

ECOSYSTEM SERVICES TO AND FROM NORTH AMERICAN ARID GRASSLANDS

Kris Havstad

Supervisory Scientist, United States Department of Agricultura
Agricultural Research Service, Jornada Experimental Range
Las Cruces, New Mexico, USA 88003
khavstad@nmsu.edu

Arid grasslands throughout North America are characterized by low and variable precipitation, nutrient-poor soils, and high spatial and temporal variability in plant production. These grasslands have provided a variety of goods and services, with the provisioning of food and fiber dominating through much of the 20th century. More recently, poor economic returns, increased regulations, an aging rural population, expanding urbanization, and/or increasingly diverse interests of land owners have pressured the traditional services originating from the rangeland livestock industry. A shift to other provisioning, regulating, cultural, and supporting services has occurred or is occurring in many regions. This shift has important implications for other services of increasing interest, such as biodiversity and carbon sequestration. We have always recognized that these lands can supply societal demands such as clean water and a safe food supply. Irrespective of the services and goods supplied, the use of ecologically-based principles remains at the core of land management. However, expectations need to be based on a thorough understanding of the inherent limits of these lands. One service to these lands that needs to be provided by managers is the use of practices that either maintains ecological functions or that restores functions to systems that have been substantially degraded over past decades. With proper policies, supporting science, and ecologically-based management techniques, these grasslands may provide these historical and more unique goods and services in a sustainable fashion, though in different proportions than in the past.

DESERTIFICATION IN GRASSLANDS OF THE ARID AND SEMI-ARID ZONES OF THE GLOBE: BUILDING A SCIENCE FOR DRYLAND DEVELOPMENT

James F. Reynolds

Professor of Environmental Studies and Biology
Nicholas School of the Environment & Earth Sciences; and Department of Biology, PO Box 90328,
Duke University, Durham, NC, 27708 USA

The world's grasslands cover approximately 40% of the terrestrial land surface of the earth. Almost half (47%) of these are found in arid and semi-arid zones where land degradation (or desertification) is widespread. Over large areas the native vegetation has been reduced or eliminated, soils are eroding at accelerated rates, and the capacity of the land to support livestock and wild herbivores has been reduced. These areas already have limited potential for crop production because of low and erratic rainfall, low soil fertility, and limited opportunities for irrigation. Land degradation is a serious problem since the development and sustainability of rural people in these regions is dependent largely on their effective use and management of renewable natural resources ("ecosystem goods and services"), including water, soils, plants and wildlife. As a result, in certain areas people are flocking to congested cities because they can no longer obtain a livelihood in their rural home areas.

The list of current and future drivers of land degradation consists of both biophysical and human drivers, including climate change (e.g., increased drought, shifting of seasonal precipitation, increased variability of precipitation), land clearing and deforestation, poor land management practices (for example, management attempts in some areas to alleviate stock losses by providing water points and supplementary fodder has exacerbated the deterioration of the vegetation and widened the extent of the area degraded), encroachment by rapidly-expanding urban areas, human alteration of the fire frequency (fire is essential to mesic grasslands worldwide), and afforestation. These drivers lead to accelerated erosion by wind and water, the loss of soil nutrients, increases in the acidity, salination, and alkalinization of soils, and the loss of both soil structure and organic matter.

Land degradation has made arid and semi-arid zones highly vulnerable to both environmental and political changes. For example, "grassland afforestation" in the southern regions of South America is leading to a rapid conversion of native grasslands to scrublands and forests, a practice that is often directly supported by governmental policies; in addition, it is highly probable that in the future potential carbon sequestration markets will exacerbate this problem. There is little doubt that land-use changes in arid and semi-arid grasslands are altering—and have the potential to further alter—the global budgets carbon, water and trace gases.

Many of the dramatic changes observed in grasslands of arid and semi-arid zones in the last century are due to the high growth rate of human populations and, in some instances, climate change. In this millennium, however, these grasslands face a myriad of problems that present tough challenges to the research, management and policy communities. On

Conferencias Magistrales

the other hand, recent advances in dryland development – in concert with the integrative approaches of global change and sustainability science – suggest that concerns about land degradation, poverty, safeguarding biodiversity, and protecting the culture of native peoples can be confronted with a certain amount of renewed optimism. In this talk, I will briefly review recent lessons about the functioning of arid and semi-arid ecosystems and the livelihood systems of their human residents, and introduce a new synthetic framework, the Drylands Development Paradigm (DDP). The DDP is supported by a growing and well-documented set of tools for policy and management action and is intended to help navigate the inherent complexity of desertification and dryland development, identifying and synthesizing those factors important to research, management, and policy communities of relevance to the arid and semi-arid zone grasslands of the globe.

MAINTAINING AND RESTORING SEMI-ARID GRASSLAND STRUCTURE AND FUNCTION

Jayne Belnap

U.S. Geological Survey, Southwest Biological Science Center
2290 Resource Blvd. Moab, UT.
jayne_belnap@usgs.gov

Maintaining the structure and function of ecosystems is an essential part of sustainable management of these systems. In the past 10 years, there has been much effort put into understanding the relationship between ecosystem structure and function, and in identifying which structural elements of aridland grasslands are essential for maintaining ecosystem function. Plant community structure can be described by factors such as plant species composition, cover, height, shape, and placement relative to other plants and landscape features (e.g., washes, slope position). The type and distribution of ground cover (e.g., plant litter, rocks, physical and biological soil crusts, bare ground) beneath and between the plants is also important in describing ecosystem structure. Soil structure is another aspect of ecosystem structure that affects ecosystem function and includes features such as bulk density/porosity, soil surface roughness, and aggregate stability. In this talk, I will discuss each of these structural features and how they affect ecosystem function. I will then discuss techniques for restoring critical aspects of grassland community structure where they have been degraded. These techniques include plantings in of specific plants in specific places, artificial structures that can hasten recovery, and the restoration of biological soil crusts. I will also discuss how each of these techniques will affect ecosystem function.

DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA, SITUACIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

Manuel David Sánchez Hermosillo

Secretario de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos
Gobierno del Estado. San Luis Potosí, S.L.P., México

Luís Antonio Tarango Arámbula

Profesor Investigador Adjunto; Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí, México

El Desierto Chihuahuense, el ecosistema desértico más grande del Continente Americano y uno de los desiertos biológicamente más ricos del mundo, actualmente se encuentra en crisis debido al sobrepastoreo, la sobreexplotación de los mantos acuíferos y sobre todo al desconocimiento de la importancia del desierto. Alberga un gran número de poblaciones y comunidades de plantas y animales, de las cuales el hombre históricamente ha dependido para su sobrevivencia. Los pastizales son un ejemplo de biodiversidad y son el sistema de producción natural para la ganadería y fauna silvestre, mucha de ella actualmente en riesgo de extinción. Es difícil para muchos, reconocer que los pastizales son más que pastos y animales domésticos.

Se ha demostrado que el uso integral y sostenible de todos los componentes de los ecosistemas es más redituable que su utilización solo para la producción agrícola y ganadera. La apertura de tierras para la agricultura mal planeada, el régimen y fragmentación de la propiedad, la carencia de políticas públicas sobre cambios en el uso del suelo, la falta del manejo de agostaderos, así como la falta de un esquema adecuado de asesoría y de coordinación interinstitucional han resultado en ecosistemas degradados que difícilmente podrán ser recuperados en el corto plazo. Respetar la vocación de la tierra y su reconversión productiva hacia el uso de su potencial natural es una labor prioritaria. Para incrementar el ingreso y mejorar la calidad de vida de los pobladores rurales, es necesario pensar en el uso integral de los recursos naturales de manera que se satisfaga las necesidades del presente sin poner en riesgo el futuro de las próximas generaciones.

Se requiere urgentemente un ordenamiento territorial y una reglamentación estricta del uso del agostadero para iniciar su recuperación. Para las áreas agrícolas se propone una campaña de agricultura de conservación: cobertura permanente del suelo, labranza cero y rotación del cultivos, y una reconversión hacia cultivos perennes adaptados a esas condiciones; la estabilización de los acuíferos sobreexplotados a través del uso de tecnologías de riego, captación de agua de lluvia para abrevadero o para la producción de plantas medicinales y de ornato.

Para las áreas de agostadero, y en particular de en la zona de pastoreo comunal de los ejidos, una urgente reglamentación de su uso y de una recuperación mediante un manejo adecuado; la explotación racional de los diversos recursos de la fauna silvestre (e.g. escamoles, gusanos de maguey, rata magueyera, mamíferos silvestres) mediante el establecimiento de un sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre y campañas de educación ambiental, capacitación y legislación ambiental, que conlleve a un mejoramiento del hábitat, a detener los procesos de degradación y a recuperar las especies en peligro de extinción.

Conferencias Magistrales

Se puede concluir que ante el conflicto de la pobreza y el deterioro de los recursos naturales, es necesario revalorar el desierto como espacio de vida, productor de alimentos, materias primas y paisaje, y considerar que sus procesos biológicos dependerán en gran medida de la voluntad política, los programas y políticas públicas, y la coordinación interinstitucional entre éstos y los campesinos.

RIESGO A LA EROSIÓN EN MICROCUENCAS: PROYECCIÓN DE ACCIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO EN PASTIZALES

Loredo Osti y S. Beltrán López

Campo Experimental San Luis CIRNE-INIFAP

San Luis Potosí, S.L.P., México

loredo.catarina@inifap.gob.mx; beltran.sergio@inifap.gob.mx

RESUMEN

Desde el año 2003 el INIFAP ha desarrollado proyectos en San Luis Potosí, relacionados con el manejo de microcuencas, a fin de estimar el riesgo a la erosión hídrica, realizar propuestas de manejo que puedan ser integradas a los Planes Rectores y realizar acciones de capacitación a técnicos y productores sobre el manejo integrado de los recursos con enfoque microcuenca. Se ha observado que la mayor parte de las tierras evaluadas son tierras dedicadas al pastoreo extensivo y que los pastizales son los ecosistemas con mayor riesgo a la erosión hídrica. Por ello, la capacitación y recomendaciones de manejo se han centrado en prácticas de manejo y conservación de pastizales.

ABSTRACT

For four years, the "Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias" (INIFAP) in México, has developed projects in San Luis Potosí, México, related with rangelands management in watershed. The erosion risk is estimated to select management recommendations; it is considered in the official program of activities of each watershed. Training courses about rangeland management were imparted for technicians and farmers. Most of the evaluated lands are dedicated to the extensive use, and, the rangelands are the ecosystems with more risk to the erosion. For it, the training and management recommendations have been centered in rangelands management and conservation actions.

INTRODUCCIÓN

En México, la capacidad productiva de los ecosistemas se está perdiendo en forma considerable debido a la sobreutilización de los recursos. De acuerdo a Ortiz *et al.*, (1994), los agostaderos son los ecosistemas que más se han deteriorado, ya que el sobrepastoreo ha dañado a más de 60 millones de hectáreas. En segundo lugar de daño se encuentran las áreas forestales y en tercer lugar la agricultura de temporal, en la cual se han identificado 21 millones de hectáreas con problemas de erosión hídrica y eólica en un 70%. La degradación de los recursos por erosión, origina pérdidas de suelo, disminución de la productividad e incapacidad del sistema para recuperarse en forma natural en un lapso de tiempo razonable.

A fin de promover el uso adecuado de los recursos agropecuarios y forestales en armonía con un desarrollo rural integral, el Gobierno del Estado de San Luis Potosí, a través de la

Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SEDARH) en coordinación con la SAGARPA, coordina el “Programa Estatal de Microcuencas” donde participan instituciones como CONAZA, FIRCO, SEDESOL, SEGAM, CONAFOR, CP e INIFAP. En apoyo a este programa, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desarrolló los siguientes proyectos: *Evaluación de tierras para el manejo de 32 microcuencas hidrológicas en SLP* (financiamiento CONACyT-CONAFOR); *Conservación del suelo y agua en 20 microcuencas de San Luis Potosí* (financiamiento de la CONAZA); y, *Transferencia de tecnología para el manejo de recursos a nivel microcuenca* (financiamiento de la Fundación Produce de SLP).

La finalidad de estos proyectos fue:

- Estimar el riesgo a la erosión en 52 microcuencas.
- Analizar e integrar la información de riesgo a la erosión, uso potencial y condiciones socioeconómicas, a fin de realizar propuestas de manejo que puedan ser integradas a los Planes Rectores.
- Transferir tecnología a técnicos y productores para el manejo integrado de los recursos con enfoque de microcuenca.

El objetivo de esta presentación es compartir las experiencias derivadas de estos trabajos, considerando que la mayor parte de las tierras que fueron evaluadas son tierras dedicadas al pastoreo extensivo donde se requieren acciones para mejorar y conservar el pastizal.

LA MICROCUENCA: EJE EN LA PROGRAMACIÓN DE ACCIONES PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS

En San Luis Potosí, las zonas áridas y semiáridas ocupan 77% de la superficie estatal. La ganadería extensiva representa el principal uso del suelo y la producción de forraje en pastizales o praderas inducidas, es muy limitada. La sobreutilización de la cubierta vegetal es generalizada, lo cual ha originado procesos de degradación de los recursos, tales como disminución y pérdida de la vegetación más deseable, incremento en la vegetación no aprovechable, pérdida de germoplasma, reducción de la capacidad de infiltración y en la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, degradación de la cubierta vegetal, compactación y erosión del suelo (Loredo y Beltrán, 2005).

Los procesos erosivos, no son de carácter local, sino más bien regional, de acuerdo a los principios que regulan las cuencas hidrográficas (Brooks *et al.*, 1994). Una cuenca hidrológica es un espacio físico delimitado por un parteaguas donde concurren factores ecológicos, climatológicos, hidrológicos, sociales, económicos, culturales, etc. que se interrelacionan entre sí, dando a cada cuenca su propia dinámica. Por su carácter regional, pueden ser utilizadas como unidades de planeación. La microcuenca es una parte de la cuenca y por su carácter local, se considera la unidad de programación de acciones, con la participación activa de los productores, donde se pueden desarrollar y coordinar los servicios integrados de las instituciones (CIAT, 1999; Vernooy *et al.*, 1999).

El procedimiento básico para controlar la erosión a nivel regional, consiste en llevar a cabo la clasificación y evaluación de tierras, seleccionar un sistema de uso adecuado y,

en caso necesario, diseñar medidas de conservación (Kirkby y Morgan, 1984). Este proceso que aparenta ser una operación sencilla, se vuelve una tarea imposible, cuando en el contexto de la microcuenca, se consideran solamente las relaciones físico-biológicas, como causa del problema-solución. En las microcuencas, el manejo integrado de los recursos no presupone solamente la jerarquización y planeación de acciones en función de aspectos técnicos. Debe considerar también las condiciones y participación de los habitantes de las microcuencas, especialmente su condición social y el entorno de sus actividades económicas. Sin embargo, la participación comunitaria no es algo que se realiza automáticamente, sino que exige la búsqueda y creación de condiciones para que se lleve a cabo; esto implica, entre otras cosas, un proceso de aprendizaje sobre acciones que promuevan la participación.

El Programa Nacional de Microcuencas que ha instrumentado la SAGARPA, describe a la microcuenca como la unidad básica de atención de proyectos de conservación de suelo y agua, así como de desarrollo comunitario. Sus principios son atender, entender y respetar la problemática, necesidades, demandas, objetivos y decisiones comunitarias, buscando corresponsabilizar y transferir medios y funciones a organizaciones comunitarias. Además de rehabilitar, conservar, proteger y aprovechar los recursos naturales, uno de sus objetivos fundamentales es impulsar procesos de planeación y acción participativa, para lo cual establece como estrategia principal la elaboración del Plan Rector de Producción y Conservación (Candia, 2004). Con base en lo anterior, el Programa de Microcuencas en San Luis Potosí, desde el año 2002 define a la microcuenca, como una unidad de planificación para los servicios integrados de las instituciones del sector, con énfasis en el desarrollo de acciones tendientes al ordenamiento territorial (Figura 1).

PREDICCIÓN DE RIESGO A LA EROSIÓN

Uno de los factores importantes en la clasificación y evaluación de tierras para el manejo de las microcuencas es la evaluación del riesgo a la erosión o erosión potencial a fin de identificar aquellas áreas, donde la productividad sostenible de la tierra es amenazada por una pérdida excesiva de suelo. Esta evaluación no muestra el estado actual del problema, sino más bien se aboca a describir los componentes del riesgo y en función de ellos estima la erosión que puede ser esperada o la cantidad de suelo que se puede perder, bajo condiciones específicas (Zárate y Anaya, 1992).

En el caso de las microcuencas en San Luis Potosí, la metodología utilizada se basó en la aplicación de conceptos y herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) orientados a determinar la erosión mediante la aplicación del modelo USLE (Wischmeier y Smith, 1978), adaptado por la FAO (1980), el cual permite estimar en campo la erosión potencial y puede ser útil como un instrumento de planeación en la proyección de prácticas y obras de conservación de suelos, que permitan un uso sustentable de los recursos.

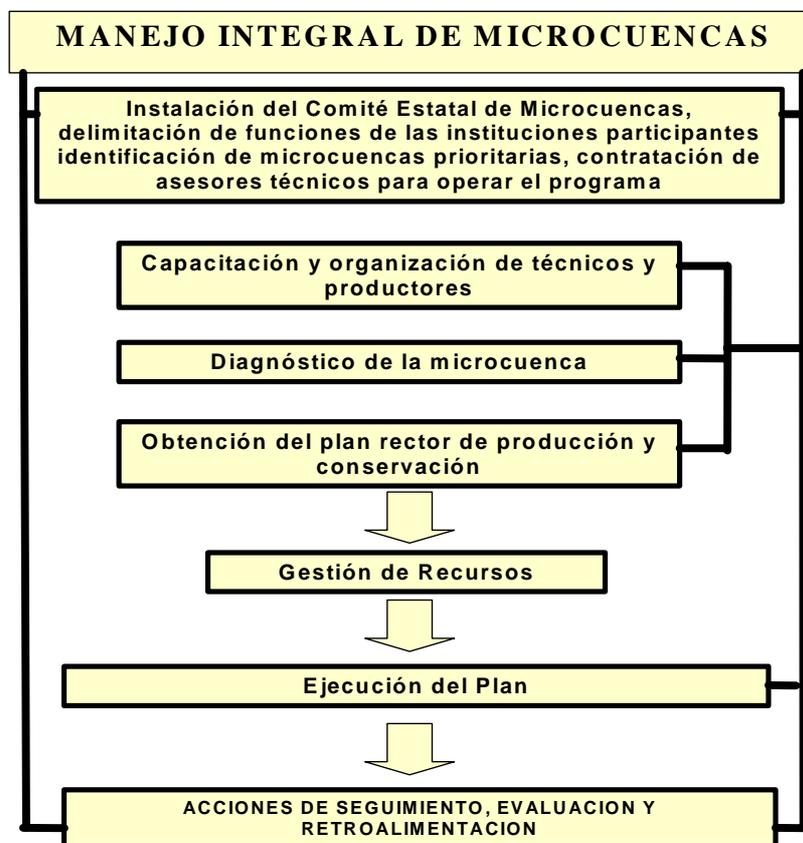


Figura 1: Esquema para la coordinación de acciones dentro del Programa Estatal de Microcuencas en San Luis Potosí.

El proceso consistió en delimitar las 52 microcuencas, y en cada una de ellas, obtener mapas temáticos sobre edafología, uso actual, uso potencial, así como mapa fisiográfico, a través del modelo de elevación digital escala 1:50000 (INEGI, 1974 y 2000), usando el software ARC/INFO™ estación de Trabajo y ARCVIEW™; obteniendo las bases de datos de cada tema. Para la predicción de riesgo a la erosión, se realizaron superposiciones de las diferentes capas, obteniendo un mapa final de riesgo potencial a la erosión hídrica. La erosividad de la lluvia para 51 de las 52 microcuencas se obtuvo, mediante la ecuación correspondiente a la Región IV, propuesta por Cortés (1991): $Y=2.89594x+0.002983x^2$, donde "Y" corresponde al índice de erosividad y "x" representa la precipitación media anual. Solamente en una de las microcuencas se aplicó la ecuación correspondiente a la Región XIII: $Y = 10.74273x - 0.001008x^2$ (Figuroa *et al.*, 1991).

La superficie de las 52 microcuencas varió de 2,156 a 15,037 ha, ocupando en total 409 mil ha, de las cuales, 45% presentó un riesgo de erosión ligera (menor de 10 ton/ha/año de pérdida de suelo), 21% presentó riesgo de erosión moderada (10 a 50 ton/ha/año),

21% tuvo un riesgo de erosión fuerte (50 a 200) y una erosión potencial mayor a las 200 ton/ha/año se identificó en 13% de la superficie de las microcuencas (Figura 2).

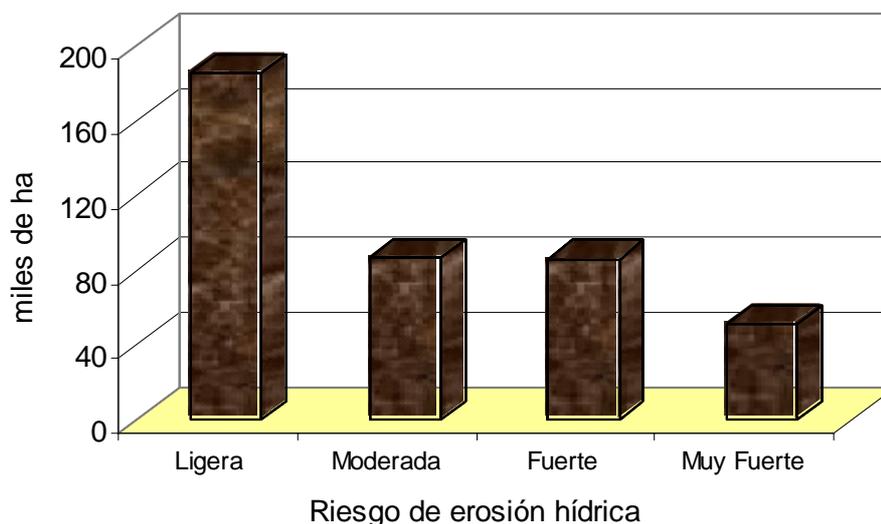


Figura 2: Riesgo potencial a la erosión hídrica en 52 microcuencas de la zona semiárida de San Luis Potosí.

Las áreas de riesgo a la erosión fueron ubicadas en mapas temáticos en cada microcuenca, donde se identifican aquellas áreas donde la productividad sostenible es amenazada por una pérdida excesiva de suelo. Se observó que el riesgo a la erosión se relaciona con el uso del terreno, el cual se determinó tomando en cuenta la cartografía de INEGI, escala 1:50,000. Considerando al uso potencial, la clasificación comprende ocho clases: las clases I, II y III pueden ser utilizadas para la agricultura con algunas prácticas de manejo y conservación, ya que sus problemas de erosión son leves. En las 52 microcuencas, las tierras de estas tres clases solamente abarcaron 7% de la superficie total (Figura 3). La clase IV ocupó 20% de la superficie de las microcuencas y corresponde a las tierras que pueden ser utilizadas con fines agrícolas pero que presentan fuertes limitaciones para ello, por lo cual requieren de prácticas especiales de manejo y conservación. El análisis del riesgo a la erosión permitió identificar que esta clase tiene un riesgo a la erosión alto, ya que los productores las abren al cultivo, sin embargo, en la zona estudiada el principal factor imitante para ellas es la humedad deficiente o la topografía, lo cual las hace más apropiadas para uso pecuario a través del pastoreo.

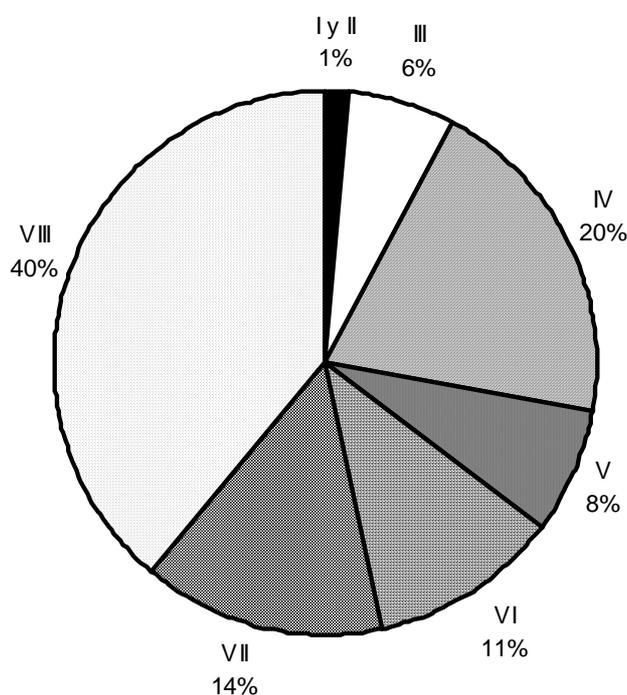


Figura 3: Clasificación de tierras por su uso potencial en 52 microcuencas ubicadas en la zona semiárida de San Luis Potosí.

Las clases que en forma natural se relacionan con el uso pecuario son la V, VI y VII; en las microcuencas ocupan 33% de la superficie, donde el pastoreo es extensivo y ha generado una degradación alta de la cubierta vegetal, incrementando el riesgo a la erosión. La clase VIII abarca 40% de las tierras de las microcuencas y aun cuando la recomendación técnica señala que estas tierras deben ser destinadas a la vida silvestre animal o vegetal, la realidad es que se utilizan también para el pastoreo extensivo, especialmente con ganado caprino.

PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA EL MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL PASTIZAL EN LAS MICROCUENCAS

Se consideran pastizales o agostaderos, aquellas áreas de baja productividad potencial para los cultivos agrícolas, debido a limitaciones físicas (Aizpuru, 1995). Las limitaciones pueden ser baja precipitación, topografía accidentada, drenaje deficiente o temperatura (Stoddart *et al.*, 1975). Incluye cualquier tipo de vegetación que se utilice extensivamente a través del pastoreo de animales domésticos o silvestres; y que además es fuente de agua, hábitat para la fauna silvestre, plantas medicinales, madera y recreación (Aizpuru, 1982).

La Sociedad de Manejo de Pastizales de Estados Unidos (RMS, 1974), define como pastizal a las tierras en las cuales la vegetación nativa, está constituida predominantemente de pastos, plantas herbáceas o arbustivas que son adecuadas para el pastoreo o ramoneo; incluye terrenos revegetados natural o artificialmente para proveer una cubierta de forraje que puede ser manejada como vegetación nativa. De Alba (1971), señala que agostadero es una palabra netamente castellana que se refiere a terrenos donde agosta el ganado y es el vocablo más apto para traducir la palabra “rangeland” o pastizal utilizado en Norteamérica. Por lo anterior, cualquier área natural que sirva como fuente de alimentación del ganado doméstico o silvestre es considerada como un agostadero. La Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), ubica dentro del agostadero, los siguientes tipos de vegetación: pastizal mediano abierto, pastizal amacollado, pastizal halófito, diferentes tipos de matorrales y algunos bosques con producción de forraje bajo el dosel arbóreo (COTECOCA, 1974).

En las 52 microcuencas estudiadas predominan los siguientes tipos de vegetación: matorral subinermes (23.2%), pastizal natural o inducido (11.3%), nopaleras y cardonales (9%), bosques de encino o pino (9.3%) y matorral espinoso (8.5%). Las tierras de cultivo ocupan 18% (Figura 4). El resto de la superficie se encuentra ocupado por m. crasirosulfolio, chaparral, m. inermes y mezquite; en menor importancia se ubican áreas con m. submontano, vegetación halófito y vegetación secundaria (Loredo *et al.*, 2005 y 2006).

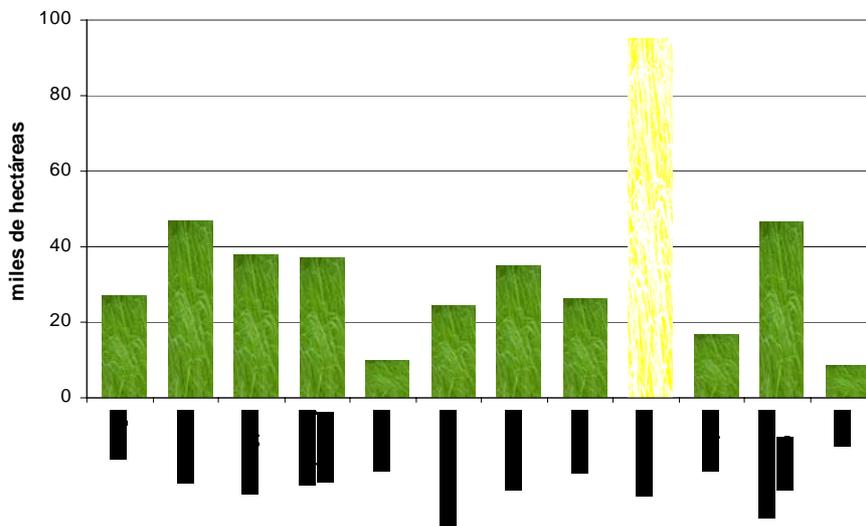


Figura 4. Vegetación y uso actual del suelo en 52 microcuencas ubicadas en la zona semiárida de San Luis Potosí.

En las microcuencas estudiadas, el agostadero es la fuente de alimentación más barata que existe para el ganado que se maneja en condición extensiva, bajo un esquema de pastoreo continuo. Después de las primeras heladas, los productores se apoyan en otras fuentes de alimentación como son los esquilmos de cultivos agrícolas (rastreo de maíz, sorgo y tazol de frijol) y algunos productos y subproductos de especies maderables y no maderables como el maguey picado, nopal chamuscado, flor de yuca y vaina de mezquite (Loredo *et al.*, 1998).

La mayor parte de las tierras evaluadas fueron ejidales, las cuales son de aprovechamiento comunal y presentan la problemática relativa a este tipo de uso: es decir, a nivel local no existen planes elementales de manejo, no hay reglamentos internos para el manejo de estas áreas y existe una sobreutilización extrema de la vegetación; el terreno es de todos pero el ganado es de cada uno, por lo cual hacen uso del agostadero pero nadie lo protege; en la mayoría de los casos no hay organización para producir y llevar al mercado los productos del pastizal.

A nivel regional, no existen diagnósticos actuales que permitan conocer la capacidad productiva y de recuperación de los pastizales, no se aplican leyes y reglamentos para el buen uso de estos recursos, los programas oficiales tienen dificultad para ser aterrizados por la falta de organización en las comunidades y la falta de personal capacitado y comprometido en programas de asistencia técnica para este tipo de tierras. Además de lo anterior, en las comunidades de las microcuencas se enfrentan problemas de bajos índices de escolaridad, migración hacia los Estados Unidos de Norteamérica, problemas de salud y en muchos casos vías de comunicación deficientes.

Este panorama fue detectado como uno de los principales problemas para llevar a cabo acciones de mejoramiento del pastizal en las microcuencas, sin embargo, en los recorridos de campo se logró observar que los productores reconocen la importancia de la actividad ganadera basada en el aprovechamiento de los pastizales, no sólo como un complemento a sus precarias actividades agrícolas, sino como un eje capaz de transformarse en su actividad principal, conociendo el tipo de tierras donde habitan, sin embargo, también existe un desconocimiento de las técnicas de manejo de pastizales y se carece de infraestructura apropiada.

Actualmente existen programas del Gobierno que buscan fortalecer la ganadería y el manejo de los pastizales (especialmente a través de la acción coordinada de las instituciones dentro del Programa Estatal de Microcuencas). Se han invertido recursos en el establecimiento y recuperación de los agostaderos, estableciendo cercos perimetrales y divisorios en los potreros, construyendo infraestructura hidráulica, tanto en jagüeyes o abrevaderos, así como apoyos en la adquisición de papalotes y construcción de bebederos. El logro en San Luis Potosí es que muchos de estos apoyos se han canalizado hacia los productores que trabajan en el esquema "microcuenca", incluyendo acciones de restauración de suelos que promueve CONAFOR. En resumen, las recomendaciones para manejar, conservar y mejorar el pastizal con las cuales coincidieron los habitantes y técnicos de las 52 microcuencas son las siguientes:

Conferencias Magistrales

- Control de la carga animal para que la tasa de cosecha sea igual o menor que la tasa de recuperación (Beltrán *et al.*, 2005).
- Elección de un sistema de pastoreo rotacional.
- Distribución adecuada de aguajes en el agostadero.
- Eliminar el exceso de carga animal improductiva (equinos).
- Establecer cercos perimetrales y divisionales.
- Utilizar saladeros y bloques nutricionales como suplemento y como herramienta para lograr una mejor distribución del pastoreo.
- Dar a las plantas del pastizal la oportunidad de recuperación a fin de que produzcan semilla y se lleve a cabo la resiembra en forma natural.
- Controlar plantas indeseables y tóxicas.

