 500 libras de forraje seco (o seis pulgadas de tallo). La calidad nutritiva excede el requerimiento del ganado cuando el zacate está jugoso y creciendo, pero generalmente no es adecuado bajo condiciones de sequía prolongada.

Se observó el efecto de tres prácticas de mejoramiento aplicados en una pradera de zacate buffel en Carbó Sonora. El objetivo fue evaluar y comparar el efecto de la quema, el chapeo y el subsoleo. Los tratamientos fueron aplicados en 1982 evaluándose durante tres años en cada ciclo de producción con base a datos de cobertura basal (%), densidad (plantas m^2), producción de forraje (kg MS. ha^{-1}), contenido proteico y FDN (%). Los resultados obtenidos mostraron que la cobertura basal y densidad de plantas. m^2 fueron más altas ($P < 0.05$) con el subsoleo. En cuanto a producción de forraje, con el subsoleo se obtuvo la más alta producción en el segundo año de evaluación. Sin embargo, para el tercer año la mayor producción se obtuvo con el tratamiento de quema, seguido por el subsoleo y el chapeo. El valor más bajo se obtuvo con el tratamiento testigo. En el segundo año se observaron diferencias en los porcentajes de proteína y FDN sólo entre fechas de muestreo, obteniendo los valores más altos en junio. En el tercer año solo hubo diferencias entre fechas para FDN, con los valores más altos en noviembre (Parra y Ramírez 1986).

Se hizo una evaluación de la siembra de pasto buffel, con labores de labranza total (rastreo), labranza mínima (roturación) y labranza cero (espeque), durante dos años, en el Campo Experimental "Clavellinas" SAGAR-INIFAP de Tuxpan, Jalisco. Durante la emergencia y establecimiento del pasto el primer año,

la labranza total presentó los mejores resultados, con mayor cobertura y altura, pero a partir del segundo año, la cobertura y rendimiento del pasto fueron iguales en las tres labores de preparación del suelo (Eguiarte y González 1996).

Uno de los insectos que más daño ha causado en las praderas de zacate buffel es la mosca pinta o salivazo de los pastos (*Aeneolamia albofasciata* Lall.). Sin embargo, se han reportado otros insectos que causan daño al zacate aunque en proporción menor. La mosca pinta es un insecto neotropical que se adapta muy bien a condiciones secas como las que prevalecen en las zonas desérticas. Se puede encontrar en terrenos desde el nivel del mar hasta alturas de 1489 m. Aunque las infestaciones y los daños más severos son más comunes en terrenos de poca elevación. Los métodos de control que se han venido aplicando son: aplicación de sistemas de pastoreo, prácticas culturales, uso de quema controlada, control químico, control biológico con el uso de enemigos naturales que ataquen a la mosca y, por último, el uso de híbridos que presenten resistencia o tolerancia al ataque del insecto. Los mismos autores mencionan que existen pocos reportes sobre enfermedades que causen graves daños en el forraje, sin embargo, existe algo de información sobre enfermedades que atacan a la semilla, como es el cornezuelo del centeno (*Claviceps pupurea* Fr.). Este último ocasiona grandes pérdidas para la región de África Oriental, ya que la enfermedad reduce y retarda la producción de la semilla. Además *Claviceps pupurea* contiene ciertos alcaloides que son dañinos para el ganado y produce esterilidad en la semilla. Por lo general, la infestación se produce en el periodo de floración durante la época del verano (Martín e Ibarra 1991).

Consumo voluntario

El consumo voluntario de forraje (CVF) se define como la cantidad de forraje ingerida por unidad de tiempo (kg de forraje/día), y su conocimiento es determinante para calcular con mayor exactitud la carga animal, además de poder determinar el estado nutricional del ganado, el cual bajo condiciones de pastoreo, se ve más afectado por una disminución en el consumo de forraje, que por el bajo valor nutricional del forraje disponible; de tal forma que si se manipula la cantidad consumida por el animal (a través de un sistema de pastoreo), será posible mejorar el estado nutricional del ganado y por ende su productividad. Por otra parte, al contar con valores sobre el CVF, se podrán estructurar mejores programas de suplementación nutricional (De Leon Gonzalez 1995).

El CVF generalmente se expresa como un porcentaje del peso vivo del animal o simplemente en términos de kilogramos (materia seca o materia orgánica) por día. Para trabajos de índole científica y comparaciones inespecíficas, la expresión más recomendable será la que involucre el peso metabólico del animal, expresando los valores como kg PV 0.75/día (Dement y Van Soest 1983). En el caso de su aplicación práctica, los valores del CVF podrán ser expresados como un porcentaje del peso vivo del animal. Con rangos para bovinos de 1.3% al 3.5% de su peso vivo. ovinos de 2.1% a 5.3% y caprinos de 1.5% a 3.9%. En cuanto a metodologías para calcular el CVF, se recomienda recurrir a los trabajos de Zorrilla (1980), Fierro *et al* (1995) Y Castellanos *et al* (1990), entre otros.

El CVF se ve regulado por una serie de factores de magnitud diversa, entre los que destaca el tamaño corporal del animal, ya que existe una relación casi lineal entre la capacidad física (aparato digestivo) y el tamaño del animal. De tal forma; los requerimientos de materia seca se modifican al incrementarse la talla del animal (Blaxter *et al* 1961). Específicamente, el efecto restrictivo de la capacidad reticulo-ruminal sobre el CVF está bien documentado y se encuentra estrechamente vinculado con el contenido de fibra en la dieta, que a su vez va a condicionar la tasa de pasaje y la absorción de la ingesta (Balch y Campling 1982; Dement y Van Soest 1983). Por lo tanto, si un animal selecciona una dieta con una tasa de pasaje rápida, el CVF será mayor. En contraste, si la dieta está formada por forrajes muy fibrosos, la tasa de pasaje será menor y se llenará la capacidad de los compartimientos gástricos, reduciéndose o cesando el CVF (Poppi *et al* 1981), esto último, es muy común en condiciones de pastoreo y es uno de los factores más importantes a considerar, y obviamente está ligado a las características de la dieta. Se ha observado que el contenido de nitrógeno (proteína cruda) en la dieta, reduce el CVF cuando los rumiantes ingieren dietas con menos de 8% de proteína cruda (Weston 1967). En cuanto al contenido calórico de la dieta (energía) se incrementa hasta que el contenido de la dieta asciende a 2.5 Mcal/K ED (Dinnius y Baumgard 1970), quedando el CVF determinado por los requerimientos energéticos del animal (si no existen limitaciones físicas) y por la acción de ciertos mecanismos químicos y termostáticos (Baile y Forbes 1974). La digestibilidad de la dieta también guarda una relación estrecha con el proceso de regulación del CVF, aumentándose este a medida que se incrementa la digestibilidad, existiendo un punto (entre 66% y 70%