Si consideramos el riesgo a la erosión, aquellas tierras que presentan un grado de erosión leve (menor a 10 ton/ha/año), generalmente son tierras de la clase IV ó V, cubiertas con pastizal mediano abierto; son muy susceptibles a erosión hídrica y eólica cuando están desprovistas de vegetación y el factor limitante principal es la humedad deficiente. Ahí se requieren prácticas agronómicas y vegetativas que permitan un desarrollo adecuado de la cobertura vegetal. En pastizales, las prácticas agronómicas corresponden a la aplicación de un buen sistema de pastoreo con rotación efectiva de potreros y respeto a la capacidad de carga animal. En el caso de que se encuentren abiertas al cultivo, se recomienda reconvertirlas nuevamente a un uso pecuario a través de la resiembra de especies gramíneas ya sean nativas o introducidas (Beltrán y Loredó, 1999), lo importante es mantener y mejorar la cobertura vegetal y aplicar sistemas de pastoreo con un manejo rotacional eficiente. En esta clase de tierras es donde se desarrollan los mejores pastizales de las microcuencas. En donde se cuente con escurrimientos, se recomiendan cultivos para apoyo a la ganadería, mediante la producción de forrajes de corte para su posterior ensilaje (maíz y sorgo) o henificado (avena y cebada), siempre aplicando técnicas de agricultura de conservación.

En las tierras donde el riesgo a la erosión es moderado y fuerte (pueden ser de la clase V a la clase VII) se recomienda realizar acciones de conservación y restauración, tales como la construcción de bordos en curvas a nivel con la finalidad de cosechar agua de lluvia y retener los sedimentos que arrastra el agua en los escurrimientos. En este tipo de tierras, cuando la cobertura vegetal es buena, se recomienda realizar prácticas de mejoramiento como surcado listter o paso de cinceles para promover una mayor infiltración de agua en el suelo y paso de rodillo aireador. Las clases VI y VII deben ser destinadas exclusivamente para el pastoreo. Son tierras con serias limitaciones. En las partes altas se recomiendan prácticas de protección y restauración de suelo y agua tales como tinajas ciegas, zanja y bordo, bordos en media luna, presas filtrantes para el control de azolves, bordos a nivel de piedra acomodada y en general cualquier estructura que evite la pérdida de suelo y agua en las laderas. En estas tierras se desarrolla bien la

producción caprina por lo escarpado del terreno y por la dominancia de especies arbustivas (Beltrán *et al.*, 2004).

En la clase VII también se desarrollan las especies de vida silvestre tales como el venado, jabalí, guajolote, etc. En la clase VIII, se recomienda dejar exclusivamente el desarrollo de vida silvestre, por sus extremadas limitaciones; no se recomienda realizar acción alguna, sólo vigilar que no se realicen talas inmoderadas del arbolado y caza furtiva con la consecuente degradación de los recursos. En todas las tierras que presenten erosión severa, las acciones son de restauración de suelos, especialmente cuando estas tierras se ubican en las partes altas, porque los sedimentos que ahí se produzcan afectarán en forma desfavorable a las partes bajas de las microcuencas (sedimentación de obras hidráulicas, rompimiento y destrucción de obras de conservación que ya estén realizadas, destrucción de caminos, etc). Las obras de restauración recomendadas son la construcción de presas filtrantes para el control de azolves desde el inicio de las cárcavas, orientación de los escurrimientos con velocidades no erosivas hacia obras de almacenamiento o derivación, cabeceo de zanjas y cárcavas, construcción de tinajas ciegas).

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA A TÉCNICOS Y PRODUCTORES

Para los técnicos y productores de las microcuencas, el INIFAP desarrolló un programa de transferencia de tecnología que incluyó demostraciones y cursos a productores sobre temas relacionados con manejo de pastizales (Figura 6) y sobre la importancia del manejo integral de los recursos a nivel microcuenca. También se realizaron acciones de difusión y capacitación para técnicos de la CONAZA, FIRCO y de las microcuencas; presentaciones en las reuniones ante el Comité Estatal de Microcuencas y presentaciones en foros organizados por CONAZA y CONAFOR.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La predicción del riesgo a la erosión es una herramienta para la elección de acciones de manejo, conservación o restauración de los suelos del pastizal, desde el punto de vista de pérdida de suelo. Es útil para no hacer propuestas a la ligera, teniendo en mente que antes de promover un programa de restauración es necesario pensar en un programa de prevención, manejo y conservación, donde el factor fundamental sea el manejo de la cobertura vegetal.
- El hecho de manejar los recursos del pastizal con la visión de la microcuenca implica el reconocer que las oportunidades de los productores que las habitan están estrechamente ligadas al manejo adecuado del suelo, del agua y de la vegetación.
- En el suelo se requiere mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas y realizar acciones de conservación cuando sea necesario; en el caso del agua es necesario promover la infiltración, reducir el escurrimiento a velocidades no erosivas y promover la recarga de los mantos acuíferos.

Conferencias Magistrales

- Para el manejo de la vegetación es indispensable mantener o favorecer la cobertura vegetal a través del control de la carga animal en función de la capacidad de recuperación del pastizal. Sin embargo, ante todo, es indispensable reconocer que el uso y aprovechamiento de estos recursos depende de las actividades de los habitantes de las microcuencas, de la capacitación que tengan, de la tecnología disponible y viable, así como de sus procesos de gestión y organización.
- Existen hoy, condiciones favorables para promover la participación de los productores de las comunidades en la toma de decisiones sobre el uso del pastizal. La primera es la coordinación interinstitucional que llevan a cabo los gobiernos federal, estatal y municipal, para que se desarrolle el programa estatal de microcuencas en San Luis Potosí y la segunda es la búsqueda de la participación activa de los productores en la elaboración de sus planes rectores.
- Además, es necesaria e indispensable la integración de esfuerzos de instituciones, investigadores y técnicos, enfocados a comprometerse en la solución del problema del manejo del pastizal con enfoque microcuenca, a través de la predicción de riesgo a la erosión, diagnóstico del estado de salud del pastizal, identificación de tecnologías apropiadas y capacitación a técnicos y productores. En ese sentido, es conveniente contar con un grupo de especialistas que asesoren permanentemente a los técnicos de las microcuencas.

Los peligros para el desarrollo de estas acciones son los siguientes:

- La falta de políticas claras para el manejo de los pastizales.
- La carencia de reglamentos locales para el uso de los agostaderos (cuando existen estos no son aplicados).
- La falta de organización de los productores.
- La deficiente selección y aplicación de tecnología.
- La falta de diagnósticos de riesgo a la erosión y del estado de salud del pastizal.
- La apatía de algunas autoridades al no reconocer al pastizal como un recurso natural que debe basar su manejo en principios no sólo productivos, sino también ecológicos.

LITERATURA CITADA

- Aizpuru, G. E. 1982. Memorias del curso de Manejo de Pastizales avanzado. Maestría en Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. 178 p
- Aizpuru, G. E. 1995. Relaciones entre el ganado y el pastizal. Temas de actualidad en Manejo de Pastizales. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. pp 63 – 74.
- Beltrán, L. S. y Loredo, O. C. 1999. Siembra de pasto Buffel en el Altiplano de San Luis Potosí. Folleto para productores No. 22. Campo Experimental Palma de la Cruz, San Luis Potosí, S. L. P.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Conferencias Magistrales

- Beltrán L. S., Loredo O. C., Gámez V. H. G. 2004. Arbustivas forrajeras con potencial para las zonas semiáridas de San Luis Potosí. Memorias de la XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Yucatán, México.
- Beltrán L., S., Loredo O. y J. Urrutia M. 2005. Manejo y rehabilitación de agostaderos de zonas áridas y semiáridas. In: Loredo O. C. (Ed). 2005. Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. INIFAP-CIRNE-Campo Exp. San Luis. Libro técnico No. 1. San Luis Potosí, S.L.P. México. 187 p
- Brooks, K.N., Ffolliot, P. F., Gregersen H. M. and Thames J. L. 1991. Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State University Press/Ames. 392 p
- Candia C. U. 2004. Promoción para la organización de productores. Memorias del Curso-Taller "Manejo Integrado de recursos con Enfoque de Microcuenca". Junio de 2004. San Luis Potosí, S.L.P. 182 p.
- CIAT. 1999. Nueve instrumentos para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Guía 1.
- Cortés T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de MC. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 168 p.
- COTECOCA 1974. Coeficientes de agostadero para el estado de San Luis Potosí. México.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. La prensa Médica Mexicana. México, D. F. 336 p.
- FAO, 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma. 86 p.
- Figueroa, S. B., Amante O. A., Cortes T. H. G., Pimentel L. J., Osuna C. E. S., Rodríguez O. J. M. y Morales F. F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. Colegio de Postgraduados. Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. 159 pp
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. (<http://www.inegi.gob.mx/difusion/espanol/poblacion/index.html>)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1974. Cartas temáticas de edafología, uso actual del suelo, uso potencial (diversas cartas).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Modelo de elevación digital, escala 1:50000 (diversas cartas)
- Kirkby, M.J. y R.P.C. Morgan. 1984. Erosión del suelo. John Wiley & Sons. Ltd., 286 p
- Loredo, O.C., S. Beltrán L y J.L. Barrón C.; 1998. Reconversión de áreas agrícolas de baja productividad a uso pecuario. Foll. Téc. SAGAR-INIFAP- C.E. Palma de la Cruz, S.L.P. 22 p.
- Loredo O. C., y S. Beltrán L. 2005. Prácticas agronómicas y vegetativas. In: Loredo O. C. (Ed). 2005. Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. INIFAP-CIRNE-Campo Exp. San Luis. Libro técnico No. 1. San Luis Potosí, S.L.P. México. 187 p.
- Loredo O.,C., S. Beltrán L. y F. Moreno S. 2005. Informe Final del Proyecto "Conservación del suelo y agua en 20 microcuencas de San Luis Potosí". INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, S.L.P. México. 23 p
- Loredo O.,C., S. Beltrán L. y F. Moreno S. 2006. Informe de actividades del Proyecto "Evaluación de Tierras para el manejo integrado de microcuencas en San Luis Potosí". INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, S.L.P. México. 17 p
- Ortiz S., M. de la L.; Anaya G., M.; y Estrada B. W. J. 1994. Evaluación, cartografía y políticas preventivas de la degradación de la tierra. P. 49
- Society for Range Management (SRM) 1974. Range term Glossary Committee. A glossary of terms used in range management. Kothmann M. M. (ed). Denver, Colorado. U. S. A. 36 p.
- Stoddart, S. A., Smith, A. D. and Box, T. M. 1975. Range management. Mc. Graw Hill Book Company. Inc. New York, U.S.A. 532 p.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Conferencias Magistrales

- Vernooy, Ronnie; Espinoza, Nohemi; Lamy, France. 1998. Mapeo, Análisis y Monitoreo Participativos de los Recursos Naturales en una Microcuenca. Guía 3. En: Instrumentos Metodológicos para la Toma de Decisiones en Manejo de los Recursos Naturales. 152 p.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses-a Guide to Conservation Planning-USDA; Agriculture Handbook 537. Sci. and Educ. Admin. USDA washington, D.D. 59- p.
- Zárate Z.R. y M. Anaya G. 1992. Evaluación y cartografía del riesgo a la degradación del suelo por erosión hídrica en el estado de Tlaxcala. Rev. TERRA. SMCS. Vol 10 (1) p 3-14.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Alejandro Zárate Lupercio

Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Buenavista, Saltillo, Coahuila C.P. 25315

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de *hardware*, *software*, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, es decir, para la toma de decisiones. En sentido restringido se identifica a los SIG como programas de cartografía por computadoras, o como un *software* tipo CAD (*Computer-aided design*); su gran utilidad y potencia reside en su capacidad para almacenar grandes cantidades de información georeferenciada y su potencia para el análisis de la misma para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales; esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

De manera general las cuestiones que puede desarrollar un SIG son las siguientes:

- Localización y descripción de las características de un lugar concreto
- Condición o búsquedas especializadas en el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencias por comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos de acuerdo a objetivos concretos.
- Detección de pautas espaciales en un territorio.
- Generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

La necesidad de información geográfica es una constante histórica en el desarrollo de las sociedades humanas, y los fines para los que se emplea y se puede emplear esta información es inagotable, ya que podríamos decir que todas las actividades humanas tienen dimensión espacial y por tanto pueden utilizar la información geográfica.

Los SIG se consideran la aportación más relevante y revolucionaria en Geografía desde la invención de la cartografía y la brújula, y son el resultado de una larga evolución impulsada con las aportaciones de numerosos investigadores y desarrolladores y por el progreso sin precedentes de la informática y las telecomunicaciones en las dos últimas décadas. Recientemente la fotografía aérea y particularmente las imágenes de satélite han permitido la observación periódica de los fenómenos sobre la superficie de la corteza terrestre. La información producida por este tipo de sensores ha exigido el desarrollo de herramientas para lograr una representación cartográfica de este tipo de información.

Actualmente a diferencia del pasado inmediato, el *internet* permite el acceso y adquisición de *software* e información geográfica digital libre y no libre de instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras. De este modo es posible acceder a imágenes de satélite pancromáticas, multiespectrales, hiperespectrales, radar, infrarrojas, térmicas, de resolución media, baja y alta; a información geográfica digital temática tipo vector; información estadística de tipo social y económica georreferenciada. Agregado a lo anterior los Sistemas de Geoposicionamiento Satelital (GPS), permiten la rápida y exacta ubicación de los proyectos en este tipo de información.

Los sistemas de información geográfica, han permitido el estudio integral del territorio con aplicaciones importantes en el campo de la PLANEACIÓN de todos los ámbitos de la actividad humana como urbanismo, infraestructura de comunicaciones, transmisiones e hidráulica, manejo de recursos naturales renovables y no renovables; en la EVALUACIÓN de los impactos de éstas actividades como cambios de uso del suelo, efectos en el paisaje y en la dinámica de procesos de la tierra como erosión e hidrogeología y; en la prevención y detección oportuna de desastres y riesgos naturales como son deslizamientos de laderas, vulcanismos, huracanes, sismos y sequías.

La evaluación del impacto es un instrumento de gestión utilizado por la administración pública ambiental en el control de proyectos y aprovechamiento de recursos naturales, para prevenir y en su caso mitigar, a un umbral permisible o asimilable, los impactos negativos que estos proyectos pudieran ocasionar en el ambiente. En el proceso analítico, de evaluación de impactos y diseño de medidas de mitigación que la elaboración de este tipo de estudios requiere, los SIG son una poderosa herramienta para estos objetivos.

Por ejemplo los SIG son utilizados en la fase de descripción del sistema ambiental y su diagnóstico, facilitando la integración de la información de manera holística en un esfuerzo interdisciplinario.

En la evaluación de alternativas de localización de un proyecto, en donde generalmente el objetivo es aprovechar las ventajas del territorio para el desarrollo del mismo, pero al mismo tiempo buscar la localización que produzca el mínimo impacto, el uso de modelos de aptitud y modelos de impacto de acuerdo a criterios establecidos en una evaluación multicriterio y rutas óptimas, procedimientos incorporados en muchos programas de SIG pueden aportar adecuadas soluciones.

En la fase de evaluación de impactos en los factores ambientales, los SIG son utilizados en los resultados de modelos de simulación en aspectos como la dispersión de contaminantes en la atmósfera, agua y suelo, y en otros son componentes esenciales como es el caso de modelos de erosión, y de comportamiento hidrológico.

Las aplicaciones relacionadas con modelos digitales de elevación (MDE), que proporcionan una representación tridimensional del territorio, sobreponiendo otras capas de información, facilitan la evaluación de impactos en el paisaje en sus cualidades estéticas, visibilidad de los proyectos e intervisibilidad en la cuenca. Otras aplicaciones de los MDE es la delimitación de las zonas de riesgo por derrumbes, inundaciones y vulcanismo.

Los satélites de observación meteorológica (meteosat) y los de observación de la tierra (TERRA) con la tecnología de los SIG han permitido la observación periódica de un mismo territorio con una alta frecuencia, que podrían clasificarse como información en línea, transmitiendo imágenes como es la evolución diaria de las condiciones

Conferencias Magistrales

meteorológicas, facilitando el pronóstico del tiempo, la prevención de desastres como es el caso de la detección de puntos rojos donde la probabilidad de incendios forestales es elevado , o bien las trayectorias de huracanes, en ambos casos son valiosas herramientas para la toma de decisiones en la prevención a éstos desastres.

Se puede prever que la Evaluación de los impactos ambientales como disciplina técnico-científica se beneficiará con los constantes avances de desarrollo de los SIG y los sensores remotos, constituyéndose en una herramienta imprescindible en la elaboración de este tipo de estudios.

WILD LIFE-LIVESTOCK INTERACTION IN RANGELANDS

Alfonso Ortega Santos
Assistant Profesor; Caesar Kleberg Wildlife Research Institute
Texas A&M University - Kingsville
MSC 228, 700 University Blvd.; Kingsville, TX 78363-8202

Direct impacts of livestock grazing on wildlife depend largely on stocking rate, climate, and soils. Vegetation responses to herbivory vary across environmental gradients and gradients of grazing pressure. Livestock grazing may increase plant species diversity and densities of animal species that require patchy habitats with short vegetation in humid bioclimatic zones. Conversely, moderate grazing intensities may reduce plant species diversity and wildlife densities in semiarid habitats. Livestock grazing, when used as a habitat manipulation tool, is very wildlife species-specific in its benefits. Grazing may have indirect negative effects on certain wildlife species, particularly large predators subject to control efforts and ungulates such as pronghorns (*Antilocapra americana*) whose movements are inhibited by fencing. Wildlife associated recreation, including hunting, is growing in economic importance in North America. Integration of livestock production, wildlife management, and range management will become increasingly important on rangelands of the western United States.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS DE PASTIZALES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

Ernesto Flores Ancira*, Abraham Díaz Romo, Margarita de la Cerda Lemus, Antonio de Jesús Meráz Jiménez, José Luis Galarza Mendoza, Gabriel González Adame, Juan Teodomiro Frías Hernández

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Av. Universidad No. 940, Col. Ciudad Universitaria, Aguascalientes, Ags., C.P. 20100 eflores@correo.uaa.mx

RESUMEN

Se realizaron muestreos durante el año 2006 y 2007 con la finalidad de caracterizar ecológicamente los ecosistemas de pastizales del estado de Aguascalientes. Las variables consideradas fueron producción de biomasa herbácea, altitud de los sitios, topografía, cobertura de especies herbáceas, densidad de especies arbustivas y arbóreas, descripción taxonómica, ecológica y económica de las especies colectadas en cada sitio. Se utilizó GPS (Geoposicionador Satelital) 12 XL Garmin para ubicar los sitios describiendo sus coordenadas en UTM's generando mapas de vegetación. Los rangos de altitud de los sitios muestreados van desde 1978 a 2600 msnm. La producción de biomasa herbácea resultó ser como se esperaba muy irregular dependiendo del tipo de usuario del recurso y fluctuó de 17 a 420 g.ms./m². El estado cuenta con distinta fisiografía con diferencias marcadas en temperaturas y precipitación pluvial lo que hace que se detecten diferentes mosaicos de vegetación que generan una biodiversidad importante tanto de plantas como de fauna silvestre. Se puede detectar un marcado deterioro de los recursos naturales producto de sobrepastoreo, tala inmoderada de especies maderables y no maderables, erosión avanzada y una agricultura social pobre y rudimentaria en más de 100 000 ha. en áreas no aptas ambientalmente para ello, que generan pobreza y desertificación. Existen áreas naturales que actúan como cuencas hidrológicas especialmente las localizadas en la parte norte, oeste y sur del estado, las cuales requieren protección y en muchos casos rehabilitación, para que sigan funcionando como tales, aunque su futuro es incierto debido a la presión antropogénica tan fuerte que actualmente experimentan y a la falta de cultura ecológica de los usuarios y autoridades gubernamentales de los tres niveles.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales centrales de Norteamérica integran un Bioma que es compartido por tres países como lo son Canadá, Los Estados Unidos de América y Los Estados Unidos Mexicanos. Es un área geográfica extensa con una enorme diversidad de especies y ecosistemas, en donde el mosaico de actividades y prácticas de uso de la tierra, culturas y enfoques políticos y de manejo, es a su vez, muy diverso y está sujeto a legislaciones y reglamentos variables (Gauthier *et al.* 2003). A pesar de las contribuciones de la ciencia para extender el dominio de la naturaleza, no se puede negar su diversidad de puntos de vista y valores. Se reconoce por ejemplo, que el cristianismo ha estimulado en las sociedades occidentales la perspectiva del hombre como amo de la naturaleza, perspectiva que a su vez ha influido en la tecnología y en las ciencias modernas (Whyte 1967).

En consecuencia, la actitud del hombre ha cambiado de la reverencia a la explotación de la tierra con fines humanos; actitud que implica el dominio tecnológico del hombre sobre la

naturaleza (Ritcher 1972). Es innegable que en las últimas décadas han existido múltiples intentos por eliminar las diferencias económicas tan enormes existentes en los diversos grupos sociales de nuestro país al crear no solo infraestructura humana sino también infraestructura institucional a fin de lograr una sociedad Mexicana mas digna y menos distante económicamente, sin embargo, lo mas grave de todo es el poco éxito obtenido en estas acciones, con lo que resulta un gasto excesivo de recursos económicos, una transformación ambiental inadecuada, el enriquecimiento de los sectores privilegiados de la sociedad y el empobrecimiento de los poblados rurales marginados. Los pastizales como recursos naturales renovables y como elementos susceptibles de ser utilizados con provecho, pueden promover o limitar la actividad económica del hombre. Sin embargo, el deterioro de los paisajes naturales es el resultado de la interacción de: a. las prácticas de manejo y las explotaciones tradicionales del hombre; b. las fluctuaciones y limitantes naturales del medio. Intentar mejorar un aspecto sin considerar el otro, puede convertirse en una aventura fútil.

El desarrollo significa crecimiento, progreso, evolución, expansión y cambio social (Michael 1974). Con respecto al desarrollo presente y futuro de los recursos naturales, debemos tomar en consideración el concepto de uso múltiple, entendiendo éste como el manejo de los diversos recursos de los ecosistemas agrosilvopastorales, de manera que se utilicen en las combinaciones que satisfagan en mayor o menor grado las necesidades de la sociedad. Este principio elemental postula que se realice el mejor uso de la tierra de algunos o de todos los recursos y servicios relacionados dentro de un área delimitada físicamente, de tal manera que se puedan incorporar ajustes periódicos de uso, en concordancia con la naturaleza cambiante de nuestra sociedad. Otro concepto que juega un papel medular en esta investigación es el de conservación de recursos, no entendido como su inutilización o admiración a manera de piezas de museo, sino más bien como su uso racional sostenido (Meganck 1980). Es decir, uso que permita mantener los recursos en buen estado o transformarlos de acuerdo al interés general de la sociedad, sin menoscabo de sus valores ambientales y económicos.

Este concepto implica la necesidad de desarrollar la transformación de los recursos renovables. Para hacer esta organización del recurso natural "transformación-escultura del paisaje" (Fuhlendorf 1997), dependemos en gran medida del conocimiento de las características físicas y biológicas de los ecosistemas. Mientras no se conozcan estas características es imposible determinar, y por consiguiente, organizar las opciones de uso múltiple y potencial, así como las prácticas de rehabilitación para lograr esa transformación del recurso natural en cuestión. Por lo tanto, el planteamiento del uso múltiple requiere de un inventario (evaluación) cuidadoso e integral de los atributos del recurso natural, (concretamente del recurso pastizal). Por lo que respecta a México aproximadamente el 65% de su territorio nacional esta enclavado en zonas áridas y semiáridas con un régimen de precipitación pluvial escasa, errática y mal distribuida al través del año.

El estado de Aguascalientes se localiza dentro de esta zona geográfica con una superficie territorial de 558, 900 hectáreas cuyo uso actual es el siguiente: 170, 159 son agrícolas; 279, 002 son de uso pecuario y 90, 205 es forestal y pueden sumarse como uso pecuario por la incidencia de distintos tipos y clases de ganado así como fauna silvestre (INIFAP 1998). Su ganadería independientemente del sistema de producción, siempre ha sido un sector muy importante en la economía del estado y basa su estabilidad productiva en el consumo directo de forrajes de los agostaderos que es pilar en la alimentación de más de 150, 000 cabezas de ganado de todos los tipos y clases. Esto equivale a un total de casi 115, 000 unidades animal totales, entre bovinos de carne, bovinos de doble propósito, ovinos, caprinos y equinos así como distintas especies de fauna silvestre (UAA 1998).

Las 369, 207 hectáreas potenciales de agostadero además de producir diferente cantidad y calidad forrajera incluyen regiones de bosque templado localizado principalmente al Oeste del estado con especies maderables valiosas así como especies no maderables de escaso valor y que es una región con un valor inapreciable como cuenca hidrológica para la agricultura, la industria y el uso urbano. Son los diversos ecosistemas que forman los pastizales de Aguascalientes uno de sus recursos mas significativos desde el punto de vista económico, social y ecológico. Para el caso específico de Aguascalientes y aunque existen estudios relacionados con el tema, estos se han realizado de manera aislada y muy localizada (Plan Lerma 1972; González Alanis 1993; de Alba Ávila 2000), por lo que se carece de un estudio ecológico y productivo los ecosistemas de pastizales del estado que sea objetivo, preciso e integral.

Dada esta necesidad así como la visible degradación de sus ecosistemas de pastizales resulta entonces importante contar con una fotografía clara del recurso pastizal del estado para que sirva como una guía práctica y realista que coadyuve a resolver la problemática añeja y actual existente por lo que se plantearon los siguientes objetivos:

- a.** Identificar y reconocer de manera precisa los aspectos ecológicos más importantes de los distintos ecosistemas de pastizales existentes en el estado de Aguascalientes y determinar la estructura y el funcionamiento de los mismos considerando su estabilidad hidrológica, edáfica y vegetal.
- b.** Evaluar sus componentes botánicos desde el punto de vista taxonómico e importancia económica y ecológica.
- c.** Elaborar propuestas de manejo en cada caso a fin de establecer acciones directas de aplicación inmediata sobre rehabilitación y conservación de recursos naturales renovables tendientes a incrementar su productividad y estabilidad ecológica con énfasis en las relaciones suelo-planta-agua por lo que hipotetizamos a. que la caracterización del ecosistema de pastizal permite establecer patrones de manejo del recurso y proponer alternativas y estrategias de conservación y rehabilitación, donde el resultado sea la tendencia a formular un plan de ordenamiento del recurso en función de la capacidad productiva y potencial ecológico; b. el ecosistema de pastizal como comunidad productiva depende directamente del gradiente de precipitación en espacio y tiempo, esta relación se manifiesta en la condición, volumen de producción y diversidad de especies presentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo inició en enero del 2006 haciendo recorridos de campo utilizando como guía las cartas topográficas de escalas 1:50 000 y 1:250,000 de INEGI, y se definió con precisión que para efecto de este estudio en particular nos basaríamos en escalas cartográficas de 1:50,000. Para geoposicionar los sitios de muestreo se utilizó un GPS (Geoposicionador Satelital) 12 XL Garmin, ubicándolos en UTM's así como determinando la altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm). Se utilizaron hojas de campo para registrar los diferentes rasgos topográficos, de suelo y vegetación en cada sitio y un cuaderno de notas para describirlos y se tomaron fotografías. Las imágenes digitales se editaron a partir de un sensor espacial Landsat TM. El análisis digital de datos multiespectrales y análisis estadístico de los datos de campo se realizaron mediante componentes físicos (hardware) y programas de aplicación El monitor constituye una unidad de salida y este permite garantizar un trabajo interactivo derivado del funcionamiento de las unidades de entrada, almacenamiento y procesamiento, para llegar

finalmente a la impresión de los productos generados. El Software utilizado fueron programas de aplicación como IDRISI32, ERDAS, AUTOCAD, Sistemas estadísticos.

Preparación de datos multi-espectrales Landsat TM

Se generará al final del estudio (2008) una compuesta multiespectral (de la imagen de satélite) para caracterizar el ecosistema mediante una clasificación supervisada y validación de campo mediante el uso de los datos de cubierta vegetal. Lo conveniente de esta fase es representar los rasgos característicos que definirán la condición y productividad del ecosistema según los objetivos del estudio. El procedimiento coincide con lo planteado por Pinedo (1998) y Machado (1998).

Lectura de los datos de la imagen

Este arreglo permite interactuar con los valores de reflectancia y valorar las tonalidades correspondientes a cada uno de los sitios geográficos, es necesario medir un número específico ND's (agrupaciones de píxeles), con respecto al sitio central y determinar su promedio en base a la función:

$$\overline{ND} = \frac{\sum ND's}{N}$$

donde:

- \overline{ND} , es el promedio en base a la función.
- $\sum ND's$, es la suma de los valores digitales y N, representa el tamaño de la agrupación (9 píxeles).

Estrategias de delineación para caracterizar el ecosistema del pastizal.

El mapeo de la cubierta botánica terrestre, se realizará al delinear áreas de relativa homogeneidad, tras nombrar y etiquetar estas áreas usando categorías definidas por un sistema de clasificación de rangos espectrales, agregando posteriormente los atributos de las áreas individuales (Jennings 1997). Los procedimientos característicos que harán posible detectar patrones espectrales para colaborar con los patrones de distribución de cubierta del terreno son los siguientes:

Selección de bandas

Basta definir aquella combinación de bandas que muestre un mayor r^2 , y propiedades de mayor contraste que permiten discriminar masas de mayor vigor vegetativo (Chuvieco 1990; Buiten y Clevers 1993; Pinedo 1998).

Compuesta en color

Esta composición se constituirá como la imagen matriz de uso para el análisis de caracterización, ofreciendo la posibilidad resaltar ciertos detalles para el mapeo de cubierta botánica, usando simultáneamente distintas regiones del espacio espectral.

Este producto de mezclas de bandas en su estructura digital, genera información con tipo de datos RGB y crea una clasificación espectral en colaboración a la distribución cubierta del pastizal de tal manera que sus propiedades digitales se transformarán a datos de tipo REAL.

Imagen clasificada

Se aplicará una gama de información geográfica para integrar los ecosistemas encontrados en el espacio terrestre.

La vegetación que estará definida por las especies dominantes actuará de manera agrupada para delinear la distribución de la composición botánica de manera tal que:

1. Se definan grupos botánicos de interés agregados en base a los sitios de mayor similitud contemplando a los tipos de especies que los caractericen.
2. Se definan grupos espectrales basados en los rangos mínimos y máximos de ND's correspondientes a los grupos de sitios, ajustando estos valores en base a la siguiente expresión matemática:

$$\overline{NDGI} = \frac{ND \text{ min} + ND \text{ max}}{2} \quad \text{donde:}$$

NDGI: Promedio de ND's de los grupos de interés.

NDmin: es el valor mínimo contenido en un grupo.

NDmax: es el valor máximo contenido en un grupo.

De esta manera se definirán los rangos espectrales permitiendo clasificar las características espectrales para finalmente obtener un mapa que cumpla con las características de clasificación del ecosistema del pastizal.

Clasificación supervisada

Se adapta esta técnica para el análisis de mapeo utilizando los rangos de clasificación espectral. Las clases espectrales serán relacionadas a los patrones de Cobertura mediante modelos de linealidad, basados en la información de campo, para lograr obtener un prototipo de un mapa de la distribución del ecosistema de pastizal (Stoms 1996), lo refiere de la misma manera.

Validación de la clasificación

Se caracterizará como un complemento del proceso de clasificación de necesidad para señalar la precisión de los mapas resultantes (González y Lozano 1995). Para esto, se deberá generar una matriz de precisión de la clasificación del ecosistema para analizar promedio por clase y los errores de omisión y comisión, en función de los datos de campo y la imagen generada por la técnica de supervisado.

Con respecto a los datos relativos a vegetación se procedió al trabajo de campo para evaluar y validar los componentes botánicos de cada tipo de pastizal existente en el estado desde el punto de vista taxonómico e importancia económica, además de obtener información ecológica con respecto a precipitación pluvial promedio, altitud, relaciones florísticas y funcionales, así como los tipos de suelo. La producción de biomasa herbácea en base a la cantidad de materia seca/unidad de superficie (g.ms/m²) fue evaluada en el otoño de 2006 en exclusiones que se establecieron en todos los sitios donde fue posible, restando las determinaciones de los años 2007 y 2008 respectivamente) en cada tipo de pastizal. Para la densidad de especies arbustivas y arbóreas se utilizó el PCC (Punto central de Cuadrante) propuesto por (Cottam y

Curtis 1956). Con la fórmula del número de muestreos necesarios (parcela mínima) se determinó la cantidad de muestreos necesarios por sitio. La fórmula se explica a continuación:

$$n = \frac{(t.05)^2 (s)^2}{(X \pm .10)^2} \quad \text{en donde...}$$

t=valor de t al 0.05%, s=desviación estandar, X=media y .10 es el error permitido a la media (Letner y Bishop 1993). Para la cobertura de especies herbáceas utilizaremos la Línea de intercepción de Canfield (Canfield 1941). A fin de poder evaluar los componentes botánicos de cada tipo de pastizal existente en el estado se procedió a realizar la colecta, el prensado, el secado, el montaje, la identificación taxonómica, el escaneo (scanner HP del herbario del Centro Básico de la UAA), y finalmente la descripción botánica y su valor ecológico y económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos que a continuación se señalan hacen referencia a los diferentes sitios de muestreo que fueron hasta la fecha evaluados y confirmados en campo con respecto a la geo-referenciación de los sitios ubicados en las cartas de uso del suelo, vegetación y edafológicas generadas en el INEGI a una escala de 1:50, 000, datos de los distintos sitios relacionados a los tipos de vegetación, UTM's, la altitud sobre el nivel del mar y la producción de biomasa herbácea (Cuadro No. 1).

El listado de especies colectadas en los diferentes sitios de muestreo durante los meses de junio a octubre del 2006 se presenta en el Cuadro No. 2.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Ecología y Conservación del Pastizal

Cuadro 1. Sitios, tipo de vegetación, coordenadas geográficas (UTM's), topografía, altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm) y producción de biomasa herbácea en gramos de materia seca/metro cuadrado (g. ms./m²) de los sitios muestreados en el Estado de Aguascalientes durante el semestre agosto-diciembre del 2006.

Sitio	Tipo de Vegetación	Coordenadas	Topografía	Altitud (msnm)	Producción de biomasa herbácea (g. ms./m ²)
1	savanna de encino "La Tinaja"	X=0756322 Y=2459042	planicies en colinas con topografía suave	2467	250
2	savanna de encino	X=0757806 Y=2457756	planicies en colinas con topografía suave	2485	300
3	savanna de encino	X=0752952 Y=2458100	planicies en colinas con topografía suave	2544	420
4	savanna de encino	X=0755802 Y=2457666	planicies en colinas con topografía suave	2442	369
5	savanna de encino	X=0754940 Y=2458327	planicies en colinas con topografía suave	2500	247
6	savanna de encino	X=0755446 Y=2459002	planicies en colinas con topografía suave	2481	365
7	zacatal abierto con elementos arbustivos (huizache) "El Soyate"	X=0794345 Y=2404217	planicies	2011	264
8	bosque de encino con elementos de pino (<i>Pinus spp.</i>) "La Tinaja"	X=0753617 Y=2456921	colinas rocosas con topografía quebrada	2472	40
9	zacatal abierto sobrepastoreado pegado a "Tierra Colorada"	X=0762961 Y=2472010	planicies con topografía suave	2387	30
10	zacatal abierto "Tierra Colorada"	X=0761663 Y=2473969	planicies con topografía suave	2396	180
11	zacatal abierto	X=0761467 Y=2474040	planicies con topografía suave	2371	197
12	zacatal abierto sobrepastoreado	X=0763425 Y=2471415	planicies con topografía suave	2371	20
13	matorral mixto "Cerro del Muerto"	X=0767117	pie de monte	2034	90

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Ecología y Conservación del Pastizal

Sitio	Tipo de Vegetación	Coordenadas	Topografía	Altitud (msnm)	Producción de biomasa herbácea (g. ms./m ²)
		Y=2422834			
14	bosque de encino "Cerro del Muerto"	X=0766727	colina con topografía quebrada	2078	38
		Y=2422589			
15	bosque de encino "Cerro del Muerto"	X=0766645	colina con topografía quebrada	2167	38
		Y=2422518			
16	bosque de encino "Cerro del Muerto"	X=0766659	colina con topografía quebrada	2253	45
		Y=2421847			
17	bosque de encino "Cerro del Muerto"	X=0766471	colina con topografía quebrada	2359	32
		Y=2421614			
18	bosque de encino "Cerro del Muerto"	X=0766262	colina con topografía quebrada	2391	41
		Y=2421298			
19	bosque de encino "Cerro del Muerto"	X=0766080	colina con topografía quebrada	2447	18
		Y=2421119			
20	matorral espinoso "Cerro Gorriones"	X=0787368	pie de monte	1987	67
		Y=2448430			
21	matorral espinoso	X=0787710	colina con topografía quebrada	2019	36
		Y=2448269			
22	matorral espinoso	X=0787751	colina con topografía quebrada	2052	30
		Y=2448201			
23	matorral espinoso	X=0787781	colina con topografía quebrada	2059	24
		Y=2448178			
24	matorral espinoso	X=0787827	pie de monte	2002	58
		Y=2448409			
25	matorral espinoso Cerro Chiquihuite	X=0787465	colina con topografía quebrada	2000	17
		Y=2448975			
26	matorral espinoso "Cerro Chiquihuite"	X=0787290	pie de monte	1978	63
		Y=2448895			
27	bosque de encino "Juan Grande"	X=0197459	colina rocosa con topografía quebrada	2198	20
		Y=2430222			
28	bosque de encino "Juan Grande"	X=0197533	colina rocosa con topografía quebrada	2230	15
		Y=2430150			
29	bosque de encino "Juan Grande"	X=0197597	colina rocosa con topografía quebrada	2266	24
		Y=2430086			

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Ecología y Conservación del Pastizal

Sitio	Tipo de Vegetación	Coordenadas	Topografía	Altitud (msnm)	Producción de biomasa herbácea (g. ms./m ²)
30	bosque de encino "Juan Grande"	X=0197692	colina rocosa con topografía quebrada	2285	20
		Y=2429864			
31	bosque de encino "Juan Grande"	X=0197849	colina rocosa con topografía quebrada	2332	18
		Y=2429735			
32	bosque de encino "Juan Grande"	X=0198010	colina rocosa con topografía quebrada	2394	
		Y=2429494			15
33	bosque de encino "Juan Grande"	X=0198170	colina rocosa con topografía quebrada	2475	
		Y=2429462			17

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Ecología y Conservación del Pastizal

Cuadro No. 2. Listado de especies encontradas en los diferentes sitios de muestreo durante los meses de junio-octubre del 2006 e identificadas en el Herbario del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en donde se especifica la familia a la que pertenece cada planta colectada, el género, la especie y la autoridad

Número de Espécimen	Familia	Género	Especie	Autoridad
1	Compositae	<i>Odontotrichum</i>	<i>amplum</i>	Rydb.
2	Compositae	<i>Odontotrichum</i>	<i>sinuatum</i>	(Cerv.) Rydb.
2	Compositae	<i>Xanthocephalum</i>	<i>sericocarpum</i>	A. Gray.
3	Compositae	<i>Zinnia</i>	<i>peruviana</i>	(L.) L.
4	Compositae	<i>Stevia</i>	<i>serrata</i>	Cav.
5	Compositae	<i>Ageratum</i>	<i>corymbosum</i>	Zucc.
6	Compositae	<i>Verbesina</i>	<i>parviflora</i>	(H.B.K.) Blake.
7	Iridaceae	<i>Sisyrinchium</i>	<i>scabrum</i>	Schlecht. & Cham.
8	Scrophulariaceae	<i>Buchnera</i>	<i>oblicua</i>	Benth.
9	Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i>	<i>alsinioides</i>	L.
10	Asclepiadaceae	<i>Asclepias</i>	<i>linaria</i>	Cav.
11	Acanthaceae	<i>Dyschoriste</i>	<i>decumbens</i>	(A. Gray.) Kuntze.
12	Ericaceae	<i>Arctostaphylos</i>	<i>pungens</i>	H.B.K.
13	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>eduardii</i>	Trel.
14	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>potosina</i>	Trel.
15	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>laeta</i>	Liebm.
16	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>resinosa</i>	Liebm.
17	Olaceae	<i>Forestiera</i>	<i>tomentosa</i>	
18	Leguminosae	<i>Prosopis</i>	<i>leavigata</i>	(Willd.) M.C. Johnst.
19	Leguminosae	<i>Acacia</i>	<i>schaffneri</i>	(S. Wats.) F.J. Hermann.
20	Leguminosae	<i>Mimosa</i>	<i>monancistra</i>	Benth.
21	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha</i>	Lemaire.
22	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>robusta</i>	Wendland
23	Gramineae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>rigida</i>	(H.B.K.) Kunth.
24	Gramineae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>pubescens</i>	(H.B.K.) Hitchc.
25	Gramineae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>robusta</i>	(Fourn.) Hitchc.
26	Gramineae	<i>Bromus</i>	<i>anomalus</i>	Rupr. ex Fourn.
27	Gramineae	<i>Aristida</i>	<i>divaricata</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.
28	Gramineae	<i>Aristida</i>	<i>glauca</i>	(Ness.) Walp.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Ecología y Conservación del Pastizal

Número de Espécimen	Familia	Género	Especie	Autoridad
29	Gramineae	<i>Aristida</i>	<i>schideana</i>	Trin. & Rupr.
30	Gramineae	<i>Lycurus</i>	<i>phleoides</i>	H.B.K.
31	Gramineae	<i>Elyonurus</i>	<i>tripsacoides</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.
32	Gramineae	<i>Elyonurus</i>	<i>barbiculmis</i>	Hack
33	Gramineae	<i>Piptochaetium</i>	<i>fimbriatum</i>	(Kunth.) Hitchc.
34	Gramineae	<i>Setaria</i>	<i>geniculata</i>	(Lam.) Beauv.
35	Gramineae	<i>Panicum</i>	<i>hallii</i>	Vasey.
36	Gramineae	<i>Sporobolus</i>	<i>trichodes</i>	Hitchc.
37	Gramineae	<i>Trachypogon</i>	<i>secundus</i>	(Presl.) Scribn.
38	Gramineae	<i>Bouteloua</i>	<i>hirsuta</i>	
39	Gramineae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	
40	Gramineae	<i>Bouteloua</i>	<i>repens</i>	(H.B.K.) Scribn. & Merr.
41	Gramineae	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	
42	Gramineae	<i>Bouteloua</i>	<i>chondrosioides</i>	(H.B.K.) Benth. ex S. Wats.
43	Gramineae	<i>Aegopogon</i>	<i>cenchroides</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.
44	Gramineae	<i>Eriochloa</i>	<i>acuminata</i>	(Presl.) Kunth.

* La identificación taxonómica de las especies de este listado fue realizada en el Herbario del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por la Maestra en Ciencias Margarita de la Cerda Lemus.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque restan las evaluaciones de los años 2007 y 2008 para concluir el presente trabajo y aunque tenemos una caracterización ecológica parcial de los ecosistemas de pastizales del estado de Aguascalientes de manera general podemos resumir que existe desafortunadamente en todos los sitios muestreados hasta la fecha una presión antropogénica muy fuerte reflejada en el deterioro palpable de los recursos naturales relacionados fundamentalmente por actividades de sobrepastoreo, tala inmoderada de tanto de especies maderables y no maderables. Las actividades de agricultura temporalera en áreas de pastizales se hacen evidentes por los altos índices de erosión que padecen y la falta de productividad fundamentalmente por lo errática, escasa y mal distribuida precipitación pluvial aunado al aspecto de minifundios cuya escala de producción es tal que no es autosuficiente ni mucho menos competitiva y generadora de riqueza. Existe una desorganización y una falta de cultura de conservación y protección de los recursos naturales mayúscula por parte de la mayoría de las personas que usufructúan la tierra., en el sector rural principalmente las personas viven en la tierra más no viven de ella con honrosas excepciones. Creo que mucha de la problemática de

los pastizales del estado de Aguascalientes puede resolverse simplemente con estrategias de manejo, sin embargo, aspectos sociales, culturales y políticos impiden la implementación de las mismas. Es imperativo organizar al sector rural en cooperativas de producción a fin de aprovechar la ventaja de producir a mayores escalas, para ello, el compactar áreas para hacer proyectos de desarrollo y crecimiento económico no menores a las 3000 ha. es el reto mayor., ahí se pueden organizar y explotar de manera conjunta proyectos ecoturísticos, de producción animal, fauna silvestre, servicios ambientales (captura de carbono, producción de agua) etc., etc., que coadyuven a la autosuficiencia económica consistente con la protección del medio ambiente (sustentabilidad).

LITERATURA CITADA

- Buiten, H.J. and J.W. Clevers. 1993. Land Observation by Remote Sensing: Theory and Applications. Vol. 3. Gordon and Breach Science Publishers. Netherlands and N.S. Goel, Detroit.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry*; 39:388-395.
- Cottam, G. and J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in pytosociological sampling. *Ecology*; 37:451-460.
- Chuvieco, E. 1990. Fundamentos de Teledetección Espacial. (1ª ed.). Editorial RIALP. Madrid, España.
- de Alba Ávila, A. 2000. Estructura y Funcionamiento de los Pastizales de la Sierra Fría, Aguascalientes. Cuadernos de Trabajo, SIGHO, CONACYT. Área de Recursos Naturales. 48 pp.
- Fuhlendorf, S.D. 1997. Why does brush dominate our rangelands? *In: Brush Sculptors. Symposium Proceedings. Texas Agricultural Extension Service, Texas Agricultural Experiment Station, Renewable Resources Act. Texas A&M University, Research and Extension Center. San Angelo Texas, U.S.A.* 15-20 pp..
- Gauthier, D.A., A. Lafon, T. Toombs, J. Hoth, and E. Wilken. 2003. Grasslands: Toward a North American Conservation Strategy. Commission for Environmental Cooperation and Canadian Plains Research Center, University of Regina, Canada. 99 pp.
- González Alanis, M.H. 1993. Evaluación de los Agostaderos de Aguascalientes y su Potencial de Mejoramiento. Comisión de Desarrollo Agropecuario del Estado de Aguascalientes. 61 pp.
- González, M.R.G. y D.F. Lozano. 1995. Modelos ecológicos de distribución de la cobertura vegetal. Memorias del VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Sexta Reunión Nacional SELPER-México. Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- Herrick, J. 2003. Curso corto sobre salud de ecosistemas de pastizales. I Simposio Internacional sobre Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias Agropecuarias.
- INIFAP 1998. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Área de influencia del Campo Experimental Pabellón. SAGARPA, INIFAP. 429 pp.
- Jennings, M.D. 1997. Progressing toward a standardized classification of vegetation for the U.S. Gap Analysis. Bull. 6. USGS-Gap Analysis Program. Moscow, Idaho.
- Machado, G.M. 1998. Análisis de la Vegetación en el Cañón de San Matías, Baja California a través de una Imagen Landsat-TM. Tesis Maestría. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California, México.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Ecología y Conservación del Pastizal

- Letner, M. and T. Bishop. Experimental Design and Analysis. (2nd ed.). Valley Book Company. Blacksburg, Virginia. 585 pp.
- Michael, G. 1974. "Ecología de la Organización". Trillas, México. 352 pp.
- Meganck, R.A. 1980. Una guía general sobre el proceso de planificación de vida silvestre con referencia al Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. Proyecto de la OEA y La Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", "Establecimiento de una reserva ecológica en el Cañón de San Lorenzo", Saltillo, Coahuila, México.
- Pinedo, A.C. 1998. Monitoreo de Recursos Naturales a través de Imágenes de satélite. Programa Especial de Investigación. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. México.
- Plan Lerma, 1972. Proyecto: Introducción del Manejo de Pastizales en el Área Ganadera de Rincón de Romos. "Estudio de Prefactibilidad". Plan Lerma. Asistencia Técnica. Guadalajara, Jalisco, México.
- Ritcher, Jr. M.N. 1972. Science as a Cultural Process. Schenkam Publishing Co. Cambridge, Massachusetts.
- Stoms, D.M. 1996. Estrato de Información de la Vegetación Actual. Manual de Análisis GAP. Edición en español 2001. Universidad de California, Santa Barbara. USDI-United States Department of the Interior y USGS-United States Geological Survey.
- Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, 1998. Análisis de Requerimientos y Expectativas Laborales del Sector Agropecuario y de los Alimentos en Aguascalientes. 22 pp.
- Whyte, J.L. 1967. The historical roots of our ecological crisis. Science;155. 1203-1207

EXPLORANDO LA VARIABILIDAD EN RECURSOS GENÉTICOS DE BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.]. VELOCIDAD DE GERMINACIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE.

Carrillo^{1*} H. O. M., A. R. Quero¹ C., C. Morales² N., A. Hernández¹ G., J. Pérez¹ P.

¹Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Iturbide 73, Salinas, SLP. omcarrilloh@colpos.mx Tel/fax: +52-496-9630240

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP. SE "La Campana".

RESUMEN

La riqueza genética colectada entre 2000 y 2003 de pasto Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] se evaluó para atributos de velocidad de germinación y calidad de forraje, con el propósito de detectar ecotipos que combinen agresividad de establecimiento y calidad del forraje. Se evaluaron cinco ecotipos previamente detectados como altos y medios productores de forraje y se compararon para velocidad de germinación y germinación total contra buffel Frío. Cariópsides con tres repeticiones con 20 semillas cada repetición, de cada ecotipo, cada índice forrajero, fueron humedecidas en agua destilada en cajas petri en condiciones controladas de luz y temperatura. Se tomaron lecturas a 24 horas y 30 días. Los datos se transformaron al ArcoSeno y se analizaron mediante un diseño Bloques al Azar con arreglo en parcelas subdivididas. Se realizó el análisis de proteína cruda, FDN y FDA en 50 genotipos de Banderita. Los datos de calidad de forraje no se analizaron estadísticamente. Se detectaron diferencias en velocidad de germinación. Banderita germina más rápido que buffel ($P < 0.05$) y la germinación total es superior en Buffel ($P < 0.05$). Ecotipos de Banderita de potencial de producción de forraje medio tuvieron una mayor velocidad de germinación, mostrando, una germinación promedio a las 24 horas de 53%, la cual fue diferente ($P < 0.05$) a la germinación observada para los ecotipos con alto potencial productivo de forraje (46.7%). Respecto a concentración de proteína cruda, tres ecotipos tuvieron concentraciones superiores a 150 g kg^{-1} de MS (00-110, 00-212 y 00-239); por otra parte, tres ecotipos mostraron concentraciones inferiores a 80 g kg^{-1} (00-32, 11-131 y 00-135). Los valores de FDN no mostraron correlación significativa con el contenido de proteína, éstos fueron de 832, 716 y 730 g kg^{-1} , para los ecotipos destacados en concentración de proteína: 00-110, 00-212 y 00-239, respectivamente y valores de concentración de NDF de 825, 792 y 707 g kg^{-1} , para los ecotipos con pobre concentración. Existe amplia diversidad en velocidad de germinación y calidad de forraje entre recursos genéticos de Banderita.

INTRODUCCIÓN

Toda vez que se dispone de recursos genéticos, el siguiente paso es escudriñar de forma adecuada la diversidad para los atributos deseados a mejorar. Los atributos de mayor urgencia para las necesidades de producción y sustentabilidad del recurso incluyen producción de forraje, calidad de forraje, producción durante la época de escasez de forraje y calidad del forraje (Quero et al., 2007). Estos atributos pueden considerarse de la mayor urgencia; sin embargo, dado el alto riesgo de establecimiento de praderas de temporal en condiciones altamente variables de precipitación y condiciones de suelos (arcillosos, bajo contenido de materia orgánica), la agresividad de crecimiento de plántula y germinación se deben incluir, como atributos importantes de selección, para incrementar el éxito en el establecimiento de praderas temporales para zonas áridas del Altiplano Potosino-Zacatecano.

En México las zonas áridas y semiáridas se estimaron para 1968 en 560, 000 y 230, 000 km², respectivamente. Lo cual equivalía a cerca del 40 % de la superficie nacional total y esta superficie se ha incrementado notoriamente, a la fecha. Se ha indicado que 823, 000 km² estaban seriamente degradados, con un avance anual de la desertificación estimado en 1, 000 km² anuales. Ciento cincuenta y cuatro millones de hectáreas del territorio están sujetos a diversos grados de erosión (leve y, moderada, entre 74 y 94 millones de hectáreas; severa y muy severa entre 60 y 80 millones de hectáreas), lo que representa 78.30% de la superficie del país (INE-SEMARNAT, 2005). Una de las alternativas para combatir el avance de la desertificación es la resiembra de áreas abiertas a agricultura de alto riesgo, por lo que se debe investigar en la mejora de los componentes tecnológicos que incrementen la certidumbre de establecimiento de praderas perennes de temporal (Quero *et al.*, 2007). La condición actual de los agostaderos de las zonas semiáridas de México, ha sido documentada por COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero) como de pobre a regular en gran parte del territorio nacional (790 000 km² y en constante incremento; Schiavo, 1983). Similarmente, la población ganadera en pastoreo es indicativa de una sobrecarga de los agostaderos (Talavera, 1990), por lo que la tendencia del pastizal es al deterioro.

El establecimiento exitoso de un pasto en condiciones de zonas áridas, es alcanzado por aquellas plantas que logran germinar y que presentan tasas de elongación radical iguales o mayores a la tasa de abatimiento de humedad el suelo (Tapia y Schmutz, 1971; Tadmon y Cohen, 1968; Whal and Ryser, 2000). De esta manera, los aspectos morfológicos específicos que permitan a la planta tolerar el déficit hídrico, hasta que las condiciones sean favorables, para el crecimiento de las raíces adventicias o faciliten el crecimiento de estas raíces, podrían favorecer el establecimiento inicial de los pastos.

El periodo crítico para establecer un pasto, ocurre durante la fase de establecimiento. El establecimiento se complica debido a diversos factores: poca profundidad obligatoria de siembra, insuficiente humedad en el suelo, altas temperaturas y evaporación, pobre contacto entre la semilla y la atmósfera del suelo (Archer y Pike, 1991; Rice *et al.*, 1998), pudiéndose agregar para las condiciones del Altiplano Potosino-Zacatecano, la textura del suelo, radiación solar, bajo contenido de materia orgánica, factores que, al combinarse, reducen marcadamente el éxito, dadas las condiciones que prevalecen en estas zonas, con cortos periodos de lluvia, que provocan el desecamiento de la superficie del suelo, con la consecuente compactación que reduce el porcentaje y la tasa de germinación y altera rápida y dramáticamente el ambiente físico y biológico de las plantas. Por otra parte, la variabilidad genética para agresividad de establecimiento en la especie de interés, se logra mediante la evaluación de recursos genéticos adecuados, la disponibilidad de materiales originarios del centro de origen de especie, permiten reconocer el potencial natural del material forrajero y, una vez caracterizado, establecer estrategias para su mejor utilización, los cuales pueden representar, cuando la colecta es amplia, la base para un programa sólido de mejora genética en la especie de interés.

En México, y especialmente en el Altiplano árido, el tipo de tenencia de la tierra (lo que es de todos no es de nadie) obliga a la apertura de tierras para una agricultura de alto riesgo y al descuido del agostadero o tierra de pastoreo, por la carencia de reglas de utilización de los recursos en común (Quero *et al.*, 2007a); además, junto con la baja tecnología de producción ganadera (eficiencia productiva de hato), han afectado notoriamente la condición de los pastizales (Baer, 1990; MacCarthy *et al.*, 1998), por lo que a corto plazo, existirán programas de recuperación de la condición de los pastizales, para resolver problemas de erosión, escorrentía, paisajismo, etc., por lo que es conveniente reconocer entre los materiales disponibles, las mejores opciones para futuros planes de recuperación. Sin embargo). Un problema serio que presentan las gramíneas nativas, bajo índice de éxito al

establecimiento en condiciones e temporal, a partir de semilla (Hyder *et al.*, 1971; Wilson y Briske, 1979), lo que las pone en desventaja con especies exóticas (Quero *et al.*, 2007a).

El zacate banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. es originario de Norteamérica, principalmente de las zonas áridas y semiáridas de México, por lo que es un recurso vegetal de mayor probabilidad de rescate de la “erosión genética”, mediante un buen programa de colecta, conservación y utilización del potencial genético de esta especie (Morales *et al.*, 2006).

Gould y Kapadia (1964) señalaron que este género comprende 50 especies; sin embargo, un total de 25 especies son reconocidas en el subgénero *Bouteloua* y 17 especies en el *Chondrosium* (Columbus *et al.*, 1998). Aunque Columbus (1999) señala que el género no es monofilético, secuenciando y analizando DNA del cloroplasto (trn-L y trn-F) propone incluir especies en géneros “satélites” dentro del género *Bouteloua*, resultando en un incremento a 57 especies e incluyendo, entre otras, a *Buchloe dactyloides* (Nutt) Engelm. como *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) J. T. Columbus, entre los más conocidos, como nuevo miembro de *Bouteloua*.

El género está dividido en dos grandes grupos bien definidos en base a la inflorescencia: *Bouteloua* y *Chondrosium* (Gould y Kapadia, 1964). El subgénero *Bouteloua* presenta las espiguillas deciduas, mientras que en *Chondrosium* éstas son persistentes y las espiguillas se desarticulan arriba de las glumas. Similarmente *Chondrosium* presenta pocas ramas reproductivas (con inflorescencia; 1 a 4) y numerosas espiguillas por rama (25 a 60). Los extremos en desarrollo de la inflorescencia en este género lo representan *B. curtipendula* y *B. simplex*. *B. curtipendula* posee numerosas ramas deciduas y cortas por inflorescencia, cada ramilla portando pocas espiguillas comprimidas. *B. simplex* tiene una ramilla sencilla (raramente más) larga y persistente con numerosas espiguillas dispersas y pectinadas que se desarticulan en la base de la flor proximal (fértil; Columbus *et al.*, 2000). *B. simplex* representa la planta tipo del subgénero *Chondrosium*. (Gould, 1980).

El zacate banderita ha sido dividido en tres subespecies: *Bouteloua curtipendula* var. *Curtipendula*, que ocurre ampliamente desde el Sureste de Canadá al S-O de los Estados Unidos y, probablemente, hasta el N de México. *Bouteloua curtipendula* var. *tenuis*. Ocurre en todo México central, con la mayoría de los registros en Durango, Jalisco y Tamaulipas. *Bouteloua curtipendula* var. *caespitosa*. Común en Suroeste Estados Unidos y Norte de México y ocasionalmente a altitudes medias en el Centro y Sur de México. Reportada también en Venezuela, Bolivia, Uruguay, Argentina y Perú (Gould, 1980).

Gould (1959) señalaba que existen buenas razones para creer que el complejo de plantas referidas como *B. curtipendula* se han conformado mediante una serie de hibridaciones entre especies de la sección *Bouteloua* del género. El complejo de *B. curtipendula* comprende al menos diez taxones diploides (Gould y Kapadia, 1964); aunque Siqueiros (comunicación personal) señala que son once especies las que comprenden éste: *B. curtipendula*, *B. disticha*, *B. distans*, *B. media*, *B. pedicellata*, *B. purpurea*, *B. reflexa*, *B. triaena*, *B. uniflora*, *B. vaneedenii* y *B. warnockii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de definir la variabilidad en la germinación y posible agresividad de establecimiento, se evaluaron semillas de cinco ecotipos (genotipos) con potencial de producción de forraje alto y cinco ecotipos (genotipos) con potencial de producción de forraje medio (Morales *et al.*, 2006; Morales y Quero, 2007) de recursos genéticos de pasto Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.]. La semilla de los ecotipos originarios de diversos sitios del país, fueron cosechadas entre los meses de agosto a noviembre de los años 2005 y 2006. La colecta *ex situ* de recursos genéticos de pasto Banderita, se conserva

en la Huerta Experimental del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus San Luis Potosí, ubicada en el municipio de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México (Cuadro 1). Los materiales seleccionados fueron los representativos para la productividad de forraje indicada y forman parte de 275 materiales diferentes que comprende la colecta.

Cuadro 1. Genotipos de pasto Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] con potencial de producción alto y medio, identificación, nivel de ploidía y origen, utilizados en las pruebas de germinación.

Potencial Productivo Alto			Potencial Productivo Medio		
Ecotipo	No. Cromosomas	Origen	Ecotipo	No. Cromosomas	Origen
00-206	82	Durango	00-182	84	Durango
00-125	84	Aguascalientes	01-10-2	40	SLP
03-15	61	Chihuahua	00-162	84	México
00-123	84	Durango	00-197	91	Durango
00-170	87	Durango	00-223	80	Durango

Las espiguillas de los materiales seleccionados, fueron mantenidas a temperatura y humedad relativa ambiental en Salinas, SLP, hasta su limpieza (eliminación de brácteas accesorias del cariósipide –glumas, lema, palea) y utilización en febrero del 2007. Las brácteas accesorias se removieron manualmente y cada semilla fue pesada con una balanza analítica electrónica (OHAUS, AS-120) con una exactitud de ± 0.1 mg. Una media acumulativa del peso de la semilla fue calculada por el subsiguiente incremento al número de semillas desde 1 hasta 1000. Cuando el tamaño de la muestra excedió las 1000 semillas, la media del peso de semilla y la varianza permanecieron constantes (datos no presentados), seleccionándose las semillas acorde al valor de peso medio estandarizado. Entonces el tamaño de muestra elegido para este estudio fue un estimador insesgado de la variación actual en la población entera. La frecuencia y distribución del tamaño de la semilla y media del peso de la semilla fueron calculadas de la distribución de la normalidad fue examinada usando una prueba de *t* (Sokal y Rohlf, 1979).

Las semillas con tres repeticiones con 20 semillas cada repetición, de cada ecotipo, cada índice forrajero, fueron humedecidas en agua destilada en cajas *petri* de 9 cm de diámetro con dos hojas de papel filtro Whatman No. 1. Las cajas fueron colocadas aleatoriamente en una cámara de crecimiento con temperaturas alternas con 16 h de iluminación a 30 °C y 8 h de oscuridad a 20 °C. Se evaluaron cinco siembras con los tratamientos señalados. Lámparas fluorescentes fueron usadas para simular un fotoperiodo de 16 h. Observaciones preliminares muestran que las semillas de *B. curtipendula* germinan bien bajo estas condiciones ambientales. La germinación fue registrada diariamente durante 30 días. Las semillas fueron consideradas germinadas cuando el coleptido emergió (Zhang y Maun, 1990). Las semillas germinadas fueron removidas de la caja y a las restantes se les adicionó agua destilada cuando fue necesario. Al final del experimento, todas las semillas sin germinar fueron examinadas para su tinción con cloruro de tetrazolio. Las semillas sin teñir fueron consideradas muertas y excluidas de los cálculos. El porcentaje de germinación, tasa de germinación y proporción de semillas muertas, en cada clase de tamaño de semilla, fueron registrados y transformados al arco seno antes del análisis de los datos usando análisis de varianza (SAS Institute, 1985). La tasa de germinación fue calculada de acuerdo

a Mugnisjah y Nakamura (1986) y puede ser expresada como sigue: el número de semillas germinadas cada día fue dividido entre el número de días en el cual el conteo de germinación fue hecho. Todos estos valores fueron sumados y se expresaron como porcentaje del número total de semillas germinadas. Los datos se analizaron mediante un diseño en Bloques al azar en arreglo de parcelas subdivididas. Siendo los bloques representados por los dos potenciales de producción de forraje (alto y medio); las parcelas grandes fueron representadas por la fecha de cosecha de semilla (edad de la semilla), y las parcelas chicas fueron los ecotipos evaluados.

Similarmente, para conocer la variabilidad en calidad de forraje, se analizaron 50 ecotipos diferentes para concentración de proteína cruda siguiendo los procedimientos de la AOAC (2006) y los componentes de fibras FDN y FDA siguiendo los procedimientos señalados por Goering y Van Soest (1970). Las muestras fueron colectadas a 35 días de rebrote a partir de plantas individuales, con tijeras para reducir contaminación y colocadas en bolsas de papel durante 48 h a 60 °C en estufa de aire forzado. Los datos no se analizaron, dado que debido a los costos no se tuvo oportunidad de realizar el número de repeticiones requeridas. Solamente se pretende documentar la variabilidad del contenido de proteína cruda entre ecotipos bajo el mismo manejo y la misma edad de rebrote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Velocidad de germinación.

Contrariamente a lo esperado, la velocidad de germinación a 24 horas fue significativamente diferente entre ecotipos de Banderita, con respecto al pasto buffel ($P < 0.05$), la mayor velocidad de germinación inicial (24 horas) ocurrió en ecotipos de Banderita. Los ecotipos de Banderita de potencial de producción de forraje medio tuvieron una mayor velocidad de germinación, mostrando, una germinación promedio a las 24 horas de 53%, la cual fue diferente ($P < 0.05$) a la germinación observada para los ecotipos con alto potencial productivo de forraje (46.7%), los cuales comparados con 24.8% de germinación de buffel a 24 horas, son indicativos de una mayor velocidad de germinación inicial para genotipos del complejo agámico de Banderita. Sin embargo, la germinación total a 30 días fue superior para pasto buffel, la cual alcanzó niveles de 94.1% y fue estadísticamente mayor ($P < 0.01$) a los valores de germinación registrados para germinación total en ecotipos de potencial forrajero elevado (84.4%) y medio (86.5%), los cuales no mostraron diferencias significativas entre sí. Los valores de velocidad de germinación y germinación total pueden ser observados en el Cuadro 2.