de digestibilidad) en el que el CVF tiende a estabilizarse o bien puede decrecer (Hutton 1963; Conrad 1966). Estas relaciones descritas, explican la disminución en el CVF durante los meses de sequía, y son determinantes bajo las condiciones de los pastizales de extensas regiones del norte y centro de México (Hutton 1963; Conrad 1966).

La época del año (ciclo fenológico de las plantas) y la disponibilidad de forraje, son factores también determinantes sobre el CVF y claramente relacionados con los aspectos nutricionales de la dieta que esté ingiriendo el ganado. Las variaciones estacionales, afectan el contenido de nutrientes, su digestibilidad y la disponibilidad de forraje. Cuando la disponibilidad es baja, el ganado intentará compensarlo, aumentando el tiempo dedicado al pastoreo para no disminuir su consumo, mas llega un punto (baja disponibilidad de forraje) en que no es posible compensarlo o bien el animal entra en un déficit energético, al gastar más energía (en pastorear y caminar) de la que consume (Musimba *et al* 1987).

Dado que la suplementación nutricional durante la época de sequía es una práctica obligada en los sistemas de producción ganadera en los pastizales, es pertinente apuntar que el tipo de suplementación será determinante en la condición del ganado. Esto es particularmente frecuente cuando se ofrecen suplementos altos en energía (carbohidratos de alta digestibilidad), que disminuyen la utilización de la fibra que el ganado ingiere como parte de su dieta bajo condiciones de apacentamiento (Musimba *et al* 1987).

Como se ha podido observar, todos los componentes y aspectos de la nutrición del ganado en apacentamiento, forman parte de un todo y no pueden verse en forma aislada, siendo el manejo parte determinante de todo este conjunto. El cuadro 1 contiene información que da idea al respecto, ya que incluye en el CVF, el valor nutricional de la dieta (proteína cruda) y un aspecto de manejo, el abrevar el ganado. Cabe mencionar que aunque los datos provienen de África, y podrán parecer un tanto exóticos, sin embargo, en las condiciones de los desiertos mexicanos, particularmente durante la época de sequía, el abrevar el ganado (a mano) es práctica común. Por lo tanto, los datos obtenidos por Musimba *et al* (1987), tienen un principio aplicable y de gran valía.

Cuadro 1 consumo de forraje y proteínas con tres regímenes de abrevadero de novillos cebú en Kenia, África.

| Parámetros | diariamente | Cada 2 días | Cada 3 días |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Consumo de forraje (kg.) | 6.1 | 5.3 | 5.0 |
| Consumo de proteínas (g.) | 534 | 523 | 461 |
| Peso de novillos (kg.) | 337 | 355 | 337 |

Fuente: Musimba *et al* 1987.

Palatabilidad

Varios factores afectan la palatabilidad de las plantas para los animales. El animal puede reconocer plantas por sentidos como la vista, el tacto y el sabor. Estos factores provocan diferencias en la palatabilidad que no están todavía completamente entendidos. Los factores anatómicos de la morfología de las plantas afectan la palatabilidad en algún grado, pero existen excepciones

perceptibles. La presencia de espinas, pelos, humedad y textura están relacionados con la palatabilidad. El contenido de proteína cruda esta altamente relacionado con la palatabilidad de forrajes en pastizales para ganado mayor y ovejas. Los altos contenidos de azúcares y agregados de azúcar están correlacionados con la alta palatabilidad de los forrajes para el ganado, así como la proporción de grasas y extractos de éter; por otra parte, los animales seleccionan más las variedades altas en fósforo y potasio, que aquellas bajas en estos minerales. Las plantas o partes de ellas que son toscas, vellosas y espinosas tienden a ser evitadas, aunque las plantas tiernas y suculentas no siempre son preferidas. (Chávez et al 1981)

Relación ganado-pastizal

El estudio de las relaciones entre el ganado y el pastizal, constituye sin lugar a dudas el corazón, la parte medular del manejo de pastizales, el ganado es la principal herramienta de que dispone el zootecnista, ya que es el único de los factores del ecosistema que puede realmente controlar; el tipo (especie animal) y la clase (edad, sexo, estado reproductivo) de ganado, así como el número de animales, a lo que se le denomina carga animal, son factores dependientes de la voluntad del zootecnista. Aún mas, a el le corresponde determinar en donde y durante cuanto tiempo apacentaran esos animales. El hombre por el contrario carece de control sobre factores tales como el clima o el suelo (Stoddart et al 1975).

Debemos entender por pastizal cualquier tipo de vegetación que sirva de alimento y de sustento a los animales (Real Academia Española 1984). Humphrey (1962) define el termino como todas aquellas tierras no irrigadas que se utilizan a través del pastoreo de los animales domésticos y silvestres. El pastizal son todas aquellas áreas que por razones de limitaciones físicas, como escasa y errática precipitación, topográfica escabrosa, drenaje deficiente y temperaturas frías, no son adecuadas para el cultivo, pero constituyen la fuente de forraje para los animales domésticos y silvestres, así como la fuente de agua, madera y fauna silvestre según Stoddart et al (1975).

En la actualidad el concepto pastizal ha superado su interpretación, estrictamente biológica (tipo de vegetación, ecosistema, recurso natural) a una acepción que implica una categoría de uso de la tierra. Esto es, un proceso de producción organizado y dirigido por el hombre para la obtención de bienes materiales. El zacatal es un tipo de vegetación aunque se encuentra denominado por miembros de la familia Poacea o sea, las gramíneas o zacates. El zacatal es solo un tipo de pastizal. En cambio un pastizal también puede estar constituido por especies arbustivas leñosas, lo que se conoce como un matorral. Un matorral es otro tipo de pastizal (Hatch y Hussey 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Esta investigación se realizó en el ejido Río Aguanaval, que esta en el Valle de Acatita, municipio de Francisco I. Madero, Coahuila. Este ejido se localiza entre las coordenadas 26° 28'40" Latitud Norte y 103° 62' Longitud Oeste a 130 km. de Torreón.

En el Valle de Acatita fisiográficamente se pueden observar tres áreas principales: la parte plana o valle, la parte de lomeríos o faldeo de cerros y la parte de alta montaña (Figura 1). La altura varía de 1070 msnm en la parte plana a los 2420 msnm en la parte más alta en la Sierra de Las Delicias.

El tipo de clima predominante es cálido, muy seco (BW) y del subtipo muy seco semicálido (BWh), con una temperatura media anual de 21.2 °C. La precipitación media anual es de 200 mm siendo los meses más lluviosos julio, agosto y septiembre (Solís 1992).

Duración: el trabajo de campo se desarrolló del 24 de junio de 1999 al 6 de noviembre de 1999.

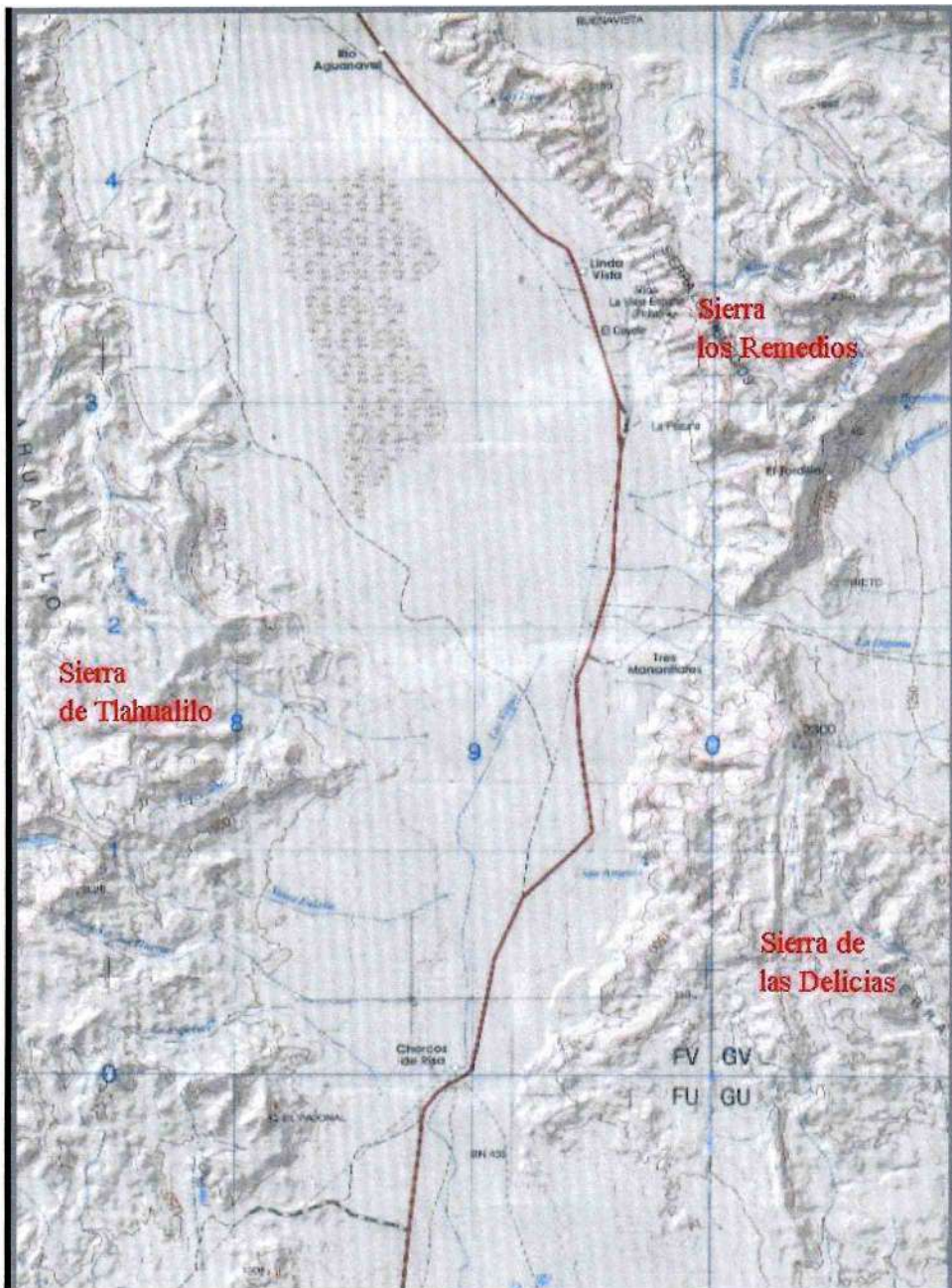


Figura: 1, Localización topográfica del valle de Acatic, Coah.

Fuente: Mapa topográfico INEGI 1996

Los suelos predominantes en esta área son de origen calizo, con formaciones aluviales, coluviales o mixtos procedentes de materiales de acarreo depositados por el efecto de agua de lluvia. Los cuatro tipos de suelos existentes son: yermosol háplico, regosol calcárico, litosol y xerosol háplico (CETENAL 1976).

La hidrología se caracteriza por arroyos intermitentes que conducen los escurrimientos superficiales provenientes de las Sierras de Las Delicias y de Tlahualilo (CETENAL 1976).

La vegetación en el área plana se distribuye de cuatro modos (Solís 1992):

1) Manchones de pastizal amacollado formados principalmente por *Hilaria mutica*. Entre los pastos hay arbustos como: *Larrea tridentata*, *Cordia greggi* y *Opuntia rastrera*.

2) Arbustivas que frecuentemente no presentan estratos gramíneo y herbáceo, con grandes espacios de suelo desnudo. Este tipo de ecosistemas fueron considerados como degradados.

3) Arbustivas presentando ocasionalmente estratos con algunas hierbas y zacates bajo su sombra y con espacios de suelo desnudo. Este tipo de ecosistemas también presentaron una cierta degradación.