Calidad de Forraje

La concentración promedio de PC fue de 116 g kg^{-1} , con una desviación standard de 18.1 g kg^{-1} . Tres ecotipos tuvieron concentraciones superiores a 150 g kg^{-1} de MS (00-110, 00-212 y 00-239); por otra parte, tres ecotipos mostraron concentraciones inferiores a 80 g kg^{-1} (00-32, 11-131 y 00-135). Los valores de FDN no mostraron correlación significativa con el contenido de proteína, éstos fueron de 832, 716 y 730 g kg^{-1} , para los ecotipos destacados en concentración de proteína: 00-110, 00-212 y 00-239, respectivamente y valores de concentración de NDF de 825, 792 y 707 g kg^{-1} , para los ecotipos con pobre concentración. Los valores medios de FDN y FDA para la muestra analizada de la colecta fueron de $782 \pm 48 \text{ g kg}^{-1}$ y de $443 \pm 52 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. La dilución de N ha sido considerado como un factor indicativo de la calidad del forraje correlacionado negativamente con el rendimiento del mismo (Gastal y Lemaire, 2002). Aunque se evaluó la composición química de plantas completas, la composición diferencial de hojas y tallos, ó la riqueza de hojas es un factor importante que influencia la composición química resultante. Los resultados reflejan una riqueza de hojas en ecotipos clasificados con alto potencial forrajero.

Cuadro 2. Identificación, potencial productivo y germinación (%) a 24 horas y 30 días después de “siembra” en ecotipos de pasto Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.]

germinación a 24 horas (porcentaje)		Ecotipo	Potencial Productivo	Germinación total 30 días (porcentaje)	
61.1	a	00-182	Medio	85.6	ab
56.8	a	00-162	Medio	87.6	ab
54.1	a	00-206	Alto	84.4	ab
52.8	a	00-223	Medio	81.2	ab
52.4	a	00-197	Medio	85.9	ab
47.7	ab	00-123	Alto	81.1	ab
46.4	ab	00-125	Alto	85.7	ab
45.1	ab	03-15	Alto	87.1	ab
42.1	ab	01-10-2	Medio	92.2	ab
40.3	ab	00-170	Alto	78.7	b
24.8	b	Buffel	Alto	94.1	a

Tanto los materiales con concentraciones destacadas de PC como los materiales con alto contenido de FDN y bajo contenido de ADF representan una fuente valiosa de variación para programas de mejoramiento; principalmente en grupos apomícticos, donde la detección de individuos valiosos en la descendencia es suficiente para su manejo como cultivar por generaciones, sin necesidad de cuidar líneas progenitoras para la producción de semilla del mismo, toda vez que se compruebe el tipo reproductivo apomíctico (Savidan, 2000). El cuadro 3 muestra los valores extremos para el contenido de proteína y la fracción del contenido celular de mayor digestibilidad.

Cuadro 3. Materiales contrastantes para contenido de Proteína Cruda y su contenido de FDN, en recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Ecotipo	Proteína Cruda	% FDN
00-212	15.1	71.6
00-135	8.01	70.7
00-153	14	68
00-96	12.5	85.7
00-239	15	73

Los valores elevados de contenido de proteína se ven influenciados por la riqueza de hojas jóvenes (desarrollándose en los diversos fitómeros) de los ecotipos y/o la abundancia de tallos en fitómeros que han dejado de desarrollarse con hojas jóvenes. El contenido celular puede señalarse como elevado en algunos ecotipos como 00-96. Estos valores deben contrastarse con rendimiento de forraje bajo condiciones de secano en ensayos agronómicos posteriores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Existe una mayor velocidad de germinación inicial en Banderita, respecto a Buffel.
- El pasto Buffel posee una mayor capacidad de germinación absoluta, comparado con Banderita.
- Ecotipos de pasto Banderita con potencial mediano de producción de forraje, poseen mayor potencial de germinación inicial, respecto a ecotipos con potencial de producción de forraje alto.
- Existe variabilidad para calidad de forraje en Banderita.
- Se requieren estudios de dinámica de crecimiento inicial para detectar materiales agresivos al establecimiento y que posean atributos que incrementen el éxito en el establecimiento de praderas de temporal de Banderita; sin embargo, existe variabilidad genética para este atributo, en los materiales colectados.

LITERATURA CITADA

- Archer, S. and pike, D. 1991. Plant animal interactions affecting plant establishment and persistence on revegetated rangeland. *Journal of Range Management*. 44: 558-565.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 2006. Official methods of analyses. 18th ed. Washington, DC.
- Baer. R. D. 1990. Food policy, migration and malnutrition: the view from northwestern México. *Ecol. Good Nutr.* 17: 245-251.
- Columbus, J. T. 1999. An expanded circumscription of *Bouteloua* (Gramineae: Chloridoideae): new combinations and names. *Aliso* 18 (1): 61-65.
- Columbus, J. T., M. S. Kinney, R. Pant, and M. E. Siqueiros D. 1998. Cladistic parsimony analysis of internal transcribed spacer region (nrDNA) sequences of *Bouteloua* and relatives (Gramineae: Chloridoideae). *Aliso* 17 (2): 99-130.
- Columbus, T. J., M. S. Kinney, M. E. Siqueiros D. and J. M. Porter. 2000. Phylogenetics of *Bouteloua* and relatives (Gramineae: Chloridoideae): Cladistic parsimony analysis of internal transcribed spacer (NRDNA) and TRNL-F(CPDNA) sequences. *In*: S. W. L. Jacobs and J. Everett (eds.) Proceedings of the Second International Conference on the Comparative Biology of the Monocotyledons and the Third International Symposium on Grass Systematics and Evolution. CSIRO Publishing. Victoria, Australia. pp: 189-194.
- Gastal, F. and G. Lemaire. 2002. N-uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *Journal Experimental Botany*. 53:789.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Hand.* 379. U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Gould, F. W. 1959. Notes of apomixis in sideoats gramma. *J of Range Management*. 12 (1): 25-28.
- Gould, F. W. 1980. The genus *Bouteloua* (Poaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 66: 343-428.
- Gould, F. W. and Z. J. Kapadia. 1964. Biosystematic studies in the *Bouteloua curtispindula* agamic complex. II. Taxonomy. *Brittonia* 16: 182-207.
- Hyder, D. N., A. C. Everson, and R. E. Bement. 1971. Seedling morphology and seeding failures with blue grama. *Journal of Range Management*. 24: 287-292.
- Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT 2005. Consultada el 3 de Junio de 2007. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/16/parte2.html>
- McCarthy, Nancy, Alain de Janvry, and Elisabeth Sadoulet. 1998. "Land Allocation under Dual-Individual Collective Use in Mexico." *Journal of Development Economics*, Vol. 56 (2): 239-264.

- Morales N., C. R., A. R. Quero C., O. Le Blanc, A. Hernández G., J. Pérez P. y S. S. González M. 2006. Caracterización de la diversidad del pasto nativo *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., mediante marcadores de AFLP. *Agrociencia* 40: 711-720.
- Mugnisjah, W. Q. and S. Nakamura. 1986. Methanol and ethanol stress for seed vigour evaluation in soybean. *Seed Sci. Tech.* 14: 95-103.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda Jiménez. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. Recibido el 8 de Junio. *Interciencia-Venezuela*. In press.
- Quero, C. A. R., L. Miranda, M. Mellado B., and J. Enríquez Q. 2007a. Desertification, overgrazing, conservation and social perception in México. *Land Degradation and Development*. In press.
- Rice, C. T., Todd, T. Blair, J., Seastedt, T. R., Ramundo, R. A. and Wilson G. W. 1998. Belowground biology and processes. En: Knapp, A. P., Briggs, J. Hartnett, D. and Collins, C. Editors. *Grassland Dynamics*. New York, N. Y. Oxford University Press Inc. p. 244-265.
- Savidan, Y. H. 2000. Apomixis: Genetics and breeding. *Plant Breeding Rev.* 18: 13-86.
- Schiavo, C. N. 1983. El marco estructural de la ganadería bovina mexicana. Colección de Cuadernos Universitarios. Universidad Autónoma Chapingo. 223p.
- Siqueiros D. María Elena. Rancho Santa Ana Botanic Garden, 1500 North Ave. Claremont CA. 91711-3157.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación en biología*. Primera edición española. Traducción de la primera edición en ingles. Blume Ediciones. 832p. Madrid, España
- Statistical Analysis System. SAS, Institute, Inc. 1985. *SAS user's guide: statistic version 5 edition*, SAS institute, Inc., Cary, N. C.
- Talavera, M. D. 1990. Análisis integrador de los reportes COTECOCA: 1970-1980. Reporte final del curso de Ecología de Agostaderos. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México.
- Tadmor, N. H. and Y. Cohen. 1968. Root elongation in the preemergence stage of Mediterranean grasses and legumes. *Crop Science*. 8:416-419.
- Tapia, C. R. and E. M. Schmutz. 1971. Germination responses of three desert grasses to moisture stress and light. *J. Range Manage.* 24: 292-295.
- Valle, C. B. do. 1990. Colecao de germoplasma de especies de *Brachiaria* no CIAT: estudos básicos visando ao melhoramento genético. CNPGC documentos, no. 46. CNPG/EMBRAPA, Campo Grande, Brasil. 33p.
- Whal, S. and P. Ryser. 2000. Root tissues structure is linked to ecological strategies of grasses. *New Phytologist* 148: 459-471.
- Wilson A. M. and D. D. Briske. 1979. Seminal and adventitious root growth of blue grama seedling on the Central Plains. *Journal Range Management*. 32: 209-213.
- Zhang, J., and M. A. Maun. 1990. Seed size variation and its effects on seedling growth in *Agropyron psammophilum*. *Botanical Gazette*. 151 (1): 106-113.

**EL RECURSO PASTIZAL DE LOS VALLES EN DURANGO, HOSPEDERO DE LOS
ACRIDIDOS *Melanoplus lakinus* (Scudder) y *Boopedon nubilum* (Say) (Orthoptera:
Acrididae)**

¹ J. Natividad Gurrola Reyes*, ¹Isaias Chairez Hernández y ²Ramón Gutiérrez Luna

¹Academia de Entomología Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. CIIDIR – IPN Unidad Durango. Sigma s/n Fraccionamiento 20 de noviembre II CP 34220. Durango, Dgo., México. Teléfono 618 8142091 E-mail ngurrola@ipn.mx. Becarios de COFAA. ²Campo Experimental Zacatecas. Km. 24.5 carretera Zacatecas Fresnillo, C.P. 98500. Ap. Postal 18, Calera de Víctor Rosales, Zac., México. ramong@inifapzac.sagarpa.gob.mx

RESUMEN

Debido a la importancia ecológica que tienen los ecosistemas de los pastizales es necesario realizar estudios que permitan la cuantificación de las especies vegetales presentes y su relación con la fauna, En este trabajo se analiza la relación existente entre áreas de pastizal y las especies de chapulines *Melanoplus lakinus* (Scudder) y *Boopedon nubilum* (Say). Este trabajo se realizó en la región de los Valles del Estado de Durango, en tres áreas de pastizal. Los estudios de vegetación se obtuvieron mediante las técnicas de cuadros anidados y Línea de Canfield aplicando tres transectos por sitio de estudio. El análisis de utilización de recursos alimenticios se efectuó con base a los resultados obtenidos por medio de un análisis microhistológico del contenido estomacal de las especies *Melanoplus lakinus* (Scudder) y *Boopedon nubilum* (Say) y de la evaluación de disponibilidad de especies vegetales en el campo. El área de estudio estuvo conformada por un pastizal mediano arbosufrutescente, con una cobertura vegetal basal del 54% con asociación de especies como *Chloris virgata*, *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, *Rhynchelytrum repens*, entre otras. Los valores de preferencia alimenticia muestran que la dieta de *Melanoplus lakinus* esta conformada por 10 especies de hierbas y 7 pastos con una clara preferencia por *Bouteloua curtipendula*. Por otra parte la dieta de *Boopedon nubilum* se compone de 11 especies de hierbas y 9 pastos, con una preferencia muy marcada por *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua gracilis* con el 33 y 18% respectivamente

Palabras clave: *Melanoplus lakinus*, *Boopedon nubilum*, Pastizales, Preferencia alimenticia.

INTRODUCCIÓN

Existe un importante enlace entre chapulines y comunidades vegetales. Las comunidades vegetales proporcionan el fondo contra lo cual todas las actividades de los chapulines ocurren y determina la disponibilidad y distribución de todos los medios o recursos que son requeridos por los chapulines. Pero muchas cuestiones críticas concernientes a la relación entre vegetación y comunidades de ortópteros aun permanecen sin contestar. Entre éstas está el entender cómo las poblaciones de saltamontes responden a la disponibilidad y a la calidad del alimento. Como todos los herbívoros, los saltamontes requieren una dieta que proporcione la proteína adecuada, la energía, el agua y los minerales necesarios. Se sabe que algunos insectos especialistas tienen nichos ecológicos más pequeños, que otros, por lo que sus requerimientos son muy específicos, a veces, los requisitos incluyen necesidades únicas, tales como un aminoácido o un esteroide específico que determina el desarrollo o provisión de combustible para

un camino bioquímico específico, y son menos abundantes en comparación con las especies que tienen nichos ecológicos mayores (generalistas) (Otte y Joern, 1977); por esta razón la selectividad o preferencia por alguna o algunas especies vegetales para la alimentación determina la abundancia de los chapulines, en función de la presencia y cantidad disponible de las especies vegetales preferidas (Anderson, 1964; Mulkern, 1967 y 1970; Gangwere, 1972; Otte, 1976; Joern, 1979).

Los patrones generales de comportamiento alimenticio en chapulines tales como el número de taxas en la dieta, especificidad de las plantas comidas y tipos de plantas comidas son muy variados. Por lo que la determinación de patrones alimenticios y las razones subalternas de patrones observados puede indudablemente proveer una utilidad para entender la importancia de los chapulines en el sistema del pastizal, y con esto determinar el grado de especialización en los diferentes sitios (Joern, 1983).

México no esta exento en cuanto a presencia y daños por chapulines, y por consiguiente, Durango no es la excepción, el presente trabajo tuvo como propósito, determinar la dieta alimenticia de *Boopedon nubilum* y *melanolplus lakinus* y la utilización de especies vegetales como componentes de sus dietas en los pastizales de los Valles de Durango.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio.

El trabajo se realizó en tres sitios de la parte sur de la región de los Valles del Estado de Durango, México., Sitio No 1, Castillo Nájera, se encuentra localizado a los 24° 20' 31.5" latitud norte y 104° 29' 41.6" longitud oeste; Sitio No 2. Librado Rivera se encuentra localizado a los 24° 27' 06.7" latitud norte y 104° 11' 45.9" longitud oeste; y el sitio No. 3. La Ermita. se encuentra localizado a los 23° 53' 13.4" latitud norte y 104° 18' 56.2" longitud oeste.

Muestras vegetales.

Se colectaron especies vegetales presentes en cada uno de los sitios de estudio. Las plantas colectadas in-situ fueron herborizadas, previa deshidratación en estufa a 60°C, posteriormente fueron montadas, y duplicado de ellas fueron molidas en molino Willey, para su preparación y montaje en portaobjetos convencionales.

Especies de chapulines.

Se colectaron 100 chapulines de la especie *Boopedon nubilum* y 100 de *Melanoplus lakinus*, de ambos sexos, de 4º, 5º. estadio y estado adulto en cada uno de los sitios de estudio mediante red entomológica de 40 cm de diámetro, se caracterizaron por localidad especie y sexo y se depositaron en alcohol al 70 % para su preservación y manejo posterior.

Composición botánica de la dieta. Para determinar la composición de la dieta, se utilizó el método de análisis microhistológico del contenido estomacal de los chapulines (Gangwere, 1972), tomando la muestra del pro ventrículo de los chapulines.

Montaje de muestras de chapulines. Cada una de las muestras estuvo conformada por el contenido estomacal de cinco chapulines, por lo que se contó con un total de 20 muestras por especie y se tomó un contenido de 1.5 cm² de cada muestra para su montaje en portaobjeto convencional con tres repeticiones. Para determinar los componentes anatómicos de plantas contenidos en la dieta se realizó por comparación con las muestras vegetales tomadas al inicio

del estudio y debidamente herborizadas y molidas en un molino Willey y posteriormente colocadas en portaobjetos convencionales para su comparación.

Amplitud de nicho.

La amplitud de nicho fue calculada a través del coeficiente propuesto por Shannon-Wiener (1971)(*ob cit*, por Krebs, 1989). El cual refleja la proporción de las especies vegetales disponibles y consumidas dentro de su dieta.

Sobreposición de nicho.

El grado de competencia se calculó por medio del coeficiente de sobre posición de nicho (H'), propuesto por Hurlbert (1978), (*ob cit*, por Krebs, 1989). Quien lo define como el grado a que la frecuencia del encuentro entre dos especie es más alta o más baja que sería si cada especie utilizó cada estado del recurso en proporción con la abundancia de ese estado del recurso.

Preferencia alimenticia.

Se calculó el índice de utilización (B') propuesto por (Smith 1962) citado por Hurlbert (1978), el cual expresa la cantidad de especies utilizadas por los chapulines.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se localizaron en los sitios de estudio 26 diferentes especies vegetales 2 de la familia *Amaranthaceae*, 5, de la *Compositae*, 1 a la familia *Ericaceae*, 9 de la *Gramineae*, 2 *Solanaceae* y 4 *Leguminosae*, y 3 no identificadas, las cuales fueron preparadas histológicamente para realizar por comparación la identificación de materiales vegetales en los contenidos estomacales de las especies de chapulines.

Amplitud de nicho.

La amplitud de nicho es la suma total de la variedad de recursos utilizados por una especie. De los resultados del análisis microhistológico (Cuadro 1) practicado a *Melanoplus lakinus* y *Boopedon nubilum*, podemos observar que en los contenidos estomacales de *M. lakinus* se identificaron 16 especies, de las cuales 7 son gramíneas, encontrándose *Bouteloua curtispindula* en mayor proporción que las demás, seguida por *Anacyclus radiatus* y *Helianthus sp.*, información coincidente con lo expresado por Pfadt, 1994 y Rivera, 1990 y 1991. Mientras que en *B. nubilum* se identificaron 18 especies entre ellas 9 gramíneas, 2 leguminosas 3 compuestas 1 amarantáceas entre otras, pero con una clara preferencia por los pastos y principalmente *Bouteloua curtispindula* y *Bouteloua gracilis* e inclusive *Rhynchelytrum repens* y *Chloris virgata*.

Sobre posición de nicho (H')

La variabilidad en el consumo de especies vegetales por *M. lakinus* en relación con la de *B. nubilum* es menor según los índices de sobre posición de nicho, Cuadro 2, más sin embargo existe una sobre posición marcada entre ambas especies, ya que para estas especies su dieta esta basada propiamente sobre las mismas especies vegetales y la proporción de la especie vegetal encontrada en mayor cantidad es *Bouteloua curtispindula* tanto para *M. lakinus* como *B. nubilum*.

Cuadro 1. Resultados del análisis microhistológico de *Boopedon nubilum* y *Melanoplus lakinus*

ESPECIE VEGETAL	<i>Melanoplus lakinus</i>	<i>Boopedon nubilum</i>
<i>Mimosa biuncifera</i>	2	1
<i>Gomphrena spp</i>	1	-
<i>Cymbopogon nardos</i>	-	2
<i>Anacyclus radiatus</i>	16	23
<i>Physalis philadelphica</i>	6	4
<i>Arctostapylos punges</i>	1	-
<i>Bidens odorata</i>	-	-
<i>Helianthus sp</i>	15	2
<i>Solanum citrullifolium</i>	-	-
<i>Buddleja scordiodes</i>	1	-
<i>Dalea frutescens</i>	-	-
<i>Bidens leucantha</i>	5	2
<i>Prosopis juliflora</i>	8	1
<i>Amaranthus palmeris</i>	-	3
<i>Baccharis salicifolia</i>	-	1
<i>Chloris virgata</i>	8	22
<i>Rhynchelytrum repens</i>	5	48
<i>Bouteloua gracilis</i>	5	60
<i>Andropogon barbinooides</i>	6	5
<i>Bouteloua curtipendula</i>	25	110
<i>Aristida adscensionis</i>	4	23
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	1	13
<i>Cenchrus echinatus</i>	-	5
<i>Enneapogon desvauxii</i>	-	2

Cuadro 2. Sobre posición de nicho (traslape) de dos especies de chapulín presentes en los pastizales de Durango.

Especie Chapulín	H'
<i>Melanoplus lakinus</i>	0.92254
<i>Boopedon nubilum</i> / <i>Melanoplus lakinus</i>	1.38924

Preferencia alimenticia (B')

El índice de utilización de recursos de Hurlbert (Cuadro 3), muestra para *M. lakinus* y *B.nubilum* un valor muy bajo, lo cual nos hace afirmar que su dieta es restringida; por lo que podemos decir que estas especies presentan una capacidad estrecha de aprovechar los recursos alimenticios.

Quizás este comportamiento en la utilización de los recursos en los pastizales por *M. lakinus* y *B. nubilum* tenga algo de relación en que estas especies son graminícolas – arbustivas y esta

tendencia tenga que ver con la preferencia por algunas de las especies vegetales que componen sus dietas a diferencia de otras especies. Las especies que incrementan el valor del índice de utilización tienen valores altos de cobertura en los sitios de estudio, en orden de mayor cobertura estas especies son: Zacate mota (*Chloris virgata*), Zacate rosado (*Rynchelytrum repens*), Zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), Zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), Zacate tres puntas (*Aristida adscensionis*), Zacate lobero (*Lycurus phleoides*), Zacate agua (*Cenchrus echinatus*) y Zacate agrarista (*Cynodon dactylon*). Estas especies vegetales tuvieron también los valores más altos dentro de la dieta de ambas especies de chapulines.

Cuadro 3. Utilización de los recursos alimenticios por *M. lakinus* y *B. nubilum* por sitio de estudio.

ESPECIE		B' *
<i>Melanoplus lakinus</i>	Librado Rivera	0.191379
	Castillo Nájera	0.105428
	La Ermita	0.172192
<i>Boopedon nubilum</i>	Librado Rivera	0.371398
	Castillo Nájera	0.174299
	La Ermita	0.219945

*B' = Índice de utilización de Hurlbert.

CONCLUSIONES

El grado de preferencia alimenticia de los chapulines está correlacionado con la capacidad de estas especies para sostener el crecimiento y supervivencia de sus poblaciones en una región determinada. Aunque en condiciones de abundancia de alimento existen algunas especies de plantas que no son ingeridas sin importar su disponibilidad en el campo ni las presiones alimenticias a que se encuentre sometida (Mulkern, 1970). Para alguna especie de chapulín en particular, una especie vegetal puede no ser igualmente elegible como alimento en las diferentes etapas de su crecimiento, mantenimiento y reproducción, pero para algunas especies polífagas una dieta mixta proporciona mayores tasas de crecimiento y de supervivencia, que cuando solo consta de una o unas cuantas especies vegetales. No obstante, algunas especies de chapulines que consumen principalmente plantas anuales se ven ocasionalmente forzadas bajo condiciones muy severas de escasez, a alimentarse de plantas que normalmente evitan para su consumo (Otte y Joern, 1977).

LITERATURA CITADA

- Anderson, N. L. 1964. Some relations between grasshoppers and vegetation. *Ann. Ent. Soc. of Amer.* 57:736-742.
- Gangwere, S. K. 1961. A Monograph on food selection in orthoptera. *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 87:67-230.
- Gangwere, S. K. 1972. Host finding and feeding behavior in the orthopteroidea, specially as modified by food availability: a review 1,2,3. *Rev. Univ. Madrid XXI* (82).

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Tema: Ecología y Conservación del Pastizal

- Hewitt, G.B. 1977. Review of forage losses caused by rangeland grasshoppers. *U.S. Dep. Agr. Res. Serv. Misc. Publ. 1348. 24 p.*
- Joern, A. 1979. Feeding patterns in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae): factors influencing diet specialization. *Oecología. 38:325-347.*
- Mulkern, G. B. 1967. Food selection by grasshoppers. *Ann. Rev. Ent. Vol. 12:59-78.*
- Mulkern, G. B. 1970. The effects of preferred food plants on distribution and numbers of grasshoppers. *Proc. Int. Conf. Current. On Feature problems of Acridology, Londres (Population studies I).*
- Otte, D. 1976. Species richness patterns of new world desert grasshoppers in relation to plant diversity. *Jour. Biogeo. 3:197-209.*
- Otte, D. and A. Joern. 1977. On feeding patterns in desert grasshoppers and the evolution of specialized diets. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phila. 128(6):9-126.*
- Pfadt, R.E. 1994. Grasshopper species fact sheets. In *Grasshoppers: Their biology, identification and management. Wyo. Agric. Exp. Sta. Bulletin 912.*
- Rivera, G.E. 1990. Alimentación y competencia entre *Opeia obscura* (Thomas) y *Paropomala virgata* (Scudder); (Orthoptera: Acrididae), En un pastizal de *Hilaria mutica* del Bolson de Mapimi, Dgo., México. *Acta Zool. Mex. (Ns), 38*
- Rivera, G. E. y R. R. Robles. 1991. Utilización de recursos alimenticios por chapulines (Orthoptera: Acrididae), en pastizales áridos de Durango, México. *Agrociencia Serie Recursos Naturales Renovables Vol. 1 Num. 2:87-10*

COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL ZACATAL GIPSOFILO EN EL LLANO LA INDIA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

Sergio G. Gómez P.*, J. Valdés R., J. A. Villarreal Q., A. Zarate L., J. Encina D.
Departamento de Botánica y Forestal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"
Buenavista, Saltillo, Coahuila c. p. 25315, e-mail: sergio_gmez@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Los pastizales naturales se consideran como uno de los ecosistemas más amenazados en América del Norte y en el mundo (Cházaro et al, 2004). El Zacatal Gipsófilo es un tipo de vegetación rico en endemismos por presentar suelos yesosos, compactos superficialmente. Este tipo de suelos localizados en valles y colinas, fueron formados desde el tiempo del terciario, gracias a los depósitos de yeso que se formaron por precipitación y una evaporación subsecuente de mares antiguos (Villarreal y Valdés, 1992-1993), con tiempo geológico estos depósitos fueron cubiertos por los estratos de varios orígenes y expuestos posteriormente a que habitaran plantas en épocas recientes. Estas exposiciones de yeso se encuentran a través de la región del desierto Chihuahuense en el norte de México y la otra parte al oeste de los Estados Unidos (Powell y Turner, 1974).

En México el Zacatal Gipsófilo se localiza principalmente en los Estados de San Luis Potosí, Chihuahua, Nuevo León y en Coahuila (Rzedowski, 1978). En el estado de Coahuila, presentan comunidades de *Muhlenbergia villiflora*, *M. gypsophila*, *Bouteloua chasei*, *Sporobolus nealleyi*, con la presencia de *Dicranocarpus parviflorus* y otras gipsófilas (Villarreal y Valdés, 1992-1993). Sin embargo, en los pastizales es posible encontrar otros grupos de plantas como son herbáceas, suculentas, arbustos y ocasionalmente árboles que dominan el paisaje y que se presentan combinados con el pastizal.

La flora del Llano la India es de gran importancia biológica, por ser comunidades muy escasas en el Estado de Coahuila, representando el 5.68 % de las comunidades totales de este estado (Anónimo, 2002). Por lo anterior, es importante el conocimiento de aspectos estructurales y la composición de especies, con la finalidad de desarrollar estrategias eficientes para el manejo adecuado de estos zacatales y, de esta manera, proteger, restaurar y conservar estos recursos naturales. Los objetivos del presente trabajos fueron:

Conocer la composición florística del zacatal gipsofilo y sus aspectos estructurales en el Llano la India al Sureste de Coahuila.

Evaluar la densidad, frecuencia, dominancia, cobertura; y de esta manera poder calcular su valor de importancia, índice de diversidad y equitatividad.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El sitio de estudio (Llano la India) se localiza en el sureste del estado de Coahuila a 50 Km. de la Saltillo (Anónimo, 2000), limitando al norte con el Ejido Buñuelos, al este con el Ejido San Felipe, al Oeste con el Ejido la India y al Sur con el potrero de Santo Niño (Anónimo, 1976).

Los sitios de muestreo se ubicaron de manera sistemática (100 en total), a través de transectos (16 en total). Primeramente se realizo el tendido de la línea o marcaje del transecto a través de la cual se ubicaron los sitios y cuadrantes de muestreo.

Al llegar a los sitios de muestreo con ayuda del geoposicionador (GPS), se procedió a ubicar la estación de muestreo central para la ubicación espacial de los sitios de muestreo. El manejo de los datos obtenidos en el sumario de los datos de muestreo del cuadrante, como producto de la medición de la vegetación leñosa y herbácea se fundamenta en Cox (1972) y Muller - Dombois y Ellenberg (1974).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Composición y riqueza florística del Llano la India

Para el Llano la India se encontraron 71 especies de plantas, esta cantidad representa el 2.21% del total de la flora de Coahuila (Villarreal, 2001), las cuales están integradas en 26 familias y 60 géneros. Las familias con mayor riqueza de especies son Poaceae y Asteraceae con 15 especies cada una, seguidas por Cactaceae y Fabaceae con 5 especies cada una como se muestra en la Figura 1). Se registraron un total de 57 especies perennes y 14 anuales (ver apéndice). La mayor riqueza de especies se presenta en las colonias de perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) ubicadas en el centro-este del predio, en estos sitios las especies dominantes son *Machaeranthera pinnatifida*, *Zinnia acerosa* y *Muhlenbergia villiflora*. La riqueza de especies se incrementa debido a la presencia de especies anuales, siendo las más frecuentes: *Towsendia mexicana*, *Verbena bipinnatifida*, *Hymenoxys odorata*, *Argithamnia neomexicana* y *Euphorbia serrula*.

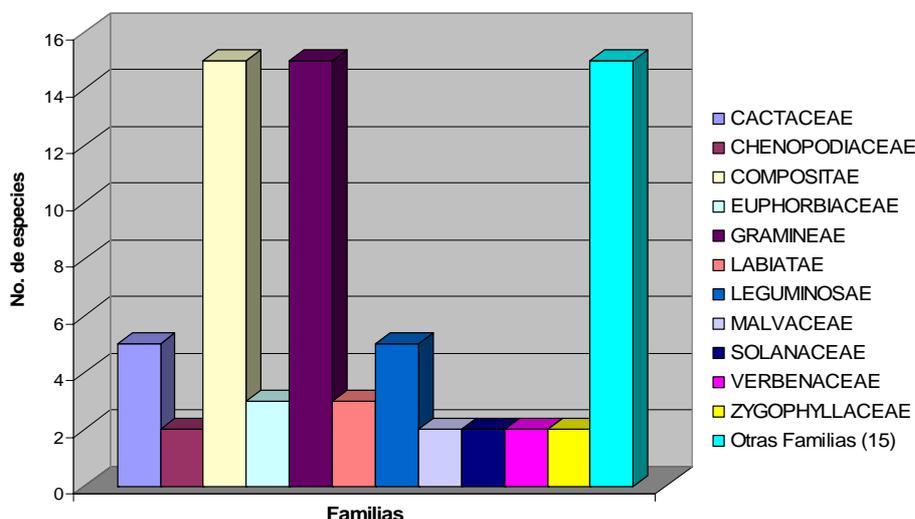


Figura 1. Riqueza florística del Zacatal Gipsófilo por familia.

Debido a que el predio se ubica cercano a algunas áreas agrícolas, se han localizado 16 especies consideradas como ruderales (Villarreal, 1983), de estas las más frecuentes son el confetillo (*Parthenium bipinnatifidum*) y la cola de zorrillo (*Ambrosia confertifolia*). Por otra parte las malezas menos frecuentes en el predio, pero abundantes en áreas pequeñas son:

verdolaga de puerco (*Alternanthera repens*), trompillo (*Solanum elaeagnifolium*), chía (*Salvia reflexa*) y marrubio (*Marrbium vulgare*).

En el Llano la India, las especies herbáceas dominan sobre las arbustivas, estas últimas se presentan de manera aislada a través del zacatal, las más frecuentes son: gobernadora (*Larrea tridentata*), coyonoxtle (*Opuntia imbricata*), nopal cuijo (*O. cantabrigiensis*) y suelda (*Buddleja scordioides*).

Zacatal Gipsófilo

La vegetación dominante en el Llano La India es Zacatal Gipsófilo (Figura 2), en el cual el estrato herbáceo presenta una altura de 10-20 cm y las especies dominantes son perennes y forman colonias rizomatosas. Las herbáceas con los mayores valores de importancia relativa son: el zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*) (26.05%), hierba del burro (*Zinnia acerosa*) (24.53%) y el árnica del país (*Machaeranthera pinnatifida*) (10.39%) (Tabla 1), mientras que los zacates liendrilla *Muhlenbergia repens* y *M. arenicola*, tienen valores de importancia de 3.81 y 3.51% respectivamente. El sobreapacentamiento ocasionado por la actividad humana, ha propiciado la invasión del zacatal por algunas herbáceas tales como hierba del burro (*Zinnia acerosa*), oreja de ratón (*Tiquilia canescens*) y árnica del país (*Machaeranthera pinnatifida*), las cuales son abundantes y/o dominan en algunas áreas, logrado de esta forma la sustitución de las especies de gramíneas.



Figura 2. Zacatal Gipsófilo dominado por zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*).