4) Arbustivas con gramíneas y otras herbáceas que están aislados en los espacios abiertos. Las arbustivas en ocasiones se localizan en áreas en las cuales el espacio entre un arbusto y otro está cubierto por plantas gramíneas como: *Bouteloua barbata*, *Enneapogon desvauxii*, *Eragrostis sp*, etc.

En la parte cerril la vegetación está compuesta por: matorrales micrófilos y crasicuales, destacando la presencia de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*),

lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y zacate chino (*Bouteloua ramosa*), entre otras (Solis 1992).

Tratamiento

El trabajo de campo se efectuó de febrero a noviembre de 1999. En el ejido señalado se escogió un área degradada susceptibles de rehabilitar mediante el establecimiento de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris L.*) (Figura 2). Este presenta muchas posibilidades de establecerse (velocidad de crecimiento y de colonización del suelo) aunque no sea una gramínea nativa.

El origen de las semillas del zacate buffel es foráneo ya que fueron importadas del estado de Nuevo León.

La metodología empleada fue la siguiente:

En el ejido Río Aguanaval se aprovechó una área cercada de 21 ha aproximadamente. A principios de junio de 1999 se hicieron bordos en curvas a nivel, con 10 m de separación, la altura del bordo fue de aproximadamente 20 cm con el propósito de retener el agua de lluvia y se dio un paso de rastra. Al inicio de la época de lluvia, el 24 de junio, se hizo la siembra de zacate buffel. Un mes después del 24 de julio se detectaron áreas de colonización y crecimiento. Se marcaron con estacas etiquetadas 17 unidades de muestreo de 1 m² cada uno. Cada uno de ellos fueron subdivididos en cuatro cuadros de 25 cm², de acuerdo al método propuesto por Braun Blanquets y descrito por Pieper (1978).

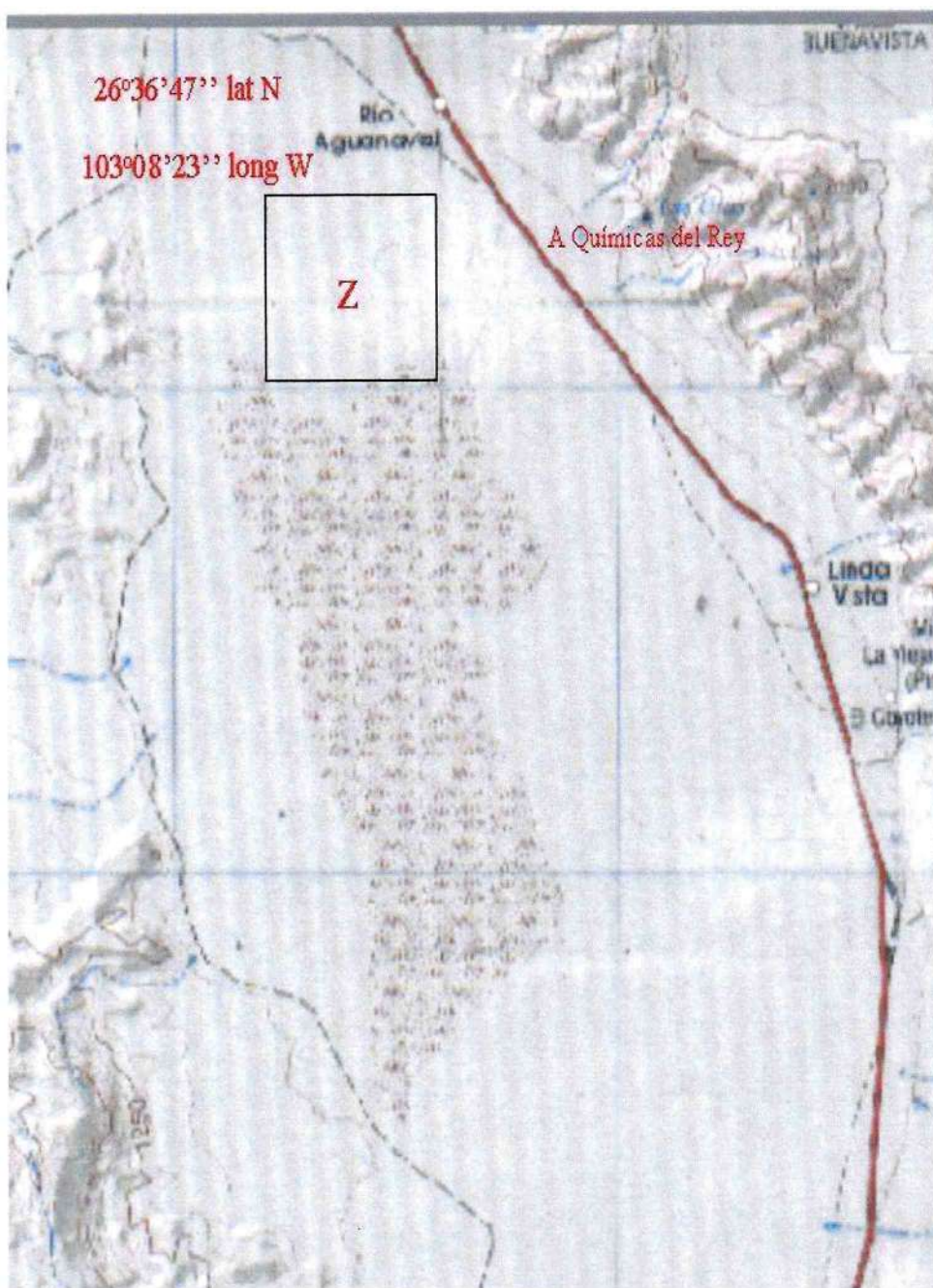


Figura: 2, Zona de estudio.

Z: zacate fuffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

Medición de variables productivas

Al finalizar la época de lluvias (el 6 de noviembre de 1999) se evaluaron las variables densidad y de crecimiento: altura (se midió desde el suelo hasta la parte más elevada de la planta haciendo escuadra) y cobertura aérea (se midió el diámetro de la parte más ancha del macollo) y biomasa. Para determinar esta última se cortó el zacate a ras del suelo, se secó y se pesó en una balanza granataria. La densidad (se midió contando los macollos), en cada uno de los 17 unidades de muestreo.