Tabla 1. Atributos de la vegetación de las herbáceas dominantes en el Zacatal Gipsófilo.

Especie	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Muhlenbergia villiflora</i>	47.736	13.344	14.088	26.056
<i>Zinnia acerosa</i>	10.958	49.392	13.260	24.536
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	10.616	9.527	11.050	10.397
<i>Tiquilia canescens</i>	4.710	12.421	12.707	9.946
<i>Sphaeralcea hastula</i>	4.930	0.774	9.945	5.216
<i>Muhlenbergia repens</i>	5.375	3.110	3.039	3.841
<i>Muhlenbergia arenicola</i>	1.269	2.376	6.906	3.517
Otras especies (25)	14.406	9.056	29.005	16.491

Valor de importancia ecológica = Dens. rel. + Area basal rel. + Frec. rel. / 3.

Como parte de la composición florística del zacatal se presentan las gramíneas llamadas zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*) y zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) los cuales tienen muy baja densidad y son frecuentes en el Zacatal Mediano Abierto en algunos zacatales de Coahuila.

En algunos sitios se presentan colonias aisladas dominadas por la gramínea zacate burro (*Scleropogon brevifolius*), sin embargo, estas ocupan poca superficie y se presentan dentro del zacatal dominado por zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*) y la hierba del burro (*Zinnia acerosa*). En el lado noreste del predio se presenta un zacatal amacollado abierto y que ocupa poca superficie, esta integrado por el zacate flechilla (*Nassella tenuissima*) y el zacate picoso (*Stipa clandestina*), especies que son más evidentes por la formación de macollos, sin embargo, tienen baja densidad dentro del zacatal gipsófilo.

La flora leñosa del Zacatal Gipsófilo está integrado por ocho especies (Tabla 2), las cuales se distribuyen de forma esparcida y tienen una baja densidad, sin embargo, son las más conspicuas; las especies más abundantes son: la gobernadora (*Larrea tridentata*) con una densidad de 963 ind/ha y un valor de importancia ecológica (en lo sucesivo, VIE) de 68.04%, en menor proporción se presenta el coyonoxtle (*Opuntia imbricata*) con 233 ind/ha y un VIE de 20.32%, seguido por el hojásén (*Flourensia cernua*), el cual tiene una densidad de 59 ind/ha y un VIE de 7.72%. Se presentan otras seis especies las cuales tienen una densidad de 72 ind/ha y con VIE inferiores a 5.0. La mayoría de los individuos de estas especies tienen alturas desde 10 - 60 cm de alto y coberturas de 15 - 45 cm, por lo cual se trata de individuos juveniles de estas leñosas, las que invaden continuamente el zacatal, provenientes de los matorrales que bordean el zacatal gipsófilo. Solamente pocos individuos muy aislados de coyonoxtle (*Opuntia imbricata*) y palma china (*Yucca filifera*) presentan alturas de 1.5 - 2.5 metros.

Tabla 2. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas del Zacatal Gipsófilo.

Espece	Densidad (ind/ha)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Larrea tridentata</i>	963	79.611	50.000	68.043
<i>Opuntia imbricata</i>	233	12.673	30.263	20.321
<i>Flourensia cernua</i>	59	6.768	11.842	7.725
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	16	0.132	5.263	2.199
<i>Buddleja scordioides</i>	31	0.161	2.632	1.732
<i>Ephedra compacta</i>	19	0.587	1.316	1.115
<i>Prosopis glandulosa</i>	3	0.143	1.316	0.566
<i>Yucca filifera</i>	3	1.990	1.316	1.182

Valor de importancia ecológica = Dens. rel. + Area basal rel. + Frec. rel. / 3

Diversidad y Riqueza de especies en el Llano la India

La diversidad de especies para cada comunidad vegetal se presenta en la tabla 3 en el cual se observa que el Zacatal gipsófilo es donde se cuantificó la mayor riqueza de herbáceas con 32 especies, la cual se compone de gramíneas, hierbas anuales y perennes. La mayor riqueza de arbustivas se tienen en la vegetación de Matorral Micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*) con seis especies, presentando también el mayor valor de índice de diversidad, lo cual indica que se tiene un elevado número de especies y que estos tienen la misma abundancia. El índice de equitatividad es una medida de la distribución de las proporciones relativas de las especies (Magurran, 1988); debido que los valores de las comunidades de matorral micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojasén (*Flourensia cernua*) son cercanos al 100%, se interpreta que todas las especies ocurren con igual frecuencia y tienen valores de abundancia muy cercanos o iguales entre si, no siendo así el zacatal gipsófilo que presenta valores bajos del estrato arbustivo 61.88 % y del estrato herbáceo 78.5%.

Tabla 3. Índices de diversidad del estrato arbustivo y herbáceo para las comunidades vegetales del Llano La India.

DIVERSIDAD DEL ESTRATO ARBUSTIVO			
COMUNIDAD VEGETAL	NÚMERO DE ESPECIES	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	EQUITATIVIDAD (%)
Zacatal gipsófilo	8	1.28	61.88
Matorral Micrófilo de <i>Flourensia cernua</i>	4	1.32	95.89
Matorral Micrófilo de <i>Larrea tridentata</i>	6	1.54	85.96
DIVERSIDAD DEL ESTRATO HERBÁCEO			
COMUNIDAD VEGETAL	NÚMERO DE ESPECIES	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	EQUITATIVIDAD (%)
Zacatal gipsófilo	32	2.72	78.5
Matorral Micrófilo de <i>Flourensia cernua</i>	19	2.59	88.08
Matorral Micrófilo de <i>Larrea tridentata</i>	23	2.83	90.46

Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extinción para el Llano la India.

Durante los recorridos de campo y los muestreos cuantitativos realizados en el área de estudio del proyecto, no se localizaron especies vegetales endémicas (Villarreal y Encina, 2005), en peligro de extinción o que se encuentran bajo algún estatus de conservación o de protección de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2001**. Durante los recorridos de campo se detectaron dos especies de cactáceas tales como manca caballo (*Echinocactus horzonthalonius*) y bisnaguita (*Coryphantha palmeri*), especies muy escasas en el predio y que son consideradas de lento crecimiento. En el predio se ha colectado el primer registro para Coahuila de la especie de árnica (*Machaeranthera crutchfieldii*), se trata de una especie herbácea perenne (figura 3) de la familia Asteraceae que crece en zacatales Gipsófilos de Nuevo León, siendo la única especie obligada para este tipo de habitat. La especie *Machaeranthera crutchfieldii* es una especie Gipsófila (obligada) de la familia Asteraceae, hierba anual de 30 cm de altura, localizándose en Nuevo León a 17 millas de San Roberto (Turner, 1973).



Figura 3. Árnica (*Machaeranthera crutchfieldii*)

CONCLUSIONES

La riqueza florística en el Llano la India se encontró muy baja, representando únicamente el 2.2 % del total de la flora de Coahuila, encontrándose integrado por tres comunidades vegetales: Zacatal Gipsófilo, Matorral micrófilo de *Flourensia cernua*, Matorral micrófilo de *Larrea tridentata*, en este último se presentó el mayor índice de diversidad del estrato herbáceo (2.83), arbustivo (1.54) y el mayor número de especies que ocurren con mayor frecuencia, con valores de abundancia muy cercanos o iguales entre sí, mientras que el zacatal gipsófilo presentó el mayor número de especies.

En el área de estudio, el Zacatal Gipsófilo es la comunidad vegetal dominante, donde el zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*) presenta el mayor porcentaje en Densidad Relativa (47.73), Frecuencia Relativa (14.08) y el mayor valor de importancia (26.056) y en menos proporción la

hierba del burro (*Zinnia acerosa*), presentando el mayor porcentaje de dominancia relativa (13.34).

De las comunidades más características se encontró el Matorral Micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*), presentando el mayor porcentaje de frecuencia relativa (36.36) y mayor densidad (10,409 ind/ha). En menor proporción se encuentra el Matorral Micrófilo de hojasén (*Flourensia cernua*), donde tuvo el mayor porcentaje de cobertura relativa (93.90) y el mayor valor de importancia (69.59).

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1976. Cartas temáticas G14-C43 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Escala 1:50 000 México.
- Anónimo. 2000. Cartas temáticas G14-7 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Escala 1:250 000 México.
- Anónimo. 2001. Especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial. NOM-059-SEMARNAT-2001. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca – Instituto Nacional de Ecología. Diario Oficial de la Federación. México D. F. 40 pp.
- Anónimo. 2002. Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Instituto Coahuilense de Ecología, Gobierno del Estado de Coahuila. 250 p.
- Cházaro, R.F., D.C. Cother, C. Guillemette, J. Hoth y C. Wallis. 2004. La conservación de pastizales como desafío trilateral. Sesión Plenaria de la novena reunión del Comité Trilateral, 2004, Calgary, Alberta. Canadá.
- Cox, G. W. 1972. Laboratory manual of general ecology. 2a. Edición. Brown. Dubuque, Iowa. 195 p.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Princeton, New York. 337 p.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. Inc., New York. 547 p.
- Powell, A. M. and B.L. Turner. 1974. Aspects of the plant Biology of the Gypsum Outcrops of the Chihuahuan Desert. Transactions of the symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region United States and Mexico. U. S. Departamento of the Interior. Alpine. Texas.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. 1ra. Edición. Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Turner, B. L. 1973. Two New Gypsophilous Species of *Machaeranthera* (Asteraceae-Astereae) from North-Central Mexico. *Phytología* 26 (2):116-120.
- Villarreal, J. Á. 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. 271 p.
- Villarreal, Q. J. Á. 2001. Flora de Coahuila. Listados florísticos de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 136 pp.
- Villarreal, Q. J. Á. y J. A. Encina 2005. Plantas endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes. *Acta Bot. Mex.* 70:1-46.
- Villarreal, Q. J. A. y J. Valdés R. 1992-1993. Vegetación de Coahuila. Manejo de Pastizales. Vol. 6 no. 1. Coahuila. México.

COMPORTAMIENTO DE LA GERMINACIÓN EN DIFERENTES TIPOS DE SEMILLA BENEFICIADA DE PASTO BUFFEL *Cenchrus ciliaris* L. Sin. *Pennisetum ciliare* L. (Link).

Adrián Raymundo Quero-Carrillo¹, Francisco Pastor López², Leonor Miranda Jiménez¹, Javier Francisco Enríquez Quiroz³

¹ Campus San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados. Iturbide 73, Salinas, SLP 78600, México. Tel/fax (manual) +52-496-9630240. queroadrian@colpos.mx

² INIFAP-CE "La Laguna".

³ INIFAP SE "Papaloapan" Isla, Veracruz.

RESUMEN

El establecimiento de praderas de temporal de zonas áridas requiere la planificación adecuada y el mejoramiento de las condiciones en tres aspectos fundamentales: 1. Calidad de la semilla a utilizar. 2. Planeación y preparación oportuna y adecuada del terreno y 3. Manejo de siembra: profundidad y contacto adecuado de la semilla con la humedad del suelo. El mejoramiento de estos aspectos incrementará la certidumbre del establecimiento de praderas en zonas áridas. Con el fin de caracterizar la germinación en semilla de pasto buffel con diferentes grados de limpieza del propágulo ó unidad de dispersión, se realizó el presente experimento con siembras semanales durante un año. El trabajo se realizó en el laboratorio de fisiología vegetal del Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados ubicado en Salinas, SLP, bajo condiciones de temperatura ambiente 18 °C en la noche y 24 °C durante el día. Se establecieron semanalmente los siguientes tratamientos: 1) Semilla en "greña", con ramillas. 2) Semilla sin ramillas modificadas. 3) Semilla con lema y 4) Cariópside o grano desnudo. Se utilizó semilla de buffel común, de reciente cosecha y con dos años de almacenada en "greña". La semilla fue limpiada mecánicamente, hasta obtener el tipo requerido para las pruebas de germinación. Manual y visualmente, se verificó la presencia de carióspsides en los diferentes tipos de semilla utilizada. Se sembraron tres cajas petri con 100 tipos de propágulo por repetición y tres repeticiones por tratamiento de forma semanal. Los datos en porcentaje se transformaron al arco seno y se analizaron mediante un diseño Completamente al Azar para definir las diferencias de germinación entre tratamientos. La separación de medias se realizó con la prueba de Tukey. El análisis mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), la semilla de dos años de cosecha mostró germinación similar a la semilla de reciente cosecha en términos generales ($P > 0.05$), sin embargo, se detectaron diferencias entre los diferentes tipos de semilla beneficiada. Los carióspsides de reciente cosecha mostraron los niveles más elevados de germinación tanto para semilla nueva como para semilla de dos años de almacenamiento y fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) a la semilla en greña, sin ramillas y con paleas, sin importar la edad de la misma. El uso de semilla beneficiada hasta cariópside y palea presente incrementos de dos a cuatro veces los porcentajes de germinación en comparación con la semilla no beneficiada, lo cual puede reducir la cantidad de semilla utilizada e incrementar la certidumbre del establecimiento de praderas de esta especie en condiciones de precaria precipitación del Desierto Chihuahuense.

INTRODUCCIÓN

El pasto buffel [*Cenchrus ciliaris* L. Sin. *Pennisetum ciliare* L. (Link)] es un pasto nativo del Sahel africano, el pasto buffel que se ha convertido en una especie forrajera de gran importancia para las condiciones de temporal en México, principalmente en áreas de trópico seco y regiones de temperaturas invernales moderadas tanto en el Desierto Chihuahuense

como el Sonorense. Esta especie es reconocida por sus atributos de producción de forraje, resistencia a la sequía, resistencia al fuego, capacidad de rebrote, etc. Esta especie forrajera combina atributos de calidad y productividad de forraje con resistencia a condiciones de sequía severa. Introducido en el Campo Experimental de Apodaca, Nuevo León a finales de los años 40 por el Dr. Leonel H. Robles Gutiérrez (www.colpos.mx, 2006), a partir de la introducción de la colecta Estadounidense del norte de Kenia en el desierto de Turkana (Holt, 1985), el pasto buffel ha cobrado gran importancia en el trópico seco del pacífico de México y en diversas áreas, con temperaturas invernales moderadas de las zonas áridas del Desierto Sonorense y Desierto Chihuahuense. En Sonora, el pasto buffel es el mas importante para el desarrollo de la ganadería extensiva en las planicies costeras.

La semilla de esta especie se comercializa en México sin un proceso de certificación adecuada, la producción es de traspatio y no recibe beneficios para su comercialización; similarmente, no se ajusta a estándares establecidos por la inexistencia de normas para su venta a los productores. Normalmente se recomienda la siembra de 12 kg de semilla “en greña” por hectárea; sin embargo, el establecimiento de las praderas ha sido escasamente exitoso, ya que se deben combinar condiciones agronómicas adecuadas (difíciles de lograr en el semidesierto), uso de semilla certificada de calidad (inexistente en México) junto con planeación y buen manejo de la siembra.

El propágulo de zacate buffel consiste de una o mas cariópsides dentro de las brácteas normales (gluma, lema, palea), rodeadas por un fascículo de aristas, denominados involucros (Hacker y Ratcliff, 1989); estas aristas son resultado del desarrollo de ramillas modificadas (Dost y Kellogg, 2002). Después de la dehiscencia de la semilla, ésta presenta un período de dormancia que puede durar 12 meses o más, la cual ha sido reportada como causada por el fascículo o ramillas modificadas que contiene a las espiguillas (Akamine, 1944).

En condiciones de zonas áridas, el establecimiento del pasto buffel es difícil, dadas las características de latencia propias de la especie y a la calidad de la semilla no certificada comercializada en México. Por otra parte, el manejo agronómico para el establecimiento de praderas de pasto buffel demanda una profundidad de siembra no mayor a 2 cm y una humedad adecuada, en terrenos bien preparados, combinación que resulta difícil de lograr bajo las condiciones del semidesierto; sin embargo, una vez establecidas, las praderas de buffel resultan de mayor productividad que cualquier cultivo de temporal, dada la aptitud natural de las zonas áridas para la producción en pastoreo extensivo.

El éxito en el establecimiento de praderas de temporal en el Altiplano del Desierto Chihuahuense, resulta de suma de detalles (germinación, limpieza de semilla, preparación del terreno, siembra y lluvia) en tres niveles: 1) Calidad de semilla, 2) Manejo del establecimiento y 3) Humedad disponible. Los factores 1 y 2 son controlables. Las ventajas de establecer pasto buffel son notorias, principalmente a menores alturas de 2, 000 msnm para el desierto Chihuahuense.

Buffel posee una inflorescencia que es morfológicamente una panícula compacta, los fascículos que contienen de dos a cuatro involucros se originan a partir de pedúnculos diminutos, las aristas que rodean a estos fascículos se fusionan en la base, contrariamente a *Pennisetum*, donde las aristas son reportadas como separadas aún en la base. Esta abundancia de estructuras morfológicas y la presencia de inhibidores complica el logro de una germinación aceptable en esta especie, se han recomendado hasta ocho meses de “maduración” de la semilla en greña antes de su utilización para el establecimiento de praderas, ya que existen reportes de la presencia de latencia en la semilla de pasto buffel (Gould, 1975; Hanselka *et al.*, 2004).

La adaptación al fuego ha sido un factor de evolución en las gramíneas en las savanas africanas, donde éstas han generado estrategias de sobrevivencia tanto en los macollos

remanentes como en la semilla dehiscente. El efecto del fuego sobre el crecimiento vegetativo de diversas especies ha sido evaluado (Daubenmire, 1987). En semilla de pasto buffel, el fuego ha sido probado (Pogue, 1984) con el fin de lograr una mayor densidad en la semilla a manejar para un mejor establecimiento en el campo, ya que al incrementarse la densidad de la semilla se facilita su manejo; sin embargo, no se han reportado los efectos del fuego en la germinación del pasto buffel. Una característica define las ventajas del fuego en forma natural, este debe ser de alta intensidad y poca duración para reducir la mortandad del embrión. Este tipo de escarificación pírca se evaluó con esas premisas de intensidad y duración en la germinación del pasto buffel. La dormancia confiere diversas ventajas adaptativas a los pastos: 1. Evita la germinación prematura antes de la maduración de la semilla y separación o independencia de la planta madre: viviparidad. 2. Proporciona resistencia a la germinación durante un periodo de tiempo posterior a la separación de las estructuras progenitoras. Después de la caída (dehiscencia) de la planta madre, permitiendo la dispersión por animales o viento, evasión de condiciones óptimas de corta duración, reducción de la oportunidad de competencia con otras plantas, aprovechamiento de las épocas óptimas de crecimiento de los pastos, etc. 3. Permite la extensión temporal de la germinación, a un nivel demográfico.

Con propósitos de establecimiento de praderas o de restauración de áreas disturbadas, jardines, etc. la germinación es de gran importancia y la dormancia se vuelve un factor no deseable, que afecta marcadamente el éxito en el establecimiento de las especies de interés, especialmente bajo condiciones adversas: Ambientes áridos sin riego, condiciones de inundación, heladas tempranas, sequías interestivales prolongadas, etc. Más aún, en el caso de nuestro interés, bajo condiciones de temporal, predominantes en amplias superficies del Desierto Sonorense y Chihuahuense en M

Normalmente se recomiendan ocho meses de “maduración” de la semilla antes de su utilización para el establecimiento de praderas, ya que existen reportes de la presencia de latencia en la semilla de pasto buffel, este trabajo se realizó con el fin de:

1. Definir la presencia de inhibidores de la germinación en semilla de pasto buffel con diferentes grados de beneficio: 1) Cariópside con ramillas (Semilla en greña), 2) Cariópside sin ramillas (Semilla limpia mecánicamente), 3) Cariópside únicamente lema y 4) Cariópside desnudo.
2. Establecer las diferencias en capacidad de germinación en los tipos de semilla mencionados.
3. Conocer el comportamiento de la germinación en el tiempo en semilla con diferentes edades de cosecha y/o períodos de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron dos tipos de semilla: 1) semilla no certificada cosechada de dos años de almacenada 2) semilla de cosecha reciente, cosechada a orillas de carretera en el Altiplano del Estado de San Luis Potosí. Ambos tipos de semilla fueron almacenadas a la sombra y a una temperatura de 16 °C en un ambiente seco. La semilla fue limpiada manualmente para obtener los tipos de semilla que se evaluaron como tratamientos:

1. Semilla madura en greña. Semilla con las ramillas modificadas en el flósculo, como se comercializa normalmente, denominada “en greña”.
2. Semilla sin ramillas. Semilla con las ramillas eliminadas, conservando las glumas y lemas adheridas al cariópside.
3. Semilla con lema. Semilla con la gluma y las ramillas modificadas eliminadas mediante la limpieza mecánica.

4. Cariópside o grano desnudo. Con la palea, la cual normalmente es fusionada en la subfamilia *Panicoideae*.

La semilla en greña fue limpiada mecánicamente mediante fricción física utilizando una almohaza de plástico contra un tapete de hule con surcos de 2mm de profundidad y 2 mm de separación. La semilla se friccionó hasta obtener cantidades diversas de las cantidades de semilla requeridas para realizar las pruebas de germinación; posteriormente, la semilla se separó mediante el uso de tamiz de diversos calibraes, se contó y se almacenó en bolsas de glacin bajo condiciones de baja humedad ambiental y temperatura ambiente de 16°C a la sombra.

Se sembraron 100 semillas del tratamiento correspondiente en una caja petri, una repetición estuvo constituida por tres cajas petri y se sembraron tres repeticiones por cada tipo de semilla de pasto buffel a evaluar cada semana durante doce meses. Se utilizó un diseño Completamente al Azar para definir las diferencias en germinación entre los diversos tratamientos. Los datos en porcentaje se transformaron al arco seno para darles normalidad y realizar el análisis de varianza, mediante un diseño Completamente al Azar. Las comparaciones de medias se realizaron mediante al prueba de Tukey. No se determinaron las semillas no germinables viables mediante marcadores químicos como cloruro de tetrazolio. Las cajas petri se conservaron en condiciones de oscuridad y a temperatura de 18 °C durante la noche y 24 °C durante el día, evaluándose durante 21 días posterior a la siembra. Las variable de respuesta fue el porcentaje de germinación (emergencia de la radícula y el epicotilo). El trabajo se realizó en el laboratorio de fisiología vegetal del *Campus* San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados ubicado en Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dormancia de la semilla de gramíneas ha significado una ventaja adaptativa de los pastos (*Poaceae*), para condiciones naturales no disturbadas, prácticamente inexistentes a la fecha, durante su relación evolutiva con diversos factores de presión evolutiva, promoviendo la persistencia de las diversas especie de *Poaceae*, ante eventos de intensidades y frecuencias diversas. Sin embargo, con fines de establecer exitosamente praderas de pastos, se requiere establecer estrategias que incrementen la germinación en pastos que se encuentran aún sin domesticar. Se detectaron diferencias ($P < 0.01$) para los diferentes tipos de semilla, la germinación se incrementó marcadamente conforme se eliminaron apéndices de la inflorescencia (Fig 1), la semilla desnuda (cariópside) mostró la germinación mas elevada, sin importar el año de cosecha ($P < 0.05$; Cuadro 1), seguida de la semilla con paleas. La germinación más baja se presentó en semilla en "greña" en ambas edades de semilla evaluada y ésta fue significativamente diferente a la semilla beneficiada a nivel de palea o cariópside ($P < 0.05$). La latencia se elimina aún en semilla de reciente cosecha la cual presentó las germinaciones mas elevadas con semilla desnuda en todas las pruebas evaluadas (Cuadro 1).

Se ha especulado que la siembra de semilla no beneficiada (en greña) de pasto buffel con niveles de dormancia intermedios (semilla con un periodo de maduración) podría promover la recuperación de poblaciones de esta planta en dos formas: mediante la germinación satisfactoria de nuevas plantas y mediante la incorporación de semilla viable en el tiempo a los bancos de semilla del pastizal (Sharif-Zadeh y Murdoch, 2000). Evaluando diversas condiciones de maduración en semilla de pasto buffel Sharif-Zadeh y Murdoch (2000) encontraron una amplia variación en la pérdida de la dormancia, tanto para cariópsides como para flósculos completos, por lo que señalan que no existe un comportamiento universal de germinación para los diversos lotes, resultado de ambientes diferentes en la producción de semilla de pasto buffel.

En pasto buffel, la dormancia es provocada principalmente por las ramillas modificadas (fascículo) o aristas del flósculo (Hacker y Ratcliff, 1989). En estudios para determinar los compuestos que promueven la inhibición de la germinación en pasto buffel Pahihar y Patil (1984) señalan que los pigmentos de la inflorescencia están compuestos por cianidina-3-arabinosa acetilada con ácido cafeínico y que su función principal es la inhibición del desarrollo microbiano (hongos y bacterias) y el diferimiento de la germinación en el tiempo, lo anterior se observó en el valor individual máximo de germinación alcanzado por la semilla en greña y con dos años de almacenamiento, el cual llegó a ser de 41%; sin embargo, el promedio obtenido fue consistentemente bajo.

Acorde a los resultados se puede observar que los inhibidores de la germinación se encuentran en mayor proporción en las ramillas modificadas del flósculo y en menor proporción en las paleas, ya que la germinación se incrementó notoriamente en este tipo de semilla. No se detectó la presencia de dormancia secundaria, dado que el embrión se encuentra en condiciones de germinar aún al momento de la cosecha y alcanzó niveles de germinación para una fecha de siembra más elevados (73.3%; Cuadro 1), similarmente en la unidad experimental (dato no mostrado).

Cuadro 1. Porcentajes de germinación y germinación máxima obtenida por repetición para los diversos tratamientos utilizados en semilla beneficiada de pasto buffel *Cenchrus ciliaris* L. Sin. *Pennisetum ciliare* L. (Link).

Tratamiento	Edad Años	Germinación Media (%)	Germinación máxima por fecha individual
Involucro (greña) con ramillas	0	11.6d	23
Involucro (greña) con ramillas	2	13.8d	41
Espiguilla (cariópside con involucros –gluma, lema, palea)	0	12.8d	23
Espiguilla (cariópside con involucros –gluma, lema, palea)	2	12.9d	21.7
Cariópside únicamente con paleas	2	32.0c	32
Cariópside limpio	0	56.5a	73.3
Cariópside limpio	2	43.9b	67.7

CONCLUSIONES

La unidad de dispersión de pasto buffel (flósculo-involucro) presenta factores inhibitorios de la germinación en las ramillas, glumas, lemas y paleas.

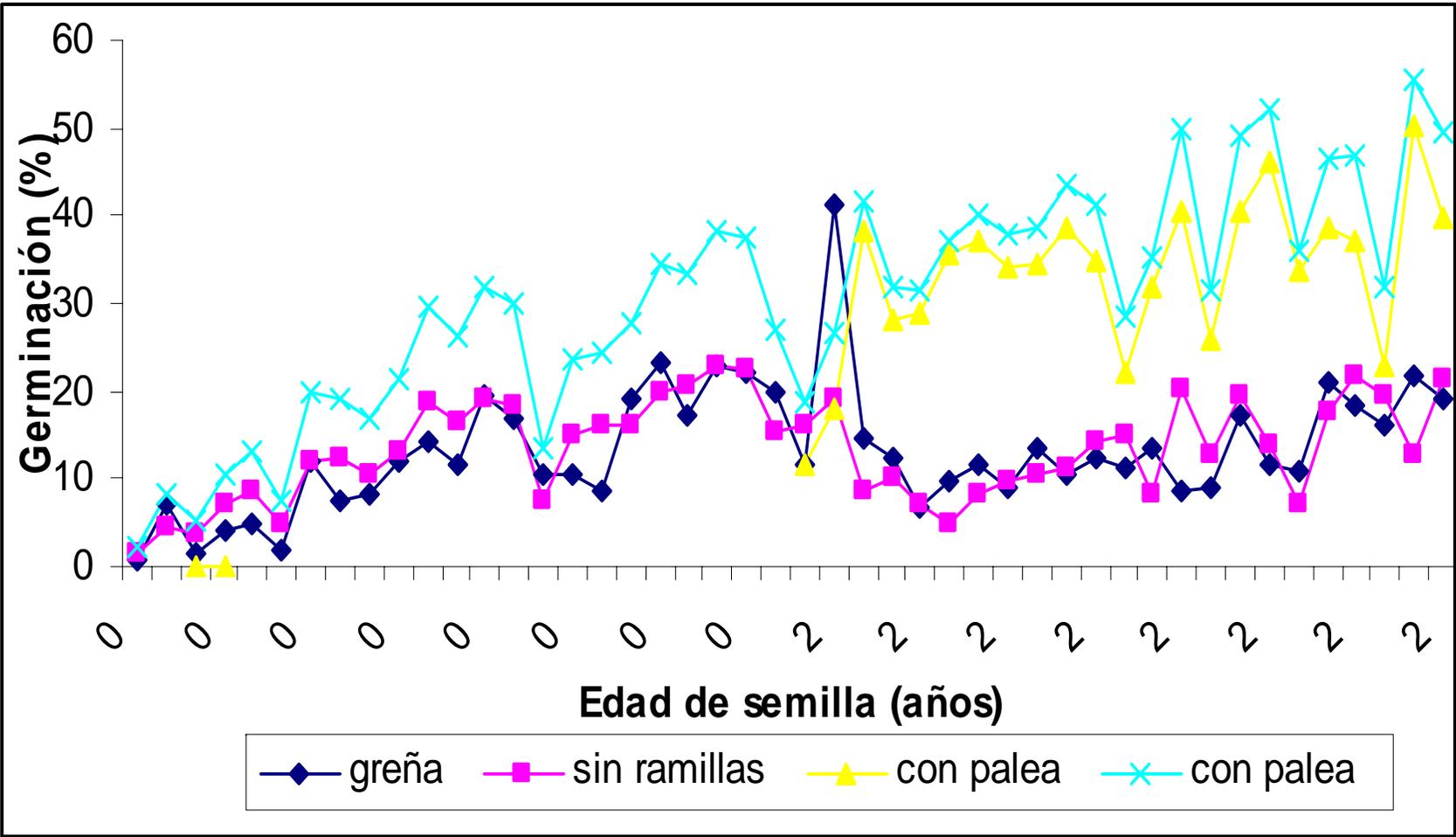
Los porcentajes más elevados de germinación se obtuvieron en semilla beneficiada, siendo más elevados a mayor eliminación de brácteas accesorias de la unidad de dispersión.

Los involucros almacenados por dos años no mostraron mejoras de germinación estadísticamente significativas respecto a la germinación en espiguillas.

No se detectó dormancia embrionaria, debido a que la semilla de reciente cosecha obtuvo altos valores de germinación promedio por repetición.

La semilla almacenada redujo su potencial de germinación a los dos años de almacenamiento, solamente para cariósides.

Figura 1. Porcentajes de germinación obtenida para los diversos tratamientos utilizados en semilla beneficiada de pasto buffel *Cenchrus ciliaris* L. Sin. *Pennisetum ciliare* L. (Link), durante un año de evaluación.



RECOMENDACIONES

El uso de semilla beneficiada es importante para incrementar los porcentajes de germinación, por lo que se deben desarrollar estrategias para incrementar la calidad de la semilla utilizada, principalmente en siembras de alto riesgo, como el establecimiento de praderas en condiciones de pastizal árido.

Esta metodología permite reducir las pérdidas al eliminar los apéndices de la unidad de dispersión de pasto buffel, ya que estas aristas y brácteas que conforman el involucro son mecanismos de diferimiento de la germinación y mecanismos de dispersión.

LITERATURA CITADA

- Akamine, E. K. 1944. Germination of Hawaiian range grasses. Hawaii Agricultural Experiment Station. Tech. Bull. No. 2. 37p.
- Daubemire, R. 1987. Some effects of FIRE on perennial grasses in the steppes of eastern Washington. *Phytocoenologia* 15: 145-158.
- Doust, A. N. y E. A. Kellogg. 2002. Inflorescence diversification in the Panicoid "bristle grass" clade (Paniceae, Poaceae): Evidence from molecular phylogenies and developmental morphology. *Am. J. Bot.* 89 (8): 1203- 1222.
- Gould, F. W. 1975. The grasses of Texas. College Station. Texas A&M University Press. pp. 561-567.
- Hacker, J. B. and D. Ratcliff. 1989. Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provenances. *J. of Applied Ecology*. 26: 201-212.
- Hanselka, C. W., M. A. Hussey, and F. Ibarra. 2004. Buffelgrass. *In*: L. E. Moser, B. L. Burson, and L. E. Sollenberger (eds.) Warm Season Grasses. ASA, CSSA, SSSA. Agronomy Series Number 45. pp. 477-502. Madison, Wisconsin, USA.
- Holt, E. C. 1984. Buffelgrass. A brief history. *In*: M. A. Hussey (ed.) Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. TAES-USDA-SCS and USDA-ARS College Station, TX. pp 1-5
- Parihar, S. S. and B. D. Patil. 1984. Seed germination studies with *Cenchrus ciliaris* L. II. Isolation and characterization of germination inhibitors from spikelets. *Current Sci.* 53 (7): 387-388.
- Pogue, G. A. 1984. Buffel grass seed production and conditioning. *In*: M. A. Hussey (ed.) Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. TAES-USDA-SCS and USDA-ARS College Station, TX. pp 35-38.
- Sharif-Zadeh and A. J. Murdoch. 2000. The effects of different maturation conditions on seed dormancy and germination of *Cenchrus ciliaris*. *Seed Sci. Res.* 10: 447-457.
- www.colpos.mx. Consultado en Febrero de 2006. Página principal. Apartado de Doctorados *Honoris Causa* que ha entregado el Colegio de Postgraduados.