Medición de variables de suelo

Durante febrero, marzo y abril se obtuvieron muestras de suelo por cada una de las 17 unidades de muestreo. En total fueron 17 muestras de suelo. La ubicación de obtención de cada muestra del suelo fue al azar y la profundidad promedio fue de 30 cm con un diámetro de 15 cm.

Se efectuó un análisis de suelos en laboratorio y se determinaron los valores de las siguientes variables: pH y conductividad eléctrica (CE) (mS/cm) analizados con el método en extracto de suelo a saturación, densidad aparente (D_a)(gr/cm^3) mediante el método de parafina, densidad real (D_r) (gr/cm^3) por medio del picnómetro, nitrógeno (N) (%) por el método de Kjeldhal, fósforo (P) (ppm) por el método de Olsen modificado, potasio (K) (meq/100 gr) por el método de extracción con acetato de amonio leído en absorción atómica, materia orgánica (MO) (%) por el método de Walkey-Black, calcio (Ca) (meq/lt), magnesio (Mg) (meq/lt) y sodio (Na) (meq/lt) por medio del extracto de suelo a saturación analizado en absorción atómica (Universidad Autónoma Chapingo 1998).

Análisis de resultados

Para conocer la rehabilitación del ecosistema se midió la respuesta de las variables productivas del zacate buffel en cada una de las 17 unidades de muestreo y se hizo una comparación de la rehabilitación entre las distintas unidades. Así mismo se obtuvieron los datos precipitación pluvial registrada durante 1999 a través de la caseta meteorológica ubicada en el Ejido Felipe Ángeles, que se localiza entre Río Aguanaval y Tres Manantiales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cobertura

La mayor cobertura (%) extrema se presentó en el lote 12 (20.75%). Cabe mencionar que los lotes 13 (20.66%), 16 (18.16%), y 15 (15.58%) fueron los que también presentaron una buena cobertura. Mientras que los lotes 10 (11.0%), 17 (10.63%), 11 (8.08%), 1 (7.91%), 8 (7.66%), y 9 (7.5%) tuvieron una cobertura aceptable. Los lotes que menor cobertura presentaron fueron el 14 (5.48%), 4 (4.58%), 6 (3.29%), 7 (3.08%), 3 (2.83%), 2 (1.66%) y la menor cobertura extrema fue del lote 5 (1.49%). El promedio de cobertura fue de 8.84%; de los 17 lotes en 10 la cobertura fue de buena a aceptable mientras que solo en 7 fue mala (Cuadro 2).

La mayor cobertura obtenida en los lotes mencionados posiblemente se debió a que hubo condiciones del hábitat que favorecieron la retención e infiltración del agua para un mejor aprovechamiento, mientras que en los lotes que menor cobertura se presentó, ocurrió lo contrario, presentándose posiblemente un mayor escurrimiento y por lo tanto menor disponibilidad de agua, reflejándose en el crecimiento. No se observaron daños de plagas ni enfermedades en el zacate.

Altura

La mayor altura (cm) extrema se presentó en el lote 16 (24.83cm). Cabe mencionar que los lotes 17 (22.0cm), 12 (18.11cm), 15 (17.86cm), y 13 (17.33cm) fueron los que también presentaron una buena altura. Mientras que los lotes 10 (15.05cm), 6 (14.83cm), 14 (13.57cm), 9 (11.77cm), y 11 (11.0cm) tuvieron una altura aceptable. Los lotes que menor altura presentaron fueron el 8 (8.55cm), 1 (7.72cm), 7 (7.61), 4 (7.38cm), 3 (5.44cm), 5 (5.33cm) y la menor altura extrema

fue del lote 2 (3.5cm). El promedio de altura fue de 12.46cm; de los 17 lotes en 10 la altura fue de buena a aceptable mientras que solo en 7 fue mala (Cuadro 3).

Densidad

La mayor densidad (plantas m^{-2}) extrema se presento en el lote 13 (14.33 m^{-2}). Cabe mencionar que los lotes 12 (12.33 m^{-2}), 11 (10.33 m^{-2}), 16 (10.33 m^{-2}), 17 (10.0 m^{-2}), y 15 (9.66 m^{-2}) fueron los que también presentaron una buena densidad. Mientras que los lotes 9 (6.0 m^{-2}), 14 (6.0 m^{-2}), y 10 (5.66 m^{-2}) tuvieron una densidad aceptable. Los lotes que menor densidad presentaron fueron el 1 (4.0 m^{-2}), 6 (4.0 m^{-2}), 7 (4.0 m^{-2}), 4 (3.66 m^{-2}), 8 (3.66 m^{-2}), 5 (3.33 m^{-2}), 3 (2.33 m^{-2}) y la menor densidad extrema fue del lote 2 (1.66 m^{-2}). El promedio de densidad fue de 6.54 m^{-2} ; de los 17 lotes en 9 la densidad fue de buena a aceptable mientras que solo en 8 fue mala (Cuadro 4).

Biomasa

La mayor biomasa (gMS. M^{-2}) extrema se presento en el lote 12 (193.66 gMS. M^{-2}). Cabe mencionar que los lotes 13 (173.4 gMS. M^{-2}), 15 (141.76 gMS. M^{-2}), y 16 (140.76 gMS. M^{-2}), 17 (136.3 gMS. M^{-2}), y 10 (117.83 gMS. M^{-2}) fueron los que también presentaron una buena biomasa. Mientras que los lotes 9 (94.43 gMS. M^{-2}), 1 (93.03 gMS. M^{-2}), 8 (89.63 gMS. M^{-2}), 14 (81.73 gMS. M^{-2}), y 11 (79.73 gMS. M^{-2}) tuvieron una biomasa aceptable. Los lotes que menor biomasa presentaron fueron el 4 (43.73 gMS. M^{-2}), 6 (39.26 gMS. M^{-2}), 7 (36.23 gMS. M^{-2}), 2 (33.06 gMS. M^{-2}), 3 (16.58 gMS. M^{-2}), y la menor biomasa extrema fue del lote 5 (13.36 gMS. M^{-2}). El promedio de biomasa fue de 89.68 gMS. M^{-2} ; de los 17 lotes en 11 la biomasa fue de buena a aceptable mientras que solo en 6 fue mala (Cuadro 5).

La revegetación obtenida de zacate buffel se puede considerar aceptable si se considera que se inició de una suelo totalmente desnudo y con nula productividad.

Los resultados obtenidos indican que, al menos en el caso de esta especie, no es necesario emplear arbustos nodrizas ni islas de fertilidad, ya que concuerdan con los resultados reportados por Rodríguez y Martínez (1996) en trabajo efectuado durante 1993 y 1994 en el Campo Experimental "La Sauceda" INIFAP-SAGAR. Ubicado al sureste del estado de Coahuila,. Ellos encontraron que el establecimiento del zacate buffel fue muy bajo (<10 %) en islas de fertilidad de gobernadora tanto con microcuencia como sin microcuencia.

En el Ejido Charcos de Risa se sembraron 150 ha de zacate buffel en 1992. A pesar de que no se cuenta con reportes escritos sobre su establecimiento y comportamiento productivo, se observa que el zacate presenta altos grados de cobertura y densidad. Se espera que las siembras realizadas en esta investigación mejoren esos atributos en los años próximos.

Posiblemente los buenos resultados obtenidos se debieron a que las lluvias se iniciaron a partir de mayo hasta agosto. En estos meses que fueron los más lluviosos, destacó junio con una precipitación de 190 mm coincidiendo con la época de siembra de la especie probada. De hecho durante esos meses se registró el 98.7% de las lluvias de ese año. El total de la precipitación fue de 383 mm la cual fue mayor al promedio histórico, que de acuerdo a Solís (1991) es de 200 mm (Cuadro 6).

Análisis de los suelos

En general los suelos del Valle de Acatita son pobres ya que el contenido de la concentración de N es extremadamente baja ya que fue de 0.05 % en las áreas con, zacate buffel, con pH ligeramente alcalino (Cuadro 7). Las razones por las cuales se dan estas condiciones, se debe principalmente a que el factor que limita la adaptación de las especies en el área, es la escasez de agua.

CUADRO 2. VARIABLES COBERTURA EN ZACATE BUFFEL EN LA LOCALIDAD DE RÍO AGUANAVAL DEL VALLE DE ACATITA COAH. 1999.

| Lotes ^{1J} | Cobertura aérea (%) |
|------------------------|---------------------------|
| 1 | 7.91 |
| 2 | 1.66 |
| 3 | 2.83 |
| 4 | 4.58 |
| 5 | 1.49 |
| 6 | 3.29 |
| 7 | 3.08 |
| 8 | 7.66 |
| 9 | 7.5 |
| 10 | 11.0 |
| 11 | 8.08 |
| 12 | 20.75 |
| 13 | 20.66 |
| 14 | 5.48 |
| 15 | 15.58 |
| 16 | 18.16 |
| 17 | 10.63 |
| Promedio | 8.84 |

^{1J} Cada lote fue de 1 m². Fecha de siembra 24 /06/99 y fecha de muestreo 06/11/99.

CUADRO 3. VARIABLES ALTURA EN ZACATE BUFFEL EN LA LOCALIDAD DE RÍO AGUANAVAL DEL VALLE DE ACATITA COAH. 1999.

| Lotes ^{1J} | Altura (cm) |
|---------------------|-------------|
| 1 | 7.72 |
| 2 | 3.5 |
| 3 | 5.44 |
| 4 | 7.38 |
| 5 | 5.33 |
| 6 | 14.83 |
| 7 | 7.61 |
| 8 | 8.55 |
| 9 | 11.77 |
| 10 | 15.05 |
| 11 | 11.0 |
| 12 | 18.11 |
| 13 | 17.33 |
| 14 | 13.57 |
| 15 | 17.86 |
| 16 | 24.83 |
| 17 | 22.0 |
| Promedio | 12.46 |

^{1J} Cada lote fue de 1 m². Fecha de siembra 24 /06/99 y fecha de muestreo 06/11/99.

CUADRO 4. VARIABLES DE DENSIDAD EN ZACATE BUFFEL EN LA LOCALIDAD DE RÍO AGUANAVAL DEL VALLE DE ACATITA COAH. 1999.

| Lotes ¹ J | Densidad (plantas. m ⁻²) |
|-------------------------|---|
| 1 | 4.0 |
| 2 | 1.66 |
| 3 | 2.33 |
| 4 | 3.66 |
| 5 | 3.33 |
| 6 | 4.0 |
| 7 | 4.0 |
| 8 | 3.66 |
| 9 | 6.0 |
| 10 | 5.66 |
| 11 | 10.33 |
| 12 | 12.33 |
| 13 | 14.33 |
| 14 | 6.0 |
| 15 | 9.66 |
| 16 | 10.33 |
| 17 | 10.0 |
| Promedio | 6.54 |

¹J Cada lote fue de 1 m². Fecha de siembra 24 /06/99 y fecha de muestreo 06/11/99.

CUADRO 5. VARIABLES BIOMASA EN ZACATE BUFFEL EN LA LOCALIDAD DE RÍO AGUANAVAL DEL VALLE DE ACATITA COAH. 1999.

| Lotes ¹ J | Biomasa (gMS. m ⁻²) |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1 | 93.03 |
| 2 | 33.06 |
| 3 | 16.58 |
| 4 | 43.73 |
| 5 | 13.36 |
| 6 | 39.26 |
| 7 | 36.23 |
| 8 | 89.63 |
| 9 | 94.43 |
| 10 | 117.83 |
| 11 | 79.73 |
| 12 | 193.66 |
| 13 | 173.4 |
| 14 | 81.73 |
| 15 | 141.76 |
| 16 | 140.76 |
| 17 | 136.3 |
| Promedio | 89.68 |

¹J Cada lote fue de 1 m². Fecha de siembra 24 /06/99 y fecha de muestreo 06/11/99.