CARACTERIZACION FENOLOGICA DE DOS VARIEDADES DE ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) COMUN Y NUECES, EN CERRITOS S.L.P.

* Ing. Álvaro Lerma Hernández, MC.Elías Loredo Cruz

SEP Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 123 Km 0.3 Carr. Cerritos Villa Juárez S.L.P.
TEL. 01 486 86 33017 E- apicolacerritos@hotmail.com o omar_ler@hotmail.com

RESUMEN

Los pastizales del centro y norte de México están bajo condiciones limitantes y poco aprovechamiento de los recursos existentes, con la necesidad de implementar medidas para mejorar su productividad con un manejo integral de estos agroecosistemas. La Región de Cerritos se ubica a 22° 25' de LN y 100° 15' de LO a 1150m.s.n.m, con clima Bshws según García (1973), temperatura media de 20.6° C y precipitación de 688mm anuales, practica una agricultura con monocultivos de maíz y sorgo, ganadería mixta semiextensiva con esquilmos y tierras abandonadas de bajo potencial. El Zacate Buffel *Cenchrus ciliaris* L. presenta alternativas como resistencia a sequías, protector del suelo y calidad forrajera, aceptado por productores agropecuarios locales. Al evaluar el desarrollo fenológico durante 4 años de las variedades Común y Nueces, la altura fue 92.2cm. y diámetro de la corona 5.9cm para Común superado por nueces con 104.9cm y 9.7cm respectivamente, con diferencia significativa en ambas variables, el promedio de tallos con inflorescencia en Común es de 22 y 2.3 en Nueces, con diferencia altamente significativa y el grosor de tallos (4.06mm y 3.42mm) sin diferencia estadística, el número de raíces para Común es 151.4 y en Nueces 119.8 con diferencia altamente significativa, en largo de la raíz supero Nueces a Común, 34.55cm a 29.6cm; en cambio el peso de la raíz fue 27.9gr (Común) contra 23.3gr (Nueces) con diferencia significativa. Sobre el tamaño de hojas y de panícula, no hubo diferencia significativa. En peso verde y seco de la planta la Común sobresalió con 279.4gr y 152.6gr contra 244.1gr y 118.6gr de la Nueces correspondientemente, con diferencia significativa. De las variedades comparadas la Común rebaso en rendimiento, número de raíces y tallos con inflorescencias pero la Nueces en altura, diámetro de la corona y largo de la raíz.

INTRODUCCIÓN

Las áreas de pastizales del Centro y Norte de México se encuentran bajo condiciones limitantes; además de un bajo aprovechamiento de los recursos existentes como agricultura de subsistencia en tierras de bajo potencial agrícola favoreciendo la erosión y corrientes hidrográficas incontroladas, incendios, tala, sobrepastoreo y reduciendo fuertemente la productividad de estos ecosistemas, esto manifiesta la necesidad de instrumentar medidas necesarias para lograr la recuperación de estas tierras degradadas.

El entendimiento interactivo de los herbívoros, vegetales, el suelo y el clima, permitirán al hombre, un manejo integral a través de prácticas agropecuarias con especies nativas importantes y la introducción de otras nuevas con ventajas sobresalientes para beneficio humano. Las especies de pastos de más alto rendimiento forrajero y mejor cobertura vegetal sobre el suelo, mayor contenido de nutrientes y de mayor aceptación para el ganado son una alternativa de la reconversión productiva de agroecosistemas en áreas afectadas por el disturbio de planeaciones mal diseñadas con acciones extractivas inconcientes de los recursos

naturales, como desmontes no controlados, uso excesivo de maquinaria agrícola, fuerte aplicación de agroquímicos, monocultivos, entre otros redundando en alteraciones de los ciclos del agua y minerales, fertilidad y salinidad del suelo, agotamiento de mantos freáticos, y demás alteraciones al ecosistema en general.

El Zacate Buffel (*Cenchrus Ciliaris* L.) es un pasto resistente a la sequía, a suelos alterados, empobrecidos y como protector de la erosión, que ha mostrado aceptación por los agricultores y ganaderos de la Región con la necesidad de forraje en épocas de sequía, invierno y temporadas con bajas precipitaciones cuando los cultivos tradicionales de sorgo y maíz no alcanzan a dar rendimientos satisfactorios de cosecha en suelos mas pobres; en cambio el pasto buffel de ciclo perene con una sola lluvia fuerte en primavera o verano alcanza a rebrotar del terreno y aportar un buen abasto de forraje para el ganado.

En la Zona la ganadería y la agricultura se combinan aprovechando los residuos, rastrojos y pajas de sorgo y maíz para grano pero las necesidades de forraje verde siempre se tienen, por lo que una alternativa de producción es la de incorporar espacios de suelos marginales, deteriorados y menos productivos para cultivos tradicionales al establecimiento de praderas de pasto buffel, que permitan obtenerse buenos niveles de forraje, protección de la erosión del suelo, incorporación de materia orgánica al terreno, rotación de cultivos favoreciendo el ciclo de nutrientes; aprovechamiento de la infiltración del agua, reduciendo escurrimientos fuertes con la formación de cárcavas y/o arroyuelos.

En la República Mexicana se siembran 21 millones hectáreas de temporal y 20% son de alta siniestralidad (Villegas, 1992) y en el altiplano del Estado. de San Luis Potosí 220 000 hectáreas se siembran con cultivos de temporal que se consideran no aptas para granos básicos (Beltrán y Loredó, 2002).

La región de Cerritos, Villa Juárez y Guadalcázar presentan un abandono de terrenos superficiales para cultivos tradicionales por bajas precipitaciones, altos costos de producción y escasa mano de obra en el campo principalmente; por lo tanto muchos terrenos están poblándose de vegetación nativa en un proceso de sucesión vegetal, que requieren ser manejados con un enfoque integral, técnico, científico, ecológico y ambiental.

El Pasto Buffel presenta variedades mejoradas que prometen ventajas forrajeras, adaptación, rendimiento, resistencia a la sequía, tolerancia a la salinidad y al frío (Hatch, 1991, Aguirre, 1994,) que pueden ser superiores en esta zona; sin embargo se requiere demostrar experimentalmente cual de las dos variedades muestran características botánicas sobresalientes de importancia forrajera durante su establecimiento. Por lo que el objetivo general de este trabajo es evaluar el desarrollo fenológico de dos variedades de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) común y nueces en la región de Cerritos, S.L.P.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las características botánicas, adaptación climática y edáfica, origen y distribución del zacate buffel son las siguientes:

1. Nomenclatura

Fue designado como *Pennisetum cenchroides* Rich. *Pennisetum ciliare* (L.) Link. Y en últimas clasificaciones se acepta como *Cenchrus ciliaris* L. (Robles, 1976; Hatch, 1991). Comúnmente se le conoce como Zacate Buffel, Buffel Grass, Pasto Salinas, African Foxtail, Bunch Grass, Anjan, Blue Buffalo o Carricera Africana (Ayerza, 1981)

2. Origen geográfico y distribución

Se considera originario de África Ecuatorial, India e Indonesia, se introdujo accidentalmente en Australia por 1880, pero se cultivo hasta 1930 en Queensland con gran éxito. En la región subtropical de E.U.A. ha tenido buena adaptación y producción desde 1917 de donde fue llevado a México en 1954 (Barrón, 1983).

En zonas subtropicales y tropicales con larga estación seca se ha difundido, como en Sudáfrica, China Meridional, Brasil, Paraguay y Puerto Rico y en menos escala en Filipinas, Costa Rica, Guatemala y Belice (Ayerza, 1981), Costa del Mediterráneo, Túnez, Libia, Siria, Egipto Arabia Saudita, Pakistán e Irán (Cox., 1991).

3. Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Angiospermae
Subclase	Monocotyledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Paniceae
Género	Cenchrus
Especie	ciliaris

4. Descripción botánica

Es una planta perene amacollada, con altura de 25 – 60cm, en la zona se ha encontrado de 56 a 108cm en varias colectas, encontrándose variedades altas de 150 cm, medianas con 100cm y bajas menos de 70cm para las distintas condiciones ecológicas (Villaseñor, 1998). El amacollamiento esta dado por el número de hijuelos variando desde 6 a 95 hijuelos por planta según encontró Villareal (1983).

Las hojas son delgadas 8 – 30cm de longitud con 2.5 a 8mm de ancho, con vainas comprimidas lateralmente y quilladas, glabras, espatuladas con vellosidades, ligula membranosa ciliada de 1 a 1.5mm de longitud (Robles, 1976).

La inflorescencia en panícula de 12cm de longitud 1-2cm de grueso, sobre 150 involucros por inflorescencia, con gran número de cerdas en los involucros de color café a púrpura, glumas desiguales. Ayerza (1981) menciona de 3 – 5 semillas y de 1 – 3 para aquellas de zonas áridas.

El tallo típicamente con nudos y entrenudos de 2 y 3.5mm en su base, en los nudos inferiores hay unas aglomeraciones llamadas cormos que es el almacén de carbohidratos en reserva según Hatch y Hussey (1991).

La raíz tiene un amplio desarrollo que lo hace persistir ante largas sequías. Se ha evaluado una relación de biomasa por encima del suelo de 442gr/m² y por debajo del suelo de 3477gr/m², lo que da un amplio espaciamiento entre plantas de zonas áridas con más amacollamiento, ocurriendo lo contrario en las zonas semiáridas donde se estimula además el crecimiento de rizomas (Ayerza,1981).

5. Condiciones ecológicas

La temperatura óptima de crecimiento está entre 15 – 30° C (Robles, 1976) y la de germinación es de 25° C aproximadamente. No resiste el frío, pero se han obtenido variedades que han resistido como la Nueces -13° C (Conde, 1992; Ibarra, 2004).

Es recomendado en zonas de 255 – 990mm de precipitación al año de zonas áridas y semiáridas resistiendo sequías prolongadas (Ibarra, 2004)

Villareal (1974) encontró alta correlación entre temperatura y horas luz con respecto al crecimiento del pasto denominándolo como termosensible y fotosensible.

Crece en suelos ligeros y en los fértiles incrementa rendimiento, tolera los suelos arcillosos (Robles, 1976). El rango de pH óptimo donde se ubica es de 7.0 a 7.5. Tolerancia la altitud sobre los 1000m.s.n.m. pero el óptimo está bajo este nivel (Beltrán, 2002).

6. Propagación

Se realiza por semillas que provienen de una reproducción asexual apomíctica obligada en la cual los núcleos no se fusionan (Hatch, 1991; Hanselka, 1991).

La semilla tiene poca viabilidad al momento de la cosecha pero después de 6 meses es factible su siembra (Robles, 1976) con éxito.

MATERIALES Y MÉTODOS

La semilla de la variedad Común fue obtenida de la Exhacienda “La Hincada de Guadalcázar S.L.P.” de potreros establecidos en 1975 traído de Texas de semillas Capra y comercializada como T 4464. La variedad Nueces es semilla proporcionada del Programa de Forrajes del FIRCO en S.L.P.

Fue sembrada en el año 2001 en un predio de ¼ de hectárea en el campo agropecuario Las Trojas del C.BT.a. 123 km. 0.3 carretera Cerritos – Villa Juárez y muestreada durante los años 2003, 2004, 2005 y 2006.

El área se localiza en 22° 25` de latitud Norte y 100° 15` de la longitud Oeste, con una altitud promedio de 1150 m.s.n.m. El clima de la región es Bshws (seco estepario, caliente con temperatura media anual superior a 18° C, con lluvias en verano y con el mes más caluroso en el solsticio de verano) según la fórmula climática de Köppen modificado por García (1964). La temperatura media anual es de 20.6° C, una máxima mensual de 39.5° C en Abril y una mínima de 4° C en Diciembre con un periodo cálido de Abril a Octubre y el periodo templado de Noviembre a Marzo.

La precipitación promedio es de 688mm. distribuida en un 85% en los meses de Junio a Octubre. (Fig. 1). El suelo se caracteriza en tres categorías: el montañoso con buena cantidad de materia orgánica de color negro a café oscuro con vegetación de pinar y encinar, el de laderas intermontañas de tipo muy somero con una capa de caliche en partes casi superficiales donde se desarrolla matorral submontano en especies de palo blanco (*Helieta parvifolia*), hojancha (*Flouencia laurifolia*), ramón (*Dalea sp.*) y tullidora (*Karwinskia humboldtiana*) y el suelo de planicie de origen aluvial dedicado a la agricultura con un tipo vegetativo de mezquital extradesertico con las especies de mezquites (*Prosopis juliflora*) y huisache (*Acacia farnesiana*) en las riberas de caminos y predios cultivados (Rzedowski, 1961), El sitio de trabajo corresponde al tipo intermontañoso de ladera, con suelo superficial y con capa de caliche muy cercana (Fig. 2).

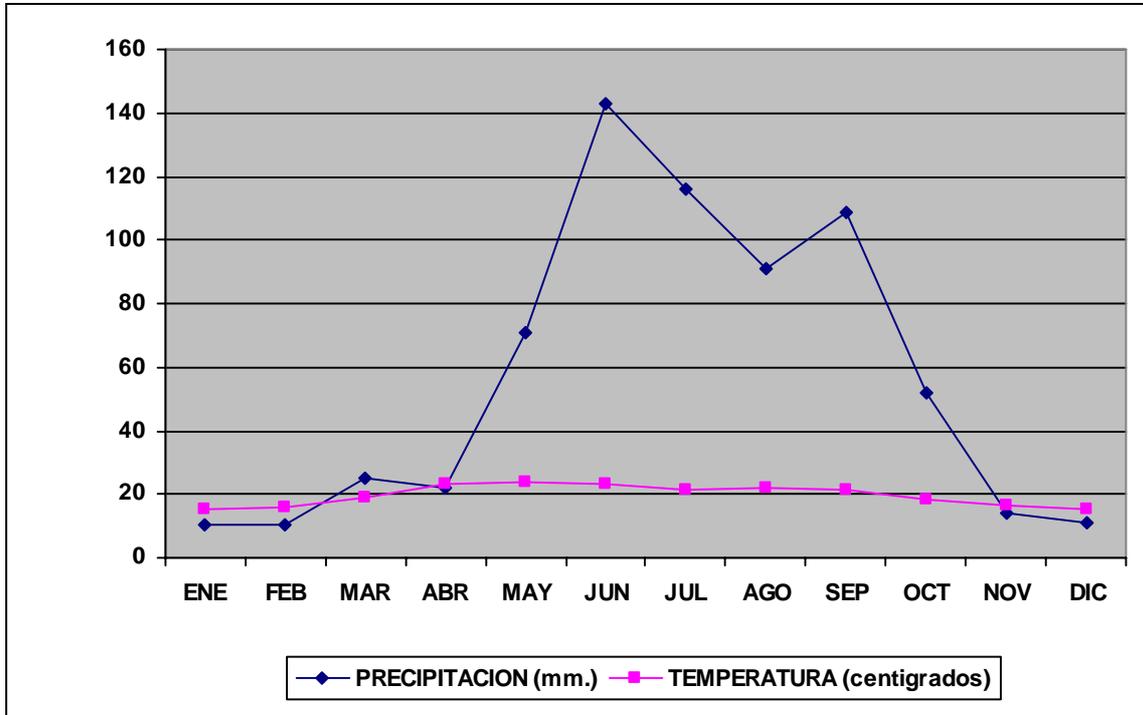


Figura 1 Temperatura y precipitación promedio mensual de la región de Cerritos, S.L.P. (Fuente: Estación meteorológica del CBTa 123 de Cerritos, S.L.P.)



Fig. 2 Localización geográfica del municipio de Cerritos, S.L.P.

Los datos se levantaron en el mes de junio y principios de julio después del primer rebrote de verano con las lluvias de mayo y junio:

- 1º Muestreo: 16 – 27 de junio 2003
- 2º Muestreo: 28 junio – 7 de julio 2004
- 3º Muestreo: 20 junio – 30 de julio 2005
- 4º Muestreo: 2 – 16 de junio 2006

Las plantas establecidas después de dos años de siembra se tomaron las siguientes características botánicas consideradas de importancia forrajera para las dos variedades :

- Altura de la planta (m.)
- Diámetro de la corona (cm.)
- Tallos con inflorescencia (No.)
- Tallos sin inflorescencia (No.)
- Grosor del tallo (mm.)
- Raíces (No.)
- Largo de raíz (cm.)
- Peso de la raíz (gr.)
- Largo de hojas (cm.)
- Ancho de hojas (cm.)
- Área foliar (cm²)
- Largo de panícula (cm.)
- Ancho de panícula (cm.)
- Peso verde de la planta (gr.)
- Peso seco de la planta (gr.)
- Peso de Biomasa aérea (gr.)

La unidad experimental fueron plantas enteras tomadas al azar en campo y llevadas al laboratorio de Química, cortando las plantas con mucho cuidado para obtener la raíz lo mas completa posible y colocadas en bolsas de papel secante. En campo se midió altura, diámetro de la corona, numero de tallos, largo y ancho de panículas; en el laboratorio se tomo grosor del tallo, largo y ancho de hojas, peso verde y peso de raíz previniendo su deshidratación, el conteo de raíces y largo de la raíz se tomo al final del proceso el mismo día y el peso seco de la planta después de 72 horas de expuestas a la sombra extendidas en papel periódico en las mesas de trabajo del laboratorio.

Los instrumentos y herramientas utilizadas fueron: machete, azadón, talache, bolsas de papel secante, balanza granataria, vernier, micrómetro, regla de un metro y de 30 centímetros, cinta métrica, navaja y etiquetas.

El análisis estadístico se hizo por tratamientos apareados comparando los promedios de cada variable en las 2 variedades mediante una prueba de “t” (Reyes, 1990). Los promedios fueron obtenidos en cada variable de 10 plantas muestreadas cada año como aparece en la (tabla 1.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de la planta esta relacionado al tamaño y favorece la competencia por la luz solar para eficientizar la síntesis de nutrientes, en la variedad de Nueces fue 104.9cm sobre 92.2cm de la Común de promedio con una diferencia estadísticamente significativa, coincide con los reportes de Hatch, (1991). En diámetro de la corona también supero Nueces a Común (9.7cm. y 5.95cm) con una diferencia altamente significativa; esta característica representa un valor de resistencia al pastoreo, pisoteo y protección de la erosión, este engrosamiento se observó favorable para la cantidad de reservas de carbohidratos en época de latencia para una mejor capacidad de rebrote y soportar mejor la sequía y el invierno (Hatch y Hussey, 1991), con formación de estructuras de tendencia rizomatosa y tuberculosa llamados cormos entre raíces y tallos ventajosamente para su establecimiento (Hanselka y Johnson, 1991).

Los tallos con inflorescencia indican la capacidad de asemillamiento de la especie o variedad; en cambio una planta con pocas inflorescencias producirá menos semilla y estará en desventaja de competencia en su propagación en el pastizal, en este caso la Común presento 22 tallos con flores y Nueces 2.3; por lo tanto sin inflorescencia la Común tuvo 22.1 en promedio contra 12 de la Nueces que fueron diferentes altamente significativas, así en ambos casos el total de tallos para Común fue 44.1 y de 14.3 para Nueces que representa un 32% de las raíces del Común.

Aunque el grosor de tallos (3.42cm en Común 4.06 en Nueces) no presento diferencia estadística, se observo para Nueces una notable separación entre ellos por su marcado diámetro basal o de corona y para la variedad Común sus tallos se mantenían más compactos, diferencia aunada a la formación de tallos a partir de estructuras rizomatoideas mencionados anteriormente, el grosor del tallo representa la columna vertebral de la planta por la formación de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) puede ser una resistencia de la planta al pastoreo favoreciendo su persistencia en el terreno (Ramírez, 2001).

La raíz de la planta representa el sistema de anclaje y cimentación de la parte aérea, la capacidad de absorción de nutrientes tanto por su numero como por lo largo de la raíces y favorecer la retención del suelo y de sobrevivencia en épocas difíciles de sobrepastoreo sequía o invierno y la tolerancia a sales (Ibarra, 2004); los valores encontrados para Común fue en promedio de 151.4 raíces con un peso de 27.9gr. contra 119.8 raíces con 23.3gr. de peso en Nueces con un valor significativo; en cambio el largo de la raíz fue de 34.5cm. para Nueces 29.6cm. en Común resultando valores medios estadísticamente significativos.

En tamaño de hojas se obtuvo el largo de 25.2cm. en Común y 30cm para Nueces con una diferencia significativa y aunque para ancho de la hoja no hubo diferencia estadística entre sus medias (0.42 y 0.57cm.), para el área foliar resulto 10.8cm² en hojas de Común y 17.3cm² para Nueces que represento diferencia altamente significativa, característica que favorece la entrada de energía a la planta con mas capacidad fotosintética y posiblemente para mantenerse mas tiempo verde como se observó en este caso, observación que coincide con los trabajos en Tamaulipas de Conde (1992) y Aguirre (1994) sobre esta variedad.

La panícula en el buffel Común midió 9.2 cm. de la largo y para Nueces 7.75cm. con diferencia estadística significativa, aunque fueron estadísticamente iguales en el ancho de sus panículas, presento resultados similares en Texas, por Hatch y Hussey en 1991 con 2 a 15 cm de largas y de 10 a 25mm de ancho.

TABLA No 1: Comparación de medias en características botánicas de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliare* L.), de las variedades Nueces (N) y Común (C), en Cerritos, San Luís Potosí.

VARIABLE	VARIEDAD	MUESTRAS										MEDIA	SIG
Altura (m)	N	1.10	1.18	1.25	.63	1.30	1.35	1.01	1.20	.67	.80	1.049	*
	C	0.93	0.96	0.92	0.87	1.07	0.87	0.80	0.95	0.84	1.01	0.92	
Diámetro de la corona(cm.)	N	6	4.5	4.5	5.5	6	7	1	8.8	3.5	6	9.7	*
	C	6	7	6.	6	4.5	4	6	6	6	8	5.9	
Tallos con inflorescencia (No.)	N	5	5	5	0	2	2	1	2	0	1	2.3	**
	C	10	43	11	20	25	0	17	12	7	75	22	
Tallos sin inflorescencia (No.)	N	8	6	3	12	10	15	29	16	6	15	12	**
	C	21	16	16	14	11	46	18	28	23	28	22.1	
Grosor de tallo (mm.)	N	4.012	4.09	4.41	3.122	4.43	5.206	4.24	4.39	3.392	3.264	4.0656	NS
	C	3.5	4.5	3.2	3.4	3.4	2.4	3.1	3.7	3.1	3.4	3.42	
Raíces (No.)	N	98	121	79	240	97	142	174	90	51	106	119.8	*
	C	115	185	222	177	136	90	107	140	209	133	151.4	
Largo de la Raíz (cm.)	N	25	37.5	29.5	23	31.5	52.5	40	47	33.5	28	34.55	*
	C	43.5	31	26.5	24	33	25	31	27.5	24.5	30	29.6	
Peso de la Raíz (gr.)	N	11.02	14.90	17.0	30	16.4	29.78	36.4	54.5	12.90	10.38	23.344	*
	C	18.57	31.55	26.74	25.70	25.80	14	21.76	42.15	29.83	43.60	27.97	
Largo de la hoja (cm.)	N	33.8	24.4	33.2	23.5	29.8	32.34	29.2	595.06	32.1	25.8	30.09	*
	C	25.2	19.4	28.76	16.4	24.2	29.06	24.4	27.9	30.86	26.16	25.234	
Ancho de la hoja (mm.)	N	0.62	0.5	0.68	0.5	0.52	0.76	0.54	0.58	0.52	0.48	.57	NS
	C	0.5	0.46	0.44	0.38	0.32	0.32	0.4	0.5	0.46	0.5	.428	
Área foliar (cm ²)	N	20.61	12.03	22.7	11.69	15.5	24.504	79.5	21.21	16.49	12.42	17.311	**
	C	12.46	8.3	12.748	30.7	7.7	9.478	10.08	14.26	15.07	13.368	10.8	
Largo de panícula(cm.)	N	10	10.5	10	0	9.5	10.5	12	8	0	7	7.75	*
	C	11	9	11	9.5	10	0	9	10.5	10.5	11.5	9.2	
Ancho de panícula (cm.)	N	1	1.5	1	0	1.5	1	1	.5	0	1	0.85	NS
	C	1	1.5	.5	1	1	0	1	.5	1	1	0.85	
Peso verde de la planta (gr.)	N	271.02	169.80	206.10	209.50	211.37	300.82	396.31	437.85	77.65	161.04	244.14	*
	C	188.30	318.68	270.30	215.57	253.70	121.17	190.17	405.72	317.37	463.41	274.43	
Peso seco de la planta (gr.)	N	121.4	91.8	128.3	78.3	136.2	186.7	147.7	150.5	40.03	105.5	118.64	*
	C	107.5	166.3	153.7	106.3	135.06	65.7	46.7	339.6	175.8	229.7	152.63	
Peso de Biomasa aérea (gr.)	N	260	149.9	189.06	179.5	194.93	271.04	359.88	383.35	64.75	150.66	214.05	*
	C	169.73	287.13	243.56	189.87	227.9	107.17	168.91	363.57	287.54	419.81	246.46	

El peso de planta es el indicador forrajero mas importante para la producción del peso verde y materia seca de la parte aérea aprovechable por el ganado tanto en pastoreo directo como en corte en función de la altura de la planta, número de tallos o amacollamiento, numero y tamaño de hojas que son las partes que representan la biomasa aérea. Sobre esto se observó que el peso verde, seco y de parte aérea de la planta fue significativamente mas alta en la variedad Común que en Nueces, con 279.9gr., 152.6gr. y 246.4gr. contra 249.1gr., 118.6gr. y 214.05gr. respectivamente en las dos variedades favoreciendo esta característica de alta importancia como lo reporta Aguirre (1994).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones que se llevo a cabo este trabajo sobre el Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en esta región y de acuerdo al objetivo propuesto se encontró que la variedad Nueces resulto mas alta, con mayor diámetro de la corona, raíces y hojas mas largas con un área foliar superior; pero la variedad Común mostró un 68% mas en la cantidad de tallos 44 contra 14, de la Nueces, también en numero de raíces estuvo arriba al igual que el largo de la panícula y sobre todo en el peso de materia verde, seca y de biomasa aérea y radicular mostrando marcadas ventajas; sin embargo en grosor del tallo, ancho de la hoja y ancho de panículas no se encontró diferencia significativa para ninguna variedad. Por lo que se puede suponer que el cultivo de Nueces tiene una alta capacidad de sobrevivencia y de rebrote por su diámetro basal de la corona muy desarrollada, por sus raíces más largas y por sus tallos semisubterráneos tipo rizomatoso obtiene nutrientes a más profundidad, y hojas con mayor área expuesta que sintetiza mejor la energía de la luz solar.

Entonces el pasto Común al contener mayor número de tallos contiene más hojas totales por planta, mejorando la relación tallo–hoja y presenta una mas alta producción en peso de materia verde y materia seca; lo mismo para el número de panículas favorece una producción de semilla mas elevada.

Se considera necesario continuar observando las diferencias en estas variedades como valor nutritivo, estacionalidad, resistencia al pastoreo, minerales, digestibilidad, tolerancia a sales entre otras, ya que la variedad Común se ha venido estableciendo cada vez con más aceptación entre productores agropecuarios de la región avalada por instituciones oficiales como INIFAP, SAGARPA, FIRCO y COTECOCA con la perspectiva de que nuevas variedades mejoradas logren aventajarla en su adaptación sobre el clima, el suelo, pastoreo y rendimiento.

AGRADECIMIENTOS

Al **Ing. Rafael Anfoso Zamarripa** que proporciono la semilla de la variedad Nueces proveniente del programa del FIRCO en S.L.P. a cargo del **Ing. Hugo Barragán Farfán**.

El **Ing. Israel Loredo Cruz** de la Ex–Hacienda La Hincada Guadalcázar S.L.P. quien facilitó la semilla de Buffel Común establecido en 1975.

Al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No.123 SEP de Cerritos S.L.P., de las generaciones de Técnicos Agropecuarios que contribuyeron y al mantenimiento y recolección de datos en campo y laboratorio.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, H. A. 1994. Adaptación de 6 genotipos de Zacate Buffel resistentes a la salinidad. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Tamaulipas Cd. Victoria Tamps. México
- Ayerza, R. 1981. El Buffel Grass. Utilidad y manejo de una promisoriosa gramínea. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Barrón, C. F. 1983. Variación de caracteres morfológicos y fisiológicos en diferentes colecciones de *Cenchrus ciliaris* L. y la selección de posibles líneas promisorias para la producción de forraje. Tesis Ing. Agr. Zoot. Fac. Agronomía U.A.N.L., Marín, N.L. México.
- Beltrán, L. S. y C. Loredo O. 2002. Reconversión de Áreas Agrícolas Marginales a Praderas de Zacate Buffel en San Luis Potosí. Campo Experimental Palma de la Cruz, Soledad de G. Sánchez S.L.P. México.
- Conde L. E. 1992. Producción de seis variedades de Zacate Buffel. Tesis Facultad de Agronomía. Univ. Aut. de Tamaulipas. Cd. Victoria Tamaulipas, México.
- Cox. J. R. 1991. El Zacate Buffel: Historia y Establecimiento en la agricultura del futuro. VII Congreso Nacional de manejo de pastizales: Simposium Internacional de Zacate Buffel. Cd. Victoria Tamps. México.
- García E. 1993. Modificación al Sistema Climático de Koppen para la Republica Mexicana. UNAM México
- Hatch, S. L. y M. A. Hussey. 1991. Origen, Taxonomía y oportunidades de mejora del Zacate Buffel y especies Afines. VII Congreso Nacional de manejo de pastizales: Simposium Internacional de Zacate Buffel. Cd. Victoria Tamps. México.
- Hanselka, W. y D. Jonson 1991. Establecimiento y Manejo de Zacate Buffel Común en el Sur de Texas y en México. VII Congreso Nacional de manejo de pastizales: Simposium Internacional de Zacate Buffel. Cd. Victoria Tamps. México.
- Huss, L. D. y E. L. V. Aguirre 1974. Fundamentos del Manejo de Pastizales. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas Depto. de Zootecnia. ITESM. Monterrey N. L. México.
- Ibarra, F. F. A. 2004. Rehabilitación de Praderas de Zacate Buffel. Tec. Pec. México 42 (1): 146
- Ramírez, R. G., M. A. Enriquez y G. F. Lozano 2001. Valor nutricional y Degradabilidad Ruminal del Zacate Buffel y nueve zacates nativos del noreste de México. Ciencia U.A.N.L. Volumen 14 No. 3
- Reyes, C. P. 1990. Diseño de Experimentos Aplicados. Trillas. 343 p. México.
- Robles, S. R. 1976. Producción de Granos y Forrajes. Limusa México . 407 p .
- Rzedowski, J. 1961. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Depto. de Biología, U.N.A.M. México
- Stoddart, L. A., A. D. Smith and T. W. Box. 1975. Range Management Mc Graw Hill. U.S.A. pp. 228 – 250.
- Villareal-Q., J. A., 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Villaseñor Ríos, J. L. y F. J. Espinosa García, 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- Villegas, D. G. 1992. Cambio en el uso del suelo. COTECOCA – SOMMAP. Revista de Manejo de Pastizales. Vol.5 No.2 México.

CARACTERIZACIÓN FORRAJERA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DEL SUR DE YUCATÁN CON BASE EN LA APTITUD DE SUELO

Gonzalo de J. Zapata Buenfil^{1*} Francisco Bautista²

¹ Investigador del Campo Experimental Chetumal, INIFAP, E-mail: zapata.gonzalo@inifap.gob.mx

² Investigador del Departamento de Ecología, FMVZ, UADY, E. Mail: leptosol@hotmail.com

RESUMEN

En zonas de alta heterogeneidad espacial del suelo, como en el estado de Yucatán, es indispensable tomar en cuenta la diversidad edáfica, ya que los suelos determinan la distribución de las plantas y el crecimiento vegetal. Se caracterizó y evaluó la producción forrajera de especies arbóreas y arbustivas en tres unidades edáficas dominantes, al interior de un sistema silvopastoril de vegetación secundaria, durante la época seca. Los suelos son: Cambisol Epi-leptico (24%), Cambisol Endo-esquelético (21.3%) y Luvisol Ródico (28.4%). En cada suelo se trazaron tres cuadrantes de 100 m²; se realizó un inventario de la vegetación con DAP>1.0 cm. Las plantas con DAP<5.0 cm se cortaron a una altura de 1 m, para medir la producción de forraje. El diseño experimental fue en bloques estratificados por tipo de suelo. Se encontraron nueve especies forrajeras, *Bauhinia divaricata* fue la más abundante con 1,148 individuos, su mayor presencia (577) está en el Luvisol Ródico; mientras *Piscidia piscipula* con 495 individuos, se encuentra distribuida uniformemente en los tres suelos, es la especie con mayor cobertura basal (1.8 m²) de las plantas forrajeras. Después de tres cortes, *Bauhinia divaricata* ($P<0.05$) produjo más forraje (21.7 kg MS en 0.737 ha). *Leucaena leucocephala* y *Piscidia piscipula* lograron su mejor producción de forraje en el Cambisol Epi-leptico, mientras *Bauhinia divaricata* la obtuvo en el Cambisol Endo-esquelético y Luvisol Ródico. En el Cambisol Epi-leptico ($P<0.05$) se produjo más forraje (16.4 kg de MS), a pesar que estos en suelos hubo menos cantidad de plantas. La producción por planta más elevada fue en el Cambisol Epi-leptico, *Leucaena leucocephala* produce la mayor cantidad y calidad por planta; mientras *Piscidia piscipula* y *Bauhinia divaricata* produjeron lo mismo en los tres suelos.