CUADRO 6. DATOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN EL VALLE DE ACATITA COAH. 1999.

| Mes ^{1J} | Precipitación pluvial (mm) |
|--------------------|----------------------------|
| Enero | 0 |
| Febrero | 0 |
| Marzo | 0 |
| Abril | 0 |
| Mayo | 60 |
| Junio | 190 |
| Julio | 70 |
| Agosto | 58 |
| Septiembre | 0 |
| Octubre | 0 |
| Noviembre | 0 |
| Diciembre | 5 |
| Suma | 383 |
| Promedio histórico | 200 |

^{1J} Datos obtenidos en la CONAGUA, a través de la caseta meteorológica ubicada en el ejido Felipe Ángeles.

CUADRO 7. VALORES PROMEDIO PARA LAS VARIABLES DEL SUELO A 30 CM DE PROFUNDIDAD EN CUATRO ESPECIES VEGETALES ESTUDIADAS EN EL VALLE DE ACATITA COAH. 1999.

| Variables | Zacate buffel | |
|-----------|---------------|---------------------|
| | Media | Desviación estándar |
| PH | 7.63 | 0.13 |
| CE | 0.75 | 0.19 |
| Da | 1.22 | 0.08 |
| Dr | 2.18 | 0.11 |
| N | 0.05 | 0.00 |
| P | 11.02 | 1.095 |
| MO | 0.93 | 0.16 |
| K | 0.37 | 0.12 |
| Ca | 3.14 | 1.26 |
| Mg | 1.13 | 0.26 |
| Na | 1.61 | 0.47 |

CONCLUSIONES

La rehabilitación lograda en ecosistemas dañados del Valle de Acatita fue exitosa ya que el zacate buffel tuvo una aceptable adaptación.

En buena medida el éxito logrado en la rehabilitación se debió a la precipitación alcanzada en ese año.

En base a los resultados obtenidos la hipótesis nula se rechaza. Esto es, la especie vegetal utilizada para la rehabilitación de ecosistemas degradados del Valle de Acatita si logró establecerse.

LITERATURA CITADA

- Alcalá GC, Miranda H, Pérez C, y Peña JM. 1986. Incidencia de liebres en praderas de zacate buffel en la región central de Sonora. Segundo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Resúmenes. Saltillo Coah. UAAAN, SARH, CONACYT. 17 p.
- Aranda RJ, López U, y Maiti RK. 1986. Aspectos anatómicos del zacate buffel cv común. Segundo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Resúmenes. Saltillo Coah. UAAAN, SARH, CONACYT. 5 p.
- Balch C. y Camping R. 1982. Regulation of voluntary intake in ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 32: 669.
- Baile C. y Forbes M. 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiol. Rev.* 54:160.
- Blanco CM 2000. Sobrevivencia y crecimiento del nopal rastrero (*Opuntia rastrera* Weber) en los Ejidos Lindavista y Río Aguanaval del Valle de Acatita Municipio de Francisco I Madero, Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Coahuila. Torreón, Coahuila. 62 p.
- Blaxter KL, Wainman F y Wilson R. 1961. The regulation of food intake by sheep. *Animal Prod.* 3:51.
- Castellanos A, Llamas G y Shimada A. 1990. Manual de técnicas de investigación en rumiología. Sistema de Educ. Cont. en Prod. Animal en Mexico, A.C. México, D.F. 267p.
- CETENAL 1976. Sierra Tlahualilo. Carta edafológica. Escala 1: 50 000. G13B76

- Charley JL 1977. Mineral cycling in rangeland ecosystems, In: R. E. Sosebee Ch. (Ed.). Rangeland Planta Physiol. Range Sci. Series. 4: pp215-256
- Chávez A, González MH y Fierro LC 1981. Consumo voluntario de forraje en vacas gestantes durante la época de sequía. Pastizales. Xii-3. INIP-SARH. México.
- CONAZA 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-MÉXICO). Comisión Nacional de zonas áridas. SEDESOL. México D.F. 160 p.
- Conrad H 1966. Physiological and physical factors limiting feed intake. J. Dairy Sci. 53:311.
- Cota A, y Johnson H 1975. Adaptation and production of ten perennialgrass species in Sonora. (In Spanish). Pastizales – CI – MP – 001. Hermosillo, México.
- Cox RJ 1991. El Zacate Buffel: Historia y Establecimiento un Acercamiento Internacional para Seleccionar Sitios de Siembra e Implicaciones en la Agricultura del Futuro. Simposium Internacional sobre Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Cd. Victoria Tam. 60-66.
- De León González LL 1995. Temas de actualidad en manejo de pastizales. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales, A.C. Saltillo Coah. UAAAN.
- Dement M y Van Soest PJ 1983. Body size, digestive capacity and feeding strategies of herbivores. Winrock International Publications. Morrilton, Arkansas, USA.
- Dinnius D y Baumgard B 1970. Regulation of food intake in ruminants . J. Dairy Sci. 53:311.

- Eguiarte VJ y González A 1996. Evaluación de la siembra del pasto buffel con labores de mínima labranza. XII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Memorias. Zacatecas Zac. p. 16.
- Enkerlin EC, Cano G, Garza RA y Vogel E 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores. México D. F. 690 p.
- Fierro GL 1995. Nutrición del ganado en apacentamiento. En: De León G. L. L. (editor). Temas de actualidad en manejo de pastizales. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP). UAAAN. Gobierno del Estado de Coahuila. Saltillo Coah. p. 11.
- García ME y McKell CM 1970. Contribution of shrub to the nitrogen economy of a desert wash plant community. Ecology 51(1):81-88 p. USA.
- Hanselka CW 1985. Grazing management strategies for buffelgrass. p. 53-64. In: E. C. A. Runge and J. L. Shuster (eds.) Buffelgrass: adaptation, management and forage quality Symposium. Texas Agr. Exp. Sta. MP-1575. College Station.
- Hanselka CW 1986. Comportamiento de producción del zacate buffel a las variaciones ambientales y al pastoreo. Segundo Congreso Nacional Sobre Manejo de Pastizales. UAAAN. SARH. CONACYT. Saltillo, Coah. p. 49.
- Hatch SL. y Hussey MA 1991. Origen, taxonomía y oportunidades de mejora genética del zacate buffel y especies afines. En: A. Aguirre H., E. Candanosa S. Y E. Gómez de la F. (Editores). Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral de Zacate Buffel. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A. C. 79 p.
- Humpherey RR 1962 Renge ecology The Ronald Press Co. New York.