PALABRAS CLAVE: Arbórea, Arbustos, Forraje, Producción, Suelos

INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales de México, cubren 55.7 millones de hectáreas, que equivalen al 28.3% de la superficie total del país; el 37% de esta superficie, es dedicada a la ganadería que contribuye con el 40 y 17% de la producción nacional de carne y leche de bovino respectivamente (Román, 1981). En el trópico, la alimentación del ganado está basada en el pastoreo, principalmente en agostaderos o en praderas de pastos introducidos, de Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), Guinea (*Panicum maximum*), Brizantha (*Brachiaria brizantha*) (Bores y Castellanos, 2003). Según Ibarra *et al.* (2004), los ganaderos opinan que los principales problemas del deterioro de sus praderas, es la disminución de la capacidad productiva de forraje debido a la reducción en la densidad y cobertura de las plantas.

En Yucatán, aproximadamente el 53% de su superficie forestal está en su mayoría cubierta con vegetación secundaria (1.5 millones de ha), con diferentes grados de desarrollo en donde albergan un alto potencial de especies útiles (SARH, 1994), estas especies, que conforman en gran parte la diversidad biológica de la flora Yucatanense son la expresión del uso y manejo

intensivo que las selvas han tenido en el pasado por la cultura maya (Gómez-Pompa, 1987). Desafortunadamente, la ganadería extensiva ha sido la responsable de gran parte de la deforestación al convertir las selvas en praderas de pastos introducidos; con la utilización de las pasturas durante periodos prolongados se favorecen cambios importantes en la estructura física del suelo como: la compactación que aumenta la escorrentía superficial y el arrastre de partículas del suelo, reduce el espacio poroso afectando el desarrollo radicular y la extracción de nutrimentos (Alegre y Lara, 1991). El tratar de revertir o frenar estos efectos en los pastizales, se invierte gran cantidad de esfuerzo y recursos económicos como: fertilización y riego. Aunque Teitzel *et al.* (1991) enfatizan que, la fertilización es un método efectivo para incrementar la producción; sin embargo, implica un costo y no resuelve el problema de la estacionalidad climática. Mientras que, el riego si aumenta la producción y reduce el problema de la estacionalidad, pero esta tecnología no está disponible para la mayoría de los usuarios, porque se requiere una inversión en infraestructura de riego (González *et al.*, 2004). Conforme avanza la degradación del suelo, la inversión en el mantenimiento del pastizal es mayor por el control de arvenses, fertilización, etc. La degradación de los pastizales sólo se resuelve temporalmente con su abandono y con la apertura de nuevas tierras para pastos (Ciau *et al.*, 2003).

En Yucatán, a nivel parcela, es posible encontrar la presencia de varios tipos de suelo en superficies menores a 1 ha (Díaz *et al.*, 2005). Esta heterogeneidad de suelos, debe ser tomada en cuenta ya que los suelos determinan la distribución de las plantas y el crecimiento vegetal. Entre las diversas opciones para reducir el deterioro ambiental, producido por el auge expansionista de la ganadería extensiva en el trópico mexicano, está la implementación de prácticas de tipo agroforestal, que inclusive pudieran mejorar el comportamiento animal sin tener que depender de insumos externos (Nair, 1997). Por esta razón, se requiere poner más atención en diseñar sistemas silvopastoriles (SSP) basados en la sucesión vegetal, que resultan ser más económicos de establecer y pueden coexistir con la ganadería de baja inversión (Rosales y Murgueitio, 1999).

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue: caracterizar y evaluar la producción de forraje del estrato arbóreo y arbustivo de tres suelos durante la época seca, en un sistema silvopastoril de vegetación secundaria.

REVISIÓN DE LITERATURA

Szott *et al.* (2000) mencionan que el problema de la degradación de pasturas en América Central está por encima del 35%, y la capacidad de carga animal llega a ser menor al 40% con respecto a pasturas que reciben un manejo adecuado, que se refleja en una baja producción animal, por la deficiente alimentación del ganado a causa del consumo de forraje de mala calidad y poco adaptados a las condiciones edáficas, climáticas y bióticas de la región. La degradación generalmente está definida por la reducción temporal o permanente de la capacidad productiva del agrosistema (Stocking y Murnnaghan, 2001). Está ligada a prácticas de manejo no apropiadas como: la utilización de un mínimo de potreros, mala distribución del pastoreo (Ramírez *et al.*, 2003), el sobrepastoreo durante la época de lluvias, el haber establecido pasturas en suelos frágiles con especies no apropiadas, aunado al abuso de quemas, se provoca un importante agotamiento del suelo (Spain y Gualdrón, 1991).

La producción pecuaria basada en pasturas tropicales está limitada por la distribución de la producción forrajera y el valor nutritivo a través del año; sobre todo de las gramíneas que son afectadas drásticamente en la estación seca, (Buxton, Casler, 1993). Por otro lado, la

vegetación nativa, que es altamente heterogénea y dinámica a través del tiempo y el espacio; representa una opción para el pastoreo durante la época seca, debido a la capacidad de las plantas de ofrecer follaje y la que tienen los animales de seleccionar su dieta (Kothmann y Hinnant, 1987), además está visto que en la vegetación ocurren cambios a través del tiempo, que influyen en la selección de especies (Mohammad, 1992). Existe una gran cantidad de información sobre el uso de SSP, que combinan y asocian árboles y arbustos junto con los pastos y otras plantas herbáceas para el consumo del ganado herbívoro (Ku *et al.*, 1999), pero se ignora la capacidad de producción forrajera de la vegetación secundaria. Este desconocimiento existe en la literatura regional, pues no se ha cuantificado la producción de forraje de especies que crecen en la vegetación secundaria.

La FAO (1992), hacen énfasis, en que, el follaje de especies leñosas, representan una alternativa para la alimentación animal, pues diferentes árboles y arbustos tienen potencial forrajero, debido al contenido de proteína alto con respecto a las gramíneas. Específicamente durante la época seca los rumiantes domésticos, seleccionan una mayor proporción de forraje proveniente de plantas arbustivas arbóreas y pueden obtener dietas con porcentajes de digestibilidad superiores al 50 % (Pfister y Malechek, 1986; Ortega *et al.*, 2000). También se ha visto que el contenido de nutrimentos de la biomasa comestible de especies arbóreas y arbustivas perennes en especial de las leguminosas, es rica en proteína cruda (PC), vitaminas y la mayoría de minerales, excepto el sodio (Escobar *et al.*, 1996). Aunque estos contenidos pueden variar con la época del año, la magnitud de los cambios estacionales son menores a los detectados en gramíneas, (Torres, 1987); como por ejemplo: *Brosimum alicastrum*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina spp.* y *Guazuma ulmifolia*, que generalmente son utilizados durante la época seca como suplemento para los animales, en los sistemas de producción extensivos y semi-intensivos (Ibrahim *et al.*, 1998). Lo que si queda claro es que establecer estos sistemas con este tipo de plantas es muy costoso y poco implementado por ganaderos de recursos económicos limitados.

El mal manejo de las pasturas causa la degradación de las condiciones físicas de los suelos; ya que, la compactación, debido al pisoteo, ocasiona una disminución del espacio poroso afectando al crecimiento radical de las plantas (Alegre y Lara, 1991; Hoyos *et al.*, 1995).

En los paisajes geomorfológicos de la península de Yucatán predominan los suelos del grupo de los Leptosoles, que es donde existe la mayor cantidad de especies forrajeras (140 especies), esta situación representa una oportunidad para diseñar sistemas agroforestales teniendo en cuenta la variabilidad espacial (Flores y Bautista, 2005). El sistema de clasificación de suelos de la WRB (Base referencial mundial del recurso suelo; FAO-ISRIC-SICS) cuenta con 30 grupos de suelos, de los cuales en el estado de Yucatán podemos encontrar los siguientes grupos: Leptosol, Vertisol, Solonchak, Gleysol, Phaeozem, Calcisol, Luvisol, Lixisol, Cambisol, y Arenosol (Bautista *et al.*, 2005).

Cuadro 1. Características de los grupos de suelos predominantes al sur de Yucatán.

Clasificación WRB (1999)	Cambisol Epi-leptico a	Cambisol Endo-esquelético b	Luvisol Ródico c
Local INEGI (1970)	Cambisol	Cambisol	Luvisol crómico
Nomenclatura Maya	Kankab	Kankab	Kankab
Material parental	Caliza del eoceno	Caliza del eoceno	Caliza del eoceno
Textura	Migajón	Migajón	Migajón arcilloso
pH	7.6	7.6	7.0
Color *	Café 5YR2.5/2	Café-Rojizo 2.5YR2.5/3	Rojo 2.5YR2.5/4
Carbono orgánico (g/kg)	58.36	46.98	13.19

* Color del suelo con frecuencia es la primera propiedad recordada en la descripción, pero por si solo tiene poco significado. El tono y la intensidad de los colores del suelo permiten hacer inferencia en relación con algunas características edáficas y procesos pedogenéticos. Por lo tanto refleja el contenido de materia orgánica, principalmente por los ácidos húmicos y fúlvicos y compuestos de hierro y, en menor medida de manganeso, (óxidos, hidróxidos, sulfuros), al igual que la existencia de procesos de oxidación y reducción (Siebe *et al.*, 1994; Estrada, 1997).

a Epi – su horizonte orgánico tiene menos de 50 cm de profundidad.

Leptico- coraza calcárea endurecida (laja o chaltún).

b Endo- su horizonte orgánico tiene más de 50 cm de profundidad.

Esquelético – Por debajo de los horizontes orgánicos existen piedras sueltas.

c Ródico – Rojo más intenso que el Luvisol crómico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el rancho “Hobonil” el cual se encuentra bajo administración de la UADY, se ubica en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México, entre 20° 1’ 18” latitud norte y 89° 5’27” de longitud oeste. La vegetación del lugar, es de selva mediana subcaducifolia (Flores y Espejel, 1994). El estudio tuvo una duración de 24 semanas y iniciando en noviembre del 2005 y finalizando en mayo del 2006. El área de estudio fue de una hectárea representativa de la vegetación secundaria; en el cual los suelos predominantes son: el Cambisol Epi-leptico (CMlep color café) que representa el 24%, el Cambisol Endo-esquelético (CMskn color café-rojizo) que representa el 21.3% y el Luvisol ródico (LVro color rojo) representando el 28.4%, mientras el otro 26.3% de la superficie la forman los suelos Leptosol molico y Leptosol epiesquelético (Uicab, 2002).

Para la caracterización arbórea y arbustiva, se hizo un muestreo estratificado por unidad de suelo, en donde se trazaron tres cuadrantes de 10 X 10 m (CMlep, CMskn y LVro), En los cuadrantes se realizó un inventario de las plantas forrajeras que tuvieron un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 1.0 cm, la altura de las plantas, la cantidad de individuos, número de especies y cobertura basal de la vegetación arbórea y arbustiva.

La producción de forraje se cuantificó en los mismos cuadrantes donde se hizo el inventario florístico, previo corte de estandarización a un metro de altura sobre el nivel del suelo a todas las plantas existentes en cada cuadrante que tuvieron un DAP < 5.0 cm. Seis semanas después, del corte de estandarización, se seleccionaron las especies arbóreas y arbustivas forrajeras, que emitieron rebrotes, las cuales fueron: *L. leucocephala*, *P. piscipula* y *B. divaricata*; todos los individuos de estas especies fueron marcadas con la finalidad de llevar un registro individual de cada planta. Los muestreos de producción de forraje (materia seca MS), se hicieron cada 8 semanas, registrando número de rebrotes con tallos menores a 6 mm de diámetro, peso por planta y peso total del follaje en fresco y seco. El material vegetal se secó en una estufa a 60° C durante 72 h, se les determino proteína cruda (PC) y fibra neutro detergente (FND).

Con la finalidad de realizar un análisis global sobre el funcionamiento de las plantas en el SSP se aplicó un análisis multicriterio (AM), utilizando las variables medidas. El AM se realizó mediante la conversión de los parámetros medidos a valores relativos, tomando como 100% el valor más alto de cada variable y asignándole un valor ponderado a cada indicador, para

posteriormente exhibir las características de cada indicador por especie en gráficas radiales. La composición botánica del estrato arbóreo y arbustivo del SSP, se analizó a través de estadística descriptiva, determinando el número de individuos de las especies forrajeras en cada unidad de suelo; haciendo énfasis en las plantas de uso forrajero según Flores y Bautista (2005). Para la producción de MS y la calidad del follaje se utilizó un diseño en bloques al azar, considerando como criterio de bloque los tipos de suelo dominantes en el área de estudio; los criterios de respuesta fueron la producción de MS acumulada durante 8 semanas, los rebrotes y sus respectivos porcentajes de PC y FND. El análisis estadístico se realizó con el software STATGRAPHIC PLUS versión 4.1 1999, aplicando un análisis de covarianza (ANCOVA), univariado de efectos fijos a un nivel de confianza del 95%, siendo la covariable el número de plantas de cada unidad de suelos, la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las especies forrajeras del estrato arbóreo y arbustivo.

Se identificaron nueve especies de uso forrajero en el estrato arbóreo y arbustivo del SSP (Cuadro 2). El mayor número de individuos de éstas se encontró en el LVro; *B. divaricata* representa el 38.2% de los 3005 individuos de las especies de uso forrajero del SSP. Con base en el listado florístico de plantas forrajeras de la península de Yucatán publicado por Flores y Bautista (2005), se encontraron nueve especies forrajeras que representan el 17.3% de las plantas arbustivas y arbóreas. Esto concuerda con lo observado por Sosa *et al.* (2000), con bovinos fistulados del esófago, mismos que seleccionaron el 82% de las 59 especies encontradas en el acahual, siendo un total de 33 plantas arbustivas en diferente proporción a lo largo del año y que durante la época seca conformaron su dieta con un 60% de follaje de plantas arbustivas.

Cuadro 2. Cantidad de plantas de interés forrajero (en 7,370 m²), por unidad edáfica

Nombre científico	Forma de vida	Cambisol Epi-leptico (24%)	Cambisol Endo-esquelético (21.3%)	Luvisol Ródico (28.4%)	Total
<i>Piscidia piscipula</i>	Árbol	176	149	170	495
<i>Acacia gaudieri</i>	Árbol	24	0	71	95
<i>Bunchosia</i>	Arbusto	104	213	114	431
<i>Leucaena</i>	Árbol	64	28	28	120
<i>Acacia pennatula</i>	Árbol	128	114	57	299
<i>Bursera simaruba</i>	Árbol	40	138	28	206
<i>Bauhinia divaricata</i>	Arbusto	216	355	577	1148
<i>Bauhinia unguilata</i>	Arbusto	48	0	28	76
<i>Lonchocarpus</i>	Árbol	0	64	71	135
Total		800	1061	1144	3005

La mayor cantidad de individuos fueron de *B. divaricata* con una predominancia en el LVro; mientras que *P. piscipula* es la segunda planta con el mayor número de individuos, los cuales están distribuidos de manera uniforme en las tres unidades de suelo. Las nueve especies arbóreas y arbustivas ajustadas a la superficie total de las tres unidades de suelo cubren un área basal total de 4.79 m²; siendo *P. piscipula* la especie que mayor área basal ocupa con 1.8 m², seguido por *Acacia pennatula* con 1.09 m², mientras que la especie de menor cobertura basal es *Bauhinia unguilata*.

Producción y calidad del forraje de las especies arbóreas y arbustivas del SSP

B. divaricata es la especie con el mayor número de individuos en los tres tipos de suelo, sobretodo en el LVro en donde existe la mayor población, mientras que *L. leucocephala* tiene la menor cantidad de plantas en el SSP y no esta presente en el LVro con individuos con DAP<

5.0 cm (Cuadro 3). Lo anterior según Escamilla *et al.* (2005) se debe a que algunas plantas cuentan con la habilidad de poder absorber agua y nutrimentos desde el subsuelo, y en el caso de plantas de *L. leucocephala*, de DAP < 5.0 cm, su sistema radicular no es capaz de extraer agua del subsuelo durante el periodo de sequía; a pesar que el LVro es de textura arcillosa (May, 2002) y con una profundidad mayor a 150 cm. Lo anterior permite precisar, que las especies forrajeras mejor adaptadas a las condiciones edáficas deben ser utilizadas para enriquecer o reforestar el LVro son *P. piscipula* y *B. divaricata*.

En el rendimiento de MS acumulado se encontraron diferencias ($P < 0.05$), siendo *B. divaricata* la que obtuvo la mayor cantidad de forraje (21.7 Kg), mientras que *L. leucocephala* produjo la menor cantidad de forraje (5.3 Kg), la producción de MS en *P. piscipula* (12.9 Kg) obtuvo un valor intermedio sin diferencias entre el valor mayor y menor. El rendimiento de forraje de las tres especies, tuvieron tendencia a disminuir, debido seguramente a la escasez de humedad en el suelo, debido a la sequía; que coincide con lo que señalan Escamilla *et al.* (2005). La producción individual de MS acumulada de *B. divaricata*, (57.51 g de MS), es ligeramente inferior a lo obtenido por Tzec (2001) durante la temporada de nortes (66.4 g de MS), mientras que *P. piscipula* acumuló 121 g de MS, que es superior a los 95.4 g de MS que cuantificó Tzec (2001) durante la época de nortes. *L. leucocephala* acumuló la mayor cantidad de forraje durante la época de sequía (147.2 g de MS), la cual es superior al rendimiento promedio obtenido por Becerra *et al.* (1986) durante la estación seca (43.5 g de MS), e inferior a lo cuantificado por Sosa *et al.* (1996), quienes obtuvieron 255 g de MS, por planta de la variedad K 132.

Respecto a la heterogeneidad de los suelos destacó significativamente la capacidad de producir forraje del CMlep, que duplicó la cantidad de lo cosechado en el CMskn, el cual tuvo mayor producción que el LVro. *B. divaricata* aportó la mayor cantidad de forraje durante la época de seca en el SSP; sin embargo, al analizar su producción individual, esta se vio por debajo de las tres especies evaluadas, en los tres suelos, promediando 19.2 g de MS por planta, lo cual es inferior notablemente a los 66.4 g de MS cosechados por Tzec (2001) dentro de la vegetación secundaria en la temporada de nortes. *L. leucocephala*, aporta la menor cantidad de forraje al SSP, sin embargo obtuvo el mayor rendimiento por planta, destacando el acumulado en el CMlep (115.6 g de MS), que es superior a lo que obtuvo Tzec (2001) al evaluar la misma planta en época de nortes (88.28 g de MS); probablemente factores como el señalado por Estrada (1997) respecto al contenido de materia orgánica en los suelos permitió retener durante más tiempo la humedad y que el rendimiento destacara. El rendimiento individual de *P. piscipula* destacó, por ser similar estadísticamente para los tres suelos, promediando 40.3 g de MS, que es inferior a los 95.35 g MS obtenidos (Tzec, 2001), dentro de la vegetación secundaria en época de nortes.

En el rendimiento total de forraje de cada unidad de suelo se encontraron diferencias ($P < 0.05$), siendo el CMlep en donde se obtuvo la mayor producción de forraje, a pesar que en estos suelos fue donde se cuantificó la menor cantidad de plantas forrajeras; en esta misma unidad edáfica *L. leucocephala* y *P. piscipula* lograron ($P < 0.05$) la mayor cantidad de forraje durante la época de sequía, mientras que *B. divaricata* produjo la mayor cantidad de forraje, en el CMskn y LVro (Cuadro 3).

Respecto a la producción de MS por unidad de suelo, se observó en el CMlep se presenta el mayor valor. En este mismo sentido, la producción más alta de forraje por planta la logró *L. leucocephala*; mientras que *P. piscipula* y *B. divaricata* no obtuvieron diferencias por unidad de suelo. En el CMlep y en el CMskn, las tres especies evaluadas presentaron la mayor cantidad de rebrotes por planta (Cuadro 3).

Cuadro 3. . Distribución de plantas, rendimiento de MS y rebrotes por unidad edáfica.

Especies/suelo (superficie)	Cambisol Epi-léptico (24%)	Cambisol Endo-esquelético (21.3%)	Luvisol Ródico (28.4%)	Total/especie
Total de plantas forrajeras con DAP <0.5 cm, de cada unidad edáfica.				
<i>Leucaena leucocephala</i>	40	21	0	61
<i>Piscidia piscipula</i>	152	64	85	301
<i>Bauhinia divaricata</i>	216	355	577	1148
Total /U. edáfica	408	440	662	1510
Producción total de materia seca acumulada por especie (kg MS/7370 m ²)				
<i>Leucaena leucocephala</i>	4.63 a	0.67 b	0	5
<i>Piscidia piscipula</i>	7.75 a	2.52 b	2.61 b	13
<i>Bauhinia divaricata</i>	4.01 b	7.58 a	10.14 a	22
Total /U. edáfica	16.39 a	10.77 b	12.75 b	40
Producción total de materia seca acumulada por planta (g MS)				
<i>Leucaena leucocephala</i>	115.6 a	31.6 b	0.0	147
<i>Piscidia piscipula</i>	51.0 a	39.3 a	30.7 a	121
<i>Bauhinia divaricata</i>	18.6 a	21.4 a	17.6 a	58
Total /U. edáfica	185.14 a	92.29 b	48.29 b	326
Cantidad promedio de rebrotes por planta				
<i>Leucaena leucocephala</i>	8.4	5.5	0.0	14
<i>Piscidia piscipula</i>	7.1	5.7	1.6	14
<i>Bauhinia divaricata</i>	6.7	7.2	6.2	20
Promedio	7.4	6.1	2.6	
Total / U. edáfica	22 a	18 a	8 b	48

^{a,b} Literales diferentes en la misma fila indican significancia estadística ($P < 0.05$)

En cuanto a los nutrimentos del follaje de las tres especies evaluadas (Cuadro 4), *L. leucocephala* tuvo el mayor contenido de PC con 23.8%, respecto a las otras dos plantas evaluadas que obtuvieron 16.9% y 18.2%. El contenido de FND fue similar para las tres especies ($P > 0.05$) 49.2% en promedio; Sosa *et al.* (2004) cuantificaron el perfil de nutrimentos de varias especies arbóreas y arbustivas y encontraron hasta 30.4% de PC en *L. leucocephala*, 13.75% de PC en *B. divaricata* y 11.51% de PC en *P. piscipula*, que son ligeramente menores a los del SSP evaluado; en el caso de FND esta fue mayor con 67.82% para *L. leucocephala*, 56.85% para *P. piscipula* y 48.06 para *B. divaricata*; estas diferencias en el contenido de estos nutrimentos varió probablemente por la fecha y por la edad de la planta, lo cual no es señalado por los autores referidos; sin embargo contenidos nutrimentales mencionados están muy por encima de lo reportado en gramíneas por Betancourt *et al.* (1991), quienes cuantificaron los contenidos de PC en forrajes del género *Pennisetum*, observaron que estos tenían de 5 a 9%. Así también se observó que *L. leucocephala* logro la mayor producción de PC de las tres especies.

Cuadro 4. Contenido de nutrimentos del follaje de especies arbóreas y arbustivas.

Especies	Prod. MS	% PC	% FND	Producción de PC en kg
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.28	23.8 a	44.5 a	1.25
<i>Piscidia piscipula</i>	12.89	16.9 b	51.8 a	2.18
<i>Bauhinia divaricata</i>	21.74	18.1 b	51.4 a	3.93

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Comportamiento multicriterio del SSP

En la Figura 1, se expresa en forma de diagrama el conjunto de indicadores generados a partir de la caracterización de *L. leucocephala*, *P. piscipula* y *B. divaricata* durante la época de sequía en el SSP. *B. divaricata* es la que cuenta con mayor cantidad de individuos, por lo cual aporta más forraje de las tres especies evaluadas en esta época, pues su rendimiento individual es menor a las otras plantas evaluadas; *P. piscipula* presenta un rendimiento forrajero total e individual intermedio, así como su capacidad para emitir rebrotes y, es la que tiene forraje de menor calidad de las tres. *L. leucocephala* obtuvo el rendimiento por planta más elevado de las tres especies, pero en cuanto al rendimiento forrajero, es la que menos forraje aporta al SSP de las tres evaluadas, ya que tiene menos individuos; la ventaja de esta especie, esta en su calidad forrajera, que seguramente es la condición por la cual está especie tiene la población mas baja dentro del SSP.

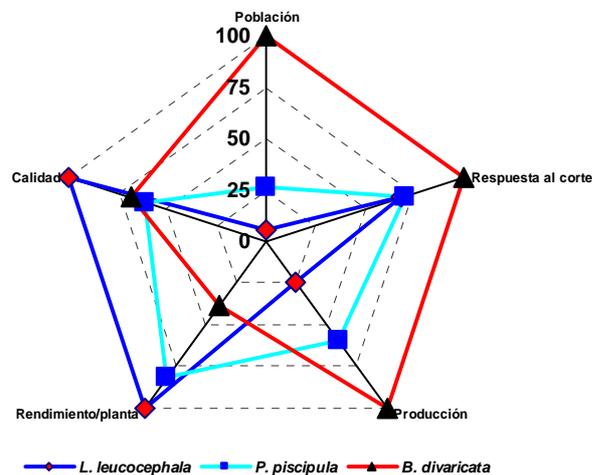


Figura 1. Indicadores multicriterio de las especies forrajeras evaluadas del SSP.

CONCLUSIONES

- Las especies forrajeras existentes en el SSP son nueve. *B. divaricata*, *P. piscipula* y *L. leucocephala*, representan más del 50% del total. *P. piscipula* es la especie forrajera con mayor área basal del SSP.
- La mayor cantidad de individuos se localizaron en el suelo Luvisol Ródico.
- Durante la estación de sequía en el Cambisol Epi-leptico se obtuvo la mayor producción de forraje a pesar que los otros suelos tienen mayor cantidad de individuos de especies forrajeras. Las especies de mayor producción de forraje fueron: *P. piscipula* y *L. leucocephala*.
- En el Cambisol Endo-esquelético la mayor producción de forraje la obtuvieron *B. divaricata* y *P. piscipula*, mientras que en el Luvisol Ródico fue *B. divaricata*.

- La producción forrajera en el SSP durante la época menos lluviosa es baja; ya que únicamente tres especies forrajeras presentaron rebrotes, sobresaliendo la producción de materia seca de la *B. divaricata*, debido al número de individuos existentes. La especie que manifestó la mayor producción por individuo fue *L. leucocephala*, además de ser la planta que produjo la mayor calidad de forraje.
- Los suelos presentes en la parcela tienen una composición vegetal diferente y una producción de forraje también diferente.

LITERATURA CITADA

- Alegre, J. y Lara, P. (1991). Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de los suelos en la región tropical húmeda de Perú. *Pasturas tropicales CIAT*. 13 (1): 18-23.
- Bautista, F., Palma, L.D., Huchin, M.W. (2005). Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, p 105-122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.
- Becerra, B.J., Zapata, B.G., Castellanos, R.A. (1986). Productividad de la *Leucaena leucocephala* en la cuenca del río Hondo, Quintana Roo: efecto de la altura y frecuencia de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 50: 151-159 pp.
- Betancourt, J., Eguiarte, V.J., Becerra, B.J. (1991). Efecto de la altura de corte en la producción de forraje de cinco zacates perennes. *Técnica Pecuaria en México*. 29 (2): 79-85 pp.
- Bores, Q.R., Castellanos, R.A. (2003). Importancia de los minerales en la alimentación de rumiantes en Yucatán. *Publicación técnica, INIFAP-SAGARPA*.
- Buxton, D.R., Casler, M.D. (1993). Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. In: Jung, H.G., Buxton, D.R., Hatfield, R.D. Ralph, J. editors. *Cell wall structure and digestibility*. ASA, CSSA, and SSSA. Madison, WI. 685-714.
- Ciau, M., Bautista, Z.F., Parra, T.V., Brown, G. (2003). Diversidad de macroinvertebrados del suelo en sistemas de producción de forraje p 87-115. En: Brown, G.G., Fragoso, C., Oliveira, L.J. *O uso da macrofauna edáfica na agricultura do século XXI: a importância dos engenheiros do solo*. Diciembre del 2003. EMBRAPA. Londrina, PR. 236 p.
- Díaz, G.S., Bautista, Z.F., Delgado, C., Castillo, M. (2005). Mapas parcelarios del suelo en zonas de karst reciente p 145-158. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.
- Escamilla, B.A., Quintal, T.F., Medina, L.F., Guzman, A. Pérez, E. y Calvo, I.L. (2005). Relaciones suelo-planta en ecosistemas naturales de la península de Yucatán: comunidades dominadas por palmas, p 159. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.
- Escobar, A., Romero, E., Ojeda, A. (1996). El mata ratón (*Gliricidia sepium*), un árbol multipropósito. Caracas, Venezuela. Fundación Polar-Universidad Central de Venezuela.
- Estrada, H. (1997). Efecto de las leguminosas en la calidad del suelo de la milpa de la zona Henequenera de la Península de Yucatán. Tesis de Licenciatura en Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM.

- FAO. (1992). Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Proceedings of the FAO expert consultation. Held at Malaysian Agriculture, Research and Development Institute. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Flores G., J.S., Espejel, C.I. (1994). Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora yucatanense, Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida Yucatán, México. pp 73-126.
- Flores, S., Bautista, F. (2005). Inventario de plantas forrajeras utilizadas por los Mayas en los paisajes geomorfológicos de la península de Yucatán, p 209-219. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.
- Gómez-Pompa, A. (1987). On Maya Silviculture. Estudios Mexicanos University of California, Riverside. Vol. 3(1):1-17.
- González, V.E., Husey, M., Ortega, S.A. (2004). Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos sobre el establecimiento de asociaciones de desmantus y el pasto Klein. Técnica Pecuaria en México 42 (1): 17-28.
- Hoyos, P., García, O., Torres, M.I. (1995). Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 4 de la serie de capacitación en tecnología de producción de pastos. CIAT. P. 120.
- Ibarra, F.F., Martín, R.M., Ramírez, M. (2004). El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate buffel en condición regular en la región central de Sonora, México. Técnica Pecuaria en México; 42 (1): 1-16.
- Ibrahim, M.A., Manetje, L't. (1998). Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. Tropic Grass; 32: 96-104.
- Ku, V.J., Ramírez, A.L., Jiménez, J.F., Alayón, J., Ramírez, C.L. (1999). Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. In: Sánchez, M. D. y M. Rosales Méndez (eds.) Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO. Roma. pp 231-250.
- May, A.C. (2002). Colección de monolitos de suelo de la península de Yucatán. Tesis para obtener el título de licenciado en biología FMVZ-UADY. Yucatán México.
- Nair, R. (1997). Agroforestería. Universidad Autónoma de Chapingo. Edo, México, México. 543 p.
- Ortega, R.L., Castillo, H.J., Rivas, P.F., Moguel, O.Y. (2000). Aprovechamiento de la vegetación de la selva baja caducifolia para la producción de bovinos en Yucatán. En Monroy, R. Colín, H., Boyas, J. editores. Los sistemas agroforestales de Latinoamérica y la selva baja caducifolia en México. IICA- INIFAP – UAEM Cuernavaca, Morelos. 39–48.
- Pfister, J.A., Malechek, J.C. (1986). The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. Journal Animal Sci. (63): 1078 – 1086.
- Ramírez, R.O., Pérez, P.J., Hernández, G.A., Herrera, H.J., Martínez, H.P. (2003). Evaluación del rendimiento y la utilización de la asociación estrella-clitoria cosechada a diferente asignación de forraje. Técnica Pecuaria en México. 41 (2): 219-230.
- Román, P.H. (1991). Sistemas de producción bovina de doble propósito en el trópico mexicano. Experiencias del INIFAP. Memorias del seminario internacional sobre lechería tropical. Villahermosa, Tabasco (3). p 118, 119
- Rosales, M.M., Murgueitio, R.E. (1999). Sistemas silvopastoriles en Colombia. Memorias de los Simposios de la XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Yucatán 1999. Mérida, Yucatán, México. Pp 16-34.