- Hutton J 1963. Studies of the nutritive values of New Zelanda dairy pastures. New Zelanda. J. Agric. Res. 5: 409
- Ibarra FF, Cox CJ y Martín MR 1991. Efectos del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate buffel en México y sur de Texas. En: A. Aguirre H., E. Candanosa S. Y E. Gómez de la F. (Editores). Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral de Zacate Buffel. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A. C. 79 p.
- Jiménez MA 1989. La producción de forrajes en México. Universidad Autónoma Chapingo. Banco de México-FIRA. Colección Fénix. Carretera México- Texcoco. Km 38.5 .100 p.
- López DU y Aranda J 1986. Variación de las características morfológicas y fisiológicas en 12 colectas de zacate buffel. Segundo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Resúmenes. Saltillo Coah. UAAAN, SARH, CONACYT. p. 10.
- Martin RH y Ibarra F 1991. Tolerancia del zacate buffel a insectos y enfermedades. En: A. Aguirre H., E. Candanosa S. Y E. Gómez de la F. (Editores). Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral de Zacate Buffel. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A. C. 79 p.
- Masters AR Y Sheley RL 2001. Invited Synthesis Paper: Principles and practices for managinig rangeland invasive plants. J. Range Manage. 54 (5): 502-517.
- Miller TM 1994. Ecología y Medio Ambiente. Grupo Iberoamérica, S. A. de C. V. México D. F. 867 p.

- Musimba N, Pieper R, Wallace JD y Galyean M 1987. influence of watering frequency on forage consumption and steer performance in southeasrn Kenya. *J Range Manage.* 40:412. USA
- Olalde PV, Frías JT, Aguilar AL., Pescador N y Aguilera G 2000. Caracterización Microbiológica de Suelos de Islas de Fertilidad de Mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex. Wild) M. C. Johnst.) en Ambientes Semiáridos. En: Frías, H. J. T., V. Olalde P. Y J. Vernon C. El Mezquite Árbol de Usos Múltiples Estado Actual del Conocimiento en México. CINVESTAV – IPN Unidad Irapuato. Universidad de Guanajuato. UAM – Iztapalapa. México. 247 p.
- Parra GM y Ramírez F 1986. Efecto de tres prácticas de mejoramiento aplicados en una pradera de zacate buffel. Segundo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Saltillo Coah. UAAAN, SARH, CONACYT. P. 52.
- Pieper RD 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. NMSU. Las Cruces New Mexico. 148 p.
- Poppi DD, Minson y Ternowth J 1981. Studies of cattle and sheep eating leaf and stere fractions of grasses. *Australian J. Agr. Res.* 32: 123
- Real Academia Española 1984
- Rayas G, Molina M, Cajal C y Gómez R 1986. Crecimiento y empadre de vaquillas pastoreando zacate buffel con dos tipos de suplementación proteica. Segundo Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales. Resúmenes. Saltillo Coah. UAAAN, SARH, CONACYT. p. 42.
- Reynaga VJ 1995. Transformación ecológica de pastizales. En: Medina T. G. J., M J. Ayala O., L. Pérez R. y J. Gutiérrez C. (Editores). Rehabilitación de

- ecosistemas de pastizal, conceptos y aplicaciones. SOMMAP.UAAAN. Saltillo Coah. p.17.
- Ries RE y Hofmann L 1995. Grass seedling morphology when planted at different depths. *J. Range Manage.* 48(3):218-223.
- Rodríguez CB 1998. Gramíneas forrajeras de zonas áridas. Distribución y características. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 122 p.
- Rodríguez CV y Martínez OU 1996. Comparación de diferentes estrategias de establecimiento de especies forrajeras en matorral parvifolio inerme. XII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Zacatecas Zac. p. 19.
- Rubio HO, Wood MK, Cardenas M y Buchanan BA 1992. The effect of polyacrylamide on grass emergence in southcentral New Mexico. *J. Range Manage.* 45(3):296-300.
- Sánchez CI 1995. Erosión y Productividad en la Comarca Lagunera. Manejo y uso del agua en las cuencas hidrográficas del norte de México. CENID RASPA, ORSTOM. Folleto Científico Num. 4. 25 p.
- SARH-COTECOCA 1979. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Durango. 142 y 143 pp.
- Solís EJ 1992. Inventario de Vegetación del Ejido Charcos de Risa, Municipio de Francisco I. Madero Coah. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Coahuila. Esc. De Ciencias Biológicas. Torreón, Coah. 85 p.
- Stoddart L.A, Smith AD y Box TW 1975. range management. 3th. Ed. McGraw-Hill Book Company. New York.

- Universidad Autónoma Chapingo 1998. Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana de Procedimientos de Análisis de Suelos y Certificación de Laboratorios, Departamento de Suelos de la UACH.
- Vallentine JF 1980. Range Development and Improvement. Brigham Young University Press. Segunda edición. 545 p.
- Vallentine JF 1989. Range Development and Improvement. Academic Press Inc. New York. 524 p.
- Vázquez YC y Cervantes V 1993. Reforestación con árboles nativos de México. Ciencia y Desarrollo. Vol. XIX. Num. 113. Nueva Época. 52-63 pp.
- Weston RH 1967. Factors limitin intake of feed by sheep. Australian J. Agr. Res.
- Winkworth RG 1963. The germination of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) seed after burial in a central Australian soil. Aust. J. Exp. Agr. anim. Husb. 3:326-328.
- Winkel VK, Roundy BA y Cox JR 1991. Influence of seedbed microsite charactersistics on grass seedling emergence. J. Range Manage. 44(3):210-214.
- Yeaton IR 1995. Rehabilitación de pastizales Karoo, Sudafrica: función de la dinámica de la fase de anidamiento. En: Medina T. G. J. , M. J. Ayala O. , L. Pérez R. y J. Gutiérrez C. (editores). 1995. Rehabilitación de ecosistemas de pastizal. Conceptos y aplicaciones. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP). UAAAN. Saltillo, Coah. 151 p.
- Zorrilla J 1980. Determinación del consumo voluntario de forraje en condiciones de libre pastoreo. En: Manual de técnicas de investigación en nutrición de rumiantes. Departamento de Nutrición Animal INIP-SARH. México, D.F.