- SARH. (1994). Inventario nacional forestal periódico. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre.
- Siebe, C., Jahn, R., Stahr, K. (1994). Manual de descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. México. 57p.
- Sosa, R.E., Zapata, B.G. (1996). Productividad de variedades de *Leucaena* bajo diferentes frecuencias de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 34 (2): 121-126.
- Sosa, R.E., Sansores, L.L., Zapata, B.G., Ortega, R.L. (2000). Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México*. 38 (2): 105-117.
- Sosa, R.E., Pérez, R.D., Ortega, R.L., Zapata, B.G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*. 42(2): 129-144.
- Spain, J.M., Gualdrón, R. (1991). Degradación y rehabilitación de pasturas. En VI Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). CIAT. P. 283.
- Stocking, M., Murnaghan, N. (2001). Handbook for the field assessment of land degradation. Earthscan Publications Ltd. Londres.
- Teitzel, J.K., Gilbert, M.A., Cowan, R.T. (1991). Sustaining productive pastures in the tropics. Nitrogen fertilized grass pastures. *Tropical Grasslands*. 25: 111-118.
- Torres, F. (1987). Role of woody perennials in animal agroforestry. En Zulberti, E. (ed.). *Profesional education in agroforestry*. Nairobi, Kenya. ICRAF. Pp. 266-316.
- Tzec, S.F. (2001). Establecimiento de un sistema silvopastoril en el sur del estado de Yucatán. Tesis para obtener el título de licenciado en biología FMVZ-UADY. Yucatán México.
- Uicab, B.M. (2002). Mapas parcelarios de suelos para la administración agropecuaria de terrenos del sur de Yucatán. Tesis para obtener el título de licenciado en biología FMVZ-UADY. Yucatán México

***Lathyrus sativus* L. UNA NUEVA OPCIÓN PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LAS ZONAS SEMIÁRIDA Y ÁRIDAS DEL ALTIPLANO MEXICANO**

Miguel Ángel Flores Ortíz

Campo Experimental Zacatecas-INIFAP Km 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zacatecas
CP. 98500 Tel. (478) 985-0198 y 985-0199 E-mail flores.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas del Altiplano Mexicano (Zacatecas y San Luis Potosí) la ganadería es uno de los pilares de la economía rural. Los sistemas de producción predominantes (bovinos, caprinos y ovinos) son del tipo extensivo que basan la alimentación del ganado en el forraje que produce la vegetación del pastizal. Sin embargo, el patrón de precipitación de la región, 80% ocurre en verano y parte de otoño, induce a que la vegetación del pastizal permanezca en dormancia e improductiva durante el invierno y primavera. Aunado a lo anterior, la sobreutilización a la que se someten los pastizales tiene como resultado que se consuma la mayor parte del forraje durante la época de crecimiento y se llegue al periodo de invierno-primavera con muy bajas reservas de forraje en pie, ocasionando que año con año se tenga un periodo de escasez de alimento en el pastizal. Para solventar esta falta de forraje los productores recurren al uso de forrajes cultivados, los cuales juegan un papel preponderante en la sostenibilidad de los sistemas de producción.

En esta región, la producción de forrajes cultivados es principalmente bajo condiciones de temporal, y se centra solo en avena y algo de maíz. Este reducido patrón de cultivos forrajeros se debe a la falta de información de especies que se adapten a la región, sean eficientes en el uso del agua, tolerantes a sequía y tengan buen valor nutricional.

El *Lathyrus sativus* L. es una leguminosa cuyo principal centro de origen es la región seca este del Mediterráneo y el oeste de la región Irán-Turquía, con pequeños centros de diversidad en las regiones templadas de Sur y Norte América (Kenicer *et al.*, 2001; Amussen y Liston, 1998). Se han reconocido aproximadamente 187 especies y subespecies del género *Lathyrus*, pero solo el *Lathyrus sativus* L. es cultivado en forma extensiva (McCutchan, 2003; Muehlbauer y Tullu, 1997).

El *Lathyrus sativus* L. tiene un amplio rango de adaptación, prospera en cualquier textura de suelo, desde arcillosa hasta arenosa, con pH entre 6 - 7.5, pero es sensitiva a los suelos ácidos. Supera a la mayoría de las leguminosas en la capacidad de producir en suelos de baja fertilidad y tolerar inundaciones (Handbury *et al.*, 2005; Yang y Zhang, 2005; FAO, 2003; Muehlbauer y Tullu 1997; López, 1994.) Una de las principales características de esta especie es su gran tolerancia a la sequía, se reporta que probablemente sea la más tolerante de las leguminosas cultivadas (Yang y Zhang, 2005). El *Lathyrus sativus* L. no presenta problemas serios de plagas y enfermedades, aunque su tolerancia al frío es moderada (Handbury *et al.*, 2005). La combinación de estas características, especialmente su resistencia a sequía, ha motivado a su introducción y evaluación en muchas partes del mundo donde las condiciones climáticas son adversas para otros cultivos (Campbell, 1997).

El *Lathyrus sativus* L. es una especie de uso múltiple, es usada para consumo humano (no es muy recomendado porque el grano posee agentes neurotóxicos), como forraje y abono verde. En regiones áridas y semiáridas de Asia Central y África, en épocas de sequías severas, es el único cultivo que produce forraje permitiendo la sobrevivencia de los animales domésticos. Como forraje se ha utilizado ampliamente y su interés ha ido en aumento porque con baja precipitación produce forraje de buena calidad, por ejemplo, en Turquía, con 223 mm de precipitación se reportan rendimientos de 3,267 kg ha⁻¹ de materia seca

(Karadağ *et al.*, 2004) y en Colorado. E.U.A. Rao *et al.*, (2005) asientan que con 272 mm de precipitación en la estación de crecimiento produjo 7,763 kg ha⁻¹; Das *et al.* (2001) consignan que en la India, bajo condiciones de temporal y con la aplicación de 40 kg ha⁻¹ de nitrógeno, la producción de forraje verde ascendió a 31 ton ha⁻¹. La tasa de crecimiento llega ser igual o superior que la de la alfalfa (Thiessen *et al.*, 2001).

Respecto a la calidad, Poland *et al.* (2003) reportan que la calidad de forraje de *Lathyrus sativus* L. es muy similar a la alfalfa en todos los parámetros con los que se caracteriza un forraje, por ejemplo, el contenido de proteína cruda fluctúa de 23% en etapa vegetativa a 18% a mediados de la floración (FAO, 2007).

El forraje de *Lathyrus sativus* L se ha utilizado en alimentación de rumiantes con buenos resultados. Poland *et al.* (2003), reporta ganancias de peso de 0.82 y 0.98 libras día⁻¹ en borregas alimentadas con heno de *Lathyrus sativus* L. y alfalfa a libre acceso, respectivamente. El grano de *Lathyrus sativus* L. también se ha usado en alimentación animal, a pesar de que contiene niveles elevados del aminoácido ácido β-N-oxalil-L-α-β diaminopropiónico (Campbell, 1997) que produce desordenes neurológicos en humanos, sin embargo, se han identificado bacterias ruminales que son capaces de degradar este aminoácido y que hacen posible su uso en rumiantes (Hong y Broker, 2000).

El objetivo del presente estudio fue determinar si el *Lathyrus sativus* L. se adapta a las condiciones ecológicas del altiplano zacatecano y su potencial de rendimiento de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento. El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental Zacatecas del INIFAP, ubicado en el Km 24.5 de la Carretera Zacatecas-Fresnillo en el municipio de Calera, Zacatecas en las coordenadas geográficas de 102° 39' Longitud Oeste y 23° 36' Latitud Norte a una altitud de 2192 msnm.

Tratamientos. Se evaluaron 15 entradas (líneas) de *Lathyrus sativus* L. enviadas por el Centro Internacional para Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA), las cuales se enlistan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Líneas de *Lathyrus sativus* L. evaluadas en el Campo Experimental Zacatecas-INIFAP ciclo P-V 2006

Entrada	Identificación	Entrada	Identificación
1	Sel 736	9	Sel 1325
2	Sel 1303	10	Sel 1326
3	Sel 1304	11	Sel 1327
4	Sel 1307	12	Sel 1328
5	Sel 1319	13	Sel 1329
6	Sel 1321	14	Sel 1330
7	Sel 1322	15	Sel 1332
8	Sel 1323		

Manejo Agronómico. La siembra se realizó en seco el 8 de Julio de 2006; se efectuó manualmente depositando la semilla a 5 cm de profundidad y a una separación de 8 cm entre semillas y 40 cm entre surcos. No se aplicó fertilizante, el control de maleza se llevó a cabo en forma manual y no se aplicaron insecticidas por que no hubo ataques de plagas. La

cosecha se llevó a cabo el 4 de octubre del 2006, 86 días después de la siembra, cuando el cultivo estaba entre floración y formación de las primeras vainas.

El experimento se condujo bajo condiciones de temporal. La cantidad de lluvia recibida del día de la siembra la fecha de cosecha fue de 299 mm. La distribución de la precipitación, las temperaturas y radiación ocurridas durante el periodo experimental se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Condiciones de precipitación y temperatura ocurridas en el sitio experimental durante la estación de crecimiento del 2007.

Mes	Precipitación (mm)	Temperaturas promedio (°C)			Radiación W/m ²
		Máxima	Mínima	Media	
Julio	84.2	25.3	12.6	18.5	445,580
Agosto	108.8	23.4	12.3	17.2	549,096
Septiembre	100.0	22.9	11.9	16.7	502,863
Octubre	6.0	22.5	9.2	15.4	451,447
TOTAL	299				

Fuente: Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas-INIFAP Disponible en línea <http://www.inifapzac.sagarpa.gob.mx>

Variables medidas. Las variables que se midieron para caracterizar los genotipos y compararlos entre si fueron:

1. **Días a emergencia.** Se contaron a partir del día que recibieron el primer evento de lluvia suficiente para promover la germinación y emergencia.
2. **Altura de planta.** Se midió la altura de la superficie del suelo a la punta de la planta, la medición se realizó al momento de hacer la cosecha de forraje
3. **Hábito de crecimiento.** La planta se clasificó en forma visual en las categorías de erecta, semiprostrada y prostrada de acuerdo a su posición con respecto al plano del suelo
4. **Rendimiento de materia seca.** De la parcela experimental se cosecharon 0.8 m de los dos surcos centrales, eliminando 0.5 m de cada orilla, el resto de la parcela se dejó para cosechar grano. El forraje verde se peso inmediatamente de cosechado y se tomó una muestra de 0.4 kg que se secó en estufa a 55°C hasta peso constante y se determinó el porcentaje de materia seca, el cual se utilizó para estimar rendimiento de materia seca por hectárea.
5. **Componentes de rendimiento.** A las cinco mejores entradas se les determinó la proporción de materia seca aportada por las hojas, tallos y vainas. Para ello, se tomó una muestra de 100 g la cual se separó en los componentes de rendimiento indicados y se secó hasta peso constante.
6. **Calidad de forraje:** A las cinco mejores entradas se les determinó la calidad del forraje; los parámetros evaluados fueron el contenido de proteína cruda (método de Kjeldahl), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (método de Van Soest). Con los valores de FDA y FDN se calculó la digestibilidad de la materia seca $[DMS=88.9 - (0.779 * \%FDA)]$ y el consumo potencial de materia seca (CPMS = $120/\% FDN$), con estos valores se estimó el Valor Alimenticio Relativo del forraje (VAR= $CMS * DMS / 1.29$) de acuerdo con las formulas indicadas por Moore y Undersander (2002)

Análisis estadístico. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de cuatro surcos de 4 m de longitud con 0.4 m de separación entre ellos. La mitad de la parcela se cosecho como forraje y la otra como grano, de la parcela experimental se eliminó 0.5 m de cada cabecera y del centro para dividir los tratamientos. Los datos se sometieron a análisis de varianza y cuando se detectó diferencia significativa entre tratamientos se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa para separar las medias (Khuel, 1994). El análisis de los datos se efectuó con el programa computacional para análisis estadístico SAS (Littell *et al.*, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia de plántulas de todas las líneas evaluadas varió en un rango de 9 a 13 días y no se observaron problemas para la emergencia. Todas las líneas son de porte alto, la altura máxima la registró la SEL 1326 con 1.02 m y la de menor porte fue la SEL 1304 con 0.73 m (Cuadro 3); todas de ellas mostraron un hábito de crecimiento semipostrado.

El rendimiento de forraje seco fluctuó de 6.9 a 12.8 ton ha⁻¹ (Cuadro 3) y la diferencia entre líneas fue altamente significativa (P<0.01). La línea más productiva fue la SEL 1303 seguida por las SEL 1328 y SEL 1326 con 11.3 ton ha⁻¹; la de menor rendimiento fue la SEL 1304 con 6.9 ton ha⁻¹, que representa solo el 53.9% del forraje producido por la SEL 1303. Los rendimientos de materia seca por hectárea obtenidos en el presente experimentos superan a los reportados por Miyán y Bellotti (1998) en Australia de 3.9 ton ha⁻¹, Rao *et al.* (2005) en Colorado, E.U.A de 7.8 ton ha⁻¹ y Karadağ *et al.* (2004) de 3.7 ton ha⁻¹ en Turquía. Los altos rendimientos obtenidos se pueden deber a que la precipitación durante la estación de crecimiento tuvo muy buena distribución, la cantidad recibida decenalmente fluctuó de 16 a 68 mm, por lo que no se presentaron déficit de humedad.

Cuadro 3. Rendimiento de forraje, altura y días a emergencia de líneas de *Lathyrus sativus* L. evaluadas en el ciclo primavera-verano 2007

Entrada	Forraje Seco Ton ha ⁻¹	Altura (m)	Días a Emergencia
SEL 1303	12.8	1.01	10
SEL 1328	11.3	0.94	10
SEL 1326	11.3	1.02	11
SEL 736	10.3	0.89	11
SEL 1330	10.3	0.87	10
SEL 1329	10.0	0.85	11
SEL 1332	9.4	0.90	10
SEL 1327	9.1	0.90	13
SEL 1322	9.0	0.91	11
SEL 1319	8.9	0.86	9
SEL 1323	8.6	0.94	11
SEL 1325	8.5	0.90	10
SEL 1321	8.4	0.90	12
SEL 1307	8.4	0.84	10
SEL 1304	6.9	0.73	11
DMS _{0.05}	3.3 ton	13.3	
Significación	**	**	

La distribución de la materia seca en los diferentes componentes de rendimiento, promediando las cinco mejores entradas, es como sigue: 32% corresponde a hojas, 41% a

tallos y 27% a vainas (Cuadro 4). No se detectó diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre las entradas para el porcentaje de hojas, tallos y vainas. De acuerdo con los datos, la mejor entrada es la SEL 1326, la cual tiene el mayor porcentaje de hojas; su alto porcentaje de tallos se debe a que a la fecha de cosecha su desarrollo fenológico era más retrasado que el resto de las líneas por lo que la materia seca de vainas era muy baja. Las otras entradas estaban en etapa de floración y formación de vainas por lo que la proporción de materia seca de vainas fue alta, como es el caso de la SEL 736. Para esta especie el alto porcentaje de tallos no constituyó un factor que reduzca severamente la calidad del forraje o el consumo del mismo por los animales porque los tallos de esta especie son delgados no lignificados (Campbell, 1997).

Cuadro 4 Proporción de materia seca aportada por hojas, tallos y vainas de *Lathyrus sativus* L. ciclo P.V. 2006

Entrada	Proporción de la materia seca (%)		
	Hojas	Tallo	Vainas
Sel 1326	37.3	53.4	9.3
Sel 1328	34.8	38.2	27.0
Sel 1303	33.4	43.3	23.3
Sel 1330	28.9	35.4	35.7
Sel 736	25.6	34.8	39.6
Media general	32.0	41.0	27.0
DMS _{0.05}	20.0	18.9	32.0
Significación	ns	ns	Ns

La calidad del forraje de las cinco mejores entradas se presenta en el Cuadro 5. La calidad de las entradas de *Lathyrus sativus* L. fue igual ($P>0.05$) en todos los parámetros de analizados. De acuerdo con el contenido de proteína cruda la calidad de *Lathyrus sativus* L. es comparable al de alfalfa de grado superior, por los valores de fibra detergente neutro como alfalfa de primera y por los de fibra ácido detergente entre alfalfa de primera y segunda. De acuerdo con el Valor Alimenticio Relativo del forraje (VAR), el forraje de *Lathyrus sativus* L. de las cinco mejores entradas es equivalente al forraje de alfalfa de primera (125 a 151) y es adecuado para la nutrición de cualquier tipo de ganado en cualquier etapa fisiológico, incluyendo el ganado lechero en producción o hembras amamantando de cualquier especie (Undersander *et al.*, 1994).

Comparando la calidad del forraje del *Lathyrus sativus* L. con el de avena cosechado en estado de espigamiento, la calidad de esta leguminosa es significativamente superior en contenido de proteína, valor alimenticio relativo del forraje (VAR) e inferior en el contenido de fibra detergente neutro. Este último parámetro (FDN) representa la porción insoluble de la célula del forraje y contiene la celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice y se ha demostrado que esta afecta negativamente el consumo de forraje por el animal, a medida que incrementa el contenido de FDN el consumo es menor (Schroedner, 2004). Las estimaciones de consumo potencial de materia seca derivadas de la FDN son superiores para el forraje de *Lathyrus sativus* L. variando de 2.94 a 3.17% del peso vivo del animal, el cual es muy superior al 2.10% estimado para el forraje de avena. El consumo de materia seca por el animal es muy importante ya que la productividad de los rumiantes depende del consumo de materia seca y su capacidad para utilizar la energía contenida en los forraje (Allen, 1996).

Durante el desarrollo del cultivo no se observaron problemas de plagas ni de enfermedades, lo que concuerda con lo reportado en la literatura científica de que esta especie es resistente a ellos. (Handbury *et al.*, 2005; Campbell, 1997).

Cuadro 5. Parámetros de calidad del forraje de *Lathyrus sativus* L. en la etapa de floración-formación de vaina.

Entrada	%				CPMS % peso vivo	VAR
	PC	FDN	FDA	DMS		
Sel 736	20.98	40.79	36.96	60.10	2.94	137.09
Sel 1303	21.32	37.75	36.14	60.74	3.17	149.70
Sel 1304	20.35	39.24	33.47	62.82	3.05	148.93
Sel 1307	20.52	39.00	35.31	61.39	3.07	146.43
Sel 1326	20.89	39.76	36.55	60.45	3.01	141.42
DMS_{0.05}	1.6	6.1	2.4	1.9	0.51	26.60
Pr > F	0.6700	0.8391	0.0657	0.0657	0.7794	0.7312
Avena*	16.55	57.01	37.30	59.83	2.10	97.66

PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido; DMS= digestibilidad de la materia seca; CPMS= consumo potencial de materia seca; VRA= Valor Relativo Alimenticio del Forraje

*Calidad de forraje de avena cosechado a inicio de espigamiento y sembrado adyacente al experimento de *Lathyrus sativus* L. en el mismo ciclo de cultivo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los datos obtenidos se concluye lo siguiente:

1. El *Lathyrus sativus* L. se adapta a las condiciones agroecológicas del altiplano Zacatecano porque no presentó problemas de desarrollo de las plantas ni de ataque de plagas y enfermedades y se determinó que tiene un potencial de rendimiento de materia seca igual o superior a la avena.
2. La calidad del forraje de esta especie supera en forma significativa al producido por la avena cosechada en un estado de espigamiento, y su Valor Alimenticio Relativo del Forraje es similar al de alfalfa de primera, mientras que el forraje de la avena fue igual al de una alfalfa de segunda.
3. Por sus características de rendimiento, calidad de forraje, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a sequía, adaptación a una amplia gama de suelos de baja fertilidad y bajos requerimientos de insumos, este especie tiene un gran potencial para integrarse a los sistemas de producción de forraje en temporal del Altiplano Mexicano.

Por ser la primera vez que se siembra en México, y en el año de evaluación las condiciones de precipitación fueron favorables, se recomienda que se evalúe en un mayor número de sitios y condiciones de precipitación, especialmente en condiciones de sequía para determinar su comportamiento productivo y obtener una recomendación con mayor soporte técnico del uso de esta especie.

LITERATURA CITADA

- Allen, M.S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. J. Anim. Sci 74: 3063-3075.
- Amussen, C.B. and A. Liston 1998. Chloroplast DNA characters, phylogeny, and classification of *Lathyrus* (Fabaceae). American Journal of Botany 85:387-401)

- Campbell, C.G. 1997. Grass pea. *Lathyrus sativus* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute
- Das, N.R., S. Mitramajumdar, and D. Panda 2001. Herbage production and economics return of rainfed winter "paira" grasspea (*Lathyrus sativus* L.) under residual effects of tillage and nitrogen applied to mesta (*Hibiscus sabdariffa*) in the rainy season. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*. 2:94
- FAO 2003. Ecocrop info *Lathyrus sativus* L. (7164). Disponible en línea [http://ecocrop.fao.org/gppis.exe.\\$EC_Show?host=7164](http://ecocrop.fao.org/gppis.exe.$EC_Show?host=7164) (accesado 16/02/2007)
- FAO 2007. *Lathyrus sativus*. In: Animal Feed Resources Information System. Disponible en línea: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/afris/data/251.HTM> (accesado 16/02/2007).
- Handbury, C., K. Siddique, M. Seymour, R. Jones, and B. MacLeod 2005. Growing Ceora grass pea (*Lathyrus sativus* L.) in western Australia. Farmnote No. 58. Department of Agriculture, Government of Western Australia.
- Hong, P., H. and J.D. Brooker 2000. Isolation of ODAP-degrading bacteria from the sheep rumen. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 1: 33
- Karadağ, Y., S. İptaş, and M. Yavuz 2004. Agronomic potential of Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) under reinfed conditions in semi-arid regions of Turkey. *Asian Journal of Plant Science* 3: 151-155.
- Kenincer, G. J., T. Kajita, R.T. Pennington, and J. Murata 2005. Systematic and biogeography of *Lathyrus* (Leguminosae) based on internal transcribed spacer and cpDNA sequence data. *American Journal of Botany* 92:1199-1209.
- Kuhel, R.O. 1994 Statistical principles for research design and analysis. Duxbury Press. U.S.A.
- López B., L. 1994. Grain legumes for animal feed. In: Hernando B., J.E. and J. León (Eds.) *Neglected Crops: 1492 From a different perspective*. Plant production and protection Series No. 26 FAO, Rome, Italy.
- Littell, R.C., R.J. Freund, and P.C. Spector 1991. SAS systems for linear models. Third Edition. SAS Institute INC. Cary, N.C., U.S.A.
- McCutchan, J.S. 2003. Review: A brief history of grasspea and its use in crop improvement. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 3:18-23.
- Miyan, M.S. and W.D. Bellotti 1998. Agronomy of *Lathyrus* species in Southern Australia. Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference. The Australian Society of Agronomy. Wagga, Wagga, Australia July 1998. The Australian Society of Agronomy
- Moore, J.E. and D.J. Undersander 2002. Relative Forage Quality: An alternative to Relative Feed Value and Quality Index. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium pp 16-32. January 10-11, 2002, Gainesville, Florida. U.S.A Disponible en línea: <http://www.animal.ufl.edu/dairy/2002ruminantconference/moore.pdf>.
- Muehlbauer, F.J. and A. Tullu 1997. *Lathyrus sativus* L.. NewCROP FactSHEET. Center for New Crops and Plant Products. Prudue University. Disponible en línea <http://www.hort.prudue.edu/newcrop/cropfactsheets/grasspea.html> (accesado el 16 /02/2007)
- Poland C., T. Faller, and L. Tisor 2003. Effect of chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.) or alfalfa (*Medicago sativa*) hay in gestating ewe diets. 2003 Sheep Day Report. Hettinge Research Extension Center, North Dakota State University, Hettinger, ND, U.S.A.
- Rao, S.C., B.K. Northup, and H.S. Mayeux 2005. Candidate cool-season legumes for filling forage deficit periods in the southern Great Plains. *Crop Sci.* 45: 2068-2074.
- Schroeder, J.W. 2004. Forage nutrition for ruminants. North Dakota State University Extension Cooperative Service AS-1250. Disponible en línea www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/an1250w.htm (Accesado el 16/02/2007)
- Thiessen M., J.R., J.W. Hoepfner, and M. Entz 2001. Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: establishment, productivity and microclimate effects. *Agron. J.* 93: 1086-1096

- Undersander, D., N. Martin, D. Cosgrove, K. Kelling, M. Schmitt, J. Wedberg, R. Becker. C. Grau, J. Doll and M. E. Rice 1994. Alfalfa management guide. American Society of Agronomy.
- Yang, H.M. and X.Y. Zhang 2005. Considerations on the reintroduction of grass pea in China. *Lathyrus lathyrism Newsletter* 4: 22-26

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN EL ESTABLECIMIENTO, DESARROLLO MORFOLÓGICO Y PRODUCCIÓN DEL NOPAL FORRAJERO EN EL AÑO DE ESTABLECIMIENTO

Miguel Ángel Flores Ortíz

Campo Experimental Zacatecas-INIFAP Km 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zacatecas
CP. 98500 Tel. (478) 985-0198 y 985-0199 E-mail flores.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el norte-centro de México, donde los pastizales son áridos y semiáridos, los caprinocultores y ovinocultores deben contar con fuentes de forraje para enfrentar la época crítica de disponibilidad de forraje que año con año se presenta en los pastizales durante la época seca. Los forrajes que regularmente utilizan son subproductos agrícolas de baja calidad nutritiva (paja de frijol y rastrojo de maíz, muy escasamente usan heno de alfalfa o de sorgo), los cuales se ofrecen por las tardes en el corral de encierro, después de que los animales apacentaron en el pastizal (Salinas *et al.*, 1991, Salinas *et al.*, 1993, Hernández *et al.*, 2001, Flores *et al.*, 2005).

Las condiciones climáticas adversas que prevalecen en esta región (principalmente la poca precipitación con distribución errática y concentrada de mediados de verano a mediados de otoño,) limitan las opciones de producción de forrajes cultivados, por lo que los productores, para producir forraje, usan especies nativas adaptadas a estas difíciles condiciones (Fuentes *et al.*, 2003). El nopal (*Opuntia* spp) es la especie nativa que más se utiliza como forraje de emergencia por varias razones entre las que destacan: 1) esta disponible en todas las regiones áridas y semiáridas porque esta adaptada a las condiciones climáticas y edáficas que ahí se presentan, de las 104 especies reportadas en México, 60% se encuentran presentes en estas regiones (López *et al.*, 2001; Martínez y Lara, 2003); 2) es más eficiente en el uso del agua que otras especies forrajeras nativas y cultivadas, por lo que es altamente productivo aun con bajas cantidades de lluvia (Nobel, 2001); 3) la calidad de su forraje es aceptable, en promedio general el contenido de proteína cruda es 5%, el cual se puede elevar hasta 9.5% con fertilización nitrogenada y algunas especies y variedades de *Opuntia* spp presentan en forma natural estos valores, los contenidos de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido son bajos, 23.8% y 14.7% respectivamente, y la digestibilidad de la materia orgánica asciende hasta 78.9% (Gutiérrez y Vázquez, 2005; Guevara *et al.*, 2004; Fuentes *et al.* 2003). 4) el forraje producido se conserva en pie durante todo el año sin grandes cambios en la calidad, lo que reduce costos de cosecha y necesidades de espacio, infraestructura y maquinaria, además, puede ser consumido por los animales directamente y 5) hay variedades sin espinas que pueden ser utilizadas para forraje sin causar daño a los animales.

Con nopal se pueden establecer pequeñas plantaciones cercanas al corral de encierro, que manejadas intensivamente (altas densidades de plantas, aplicación de fertilizante y riego suplementario) pueden producir forraje suficiente para cubrir la época crítica, ya que en general los hatos son pequeños, 50 o menos cabezas (Flores *et al.*, 2006) y la producción de forraje bajo condiciones intensivas puede superar las 160 ton ha⁻¹ (López *et al.*, 2002). Existen algunos productores que han establecido lotes compactos de nopal forrajero con altas densidades de población, sin embargo, actualmente, se carece de información respecto al comportamiento productivo del nopal forrajero bajo altas densidades en condiciones de temporal, por lo que el objetivo del presente estudio fue caracterizar el establecimiento, desarrollo morfológico y comportamiento productivo del nopal en altas

densidades, bajo condiciones de temporal para definir la densidad óptima para este tipo de sistema de producción.

METODOLOGIA

El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, ubicado en el Km 24.5 de la Carretera Zacatecas-Fresnillo en el municipio de Calera, Zacatecas en las coordenadas geográficas de 102° 39' Longitud Oeste y 23° 36' Latitud Norte a una altitud de 2192 msnm.

Los tratamientos evaluados consistieron en densidades de plantas que se lograron variando la distancia entre plantas, pero a una misma separación entre hileras de 0.76m. Las distancias entre plantas evaluadas fueron: 0.20, 0.40, 0.60 y 0.8 m con las que se obtuvieron 66,500, 33,250, 22,166 y 16,625 plantas ha⁻¹ respectivamente.

Los cladodios para la plantación se colocaron bajo sombra por espacio de 45 días para que cicatrizaran las heridas del corte del cladodio. Para la plantación se transportaron al sitio experimental en cajas de plástico para evitar que ocurrieran lesiones en la penca y reducir así la posibilidad de pudrición de la misma en el terreno. La preparación del terreno consistió de un barbecho, rastreo doble cruzado y surcado a 0.76 m. las pencas se plantaron en forma vertical sobre el lomo del surco con una orientación norte sur.

Para evaluar los tratamientos se midieron las siguientes variables:

1. **Sobrevivencia.** Se contó el número de pencas madre que permanecieron vivas hasta el final de la estación de lluvia, y se expresó en términos de porcentaje
2. **Porcentaje de plantas rebrotadas.** Las plantas vivas se clasificaron como rebrotadas, aquellas que presentaron pencas nuevas, o no rebrotadas. El brote de pencas se registró en el de primer y segundo nivel.
3. **Número de pencas** En las plantas rebrotadas se contó el número de pencas nuevas brotadas tanto en el primer como segundo nivel.
4. **Tamaño de la penca.** Se midió el largo y ancho de cada una de las pencas de cuatro plantas por repetición elegidas aleatoriamente al inicio del experimento. Con estos valores se calculó el área de la penca utilizando la formula del elipse [área= $\pi * (Eje\ menor/2) * (Eje\ mayor/2)$].
5. **Rendimiento de forraje.** En los cuatro surcos centrales se cosecharon las pencas que brotaron en el segundo nivel, se pesaron en verde y de ellas se tomó una muestra la cual se secó en estufa hasta peso constante y se determinó el porcentaje de materia seca con el que se calculó el rendimiento de materia seca. El forraje se cosechó el 28 de marzo del 2007.

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de seis surcos de 8 m de largo y la parcela útil fueron los seis surcos centrales eliminando dos plantas de cada cabecera. Los datos se sometieron a análisis de varianza y cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos se usó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), con un nivel de confiabilidad del 95%, para separar las medias de los tratamientos (Khuel, 1994, Littell *et al.*, 1991).

RESULTADOS

Sobrevivencia y porcentaje de rebrote

La densidad no afectó el establecimiento de las plantas, el porcentaje de supervivencia de los cladodios fue de 99-100%, las pérdidas registradas se debieron a excesos de humedad en el terreno. Así mismo, las condiciones de precipitación registradas fueron bastante buenas para el cultivo tanto en cantidad recibida como en su distribución lo que permitió que casi la totalidad de las pencas clasificadas como vivas rebrotaran, el porcentaje más bajo de rebrote fue 97% correspondiendo a la separación entre plantas de 0.4m (Cuadro 1).

Cuadro 4. Porcentaje de sobrevivencia y rebrote de cladodios de nopal bajo diferentes densidades de plantación.

Distancia entre plantas (m)	Sobrevivencia (%)	Rebrote (%)
0.2	99.6	98.7
0.4	99.3	97.2
0.6	100	98.9
0.8	98.6	98.6
DMS _{0.05}	2.7	3.0
Significación	ns	ns

** Diferencia altamente significativa * Diferencia significativa ns Diferencia no significativa

Desarrollo morfológico

La densidad de plantas no afectó el desarrollo morfológico de las plantas. El número de pencas brotadas de la penca madre para formar el primer nivel de la planta fluctuó de 2.6 a 2.8, y no se detectó diferencia entre tratamientos ($P>0.5$), en la densidad 0.20 m entre plantas número de pencas fue prácticamente el mismo que el de las plantas mas distanciadas (Cuadro 2). El tamaño de las pencas del primer nivel tampoco presentó diferencia entre tratamientos, aunque la distancia entre plantas de 0.8 m produjo pencas ligeramente más grandes que el resto de los tratamientos, la diferencia del área de las pencas entre la menor y mayor densidad fue solo de 21.5 cm²

La formación del segundo nivel si se vio afectada ($P>0.05$) por la densidad de plantas, a medida que densidad se incrementó el número de plantas con rebrote en las pencas del primer nivel disminuyó, cuando la distancia entre plantas fue de 0.8 m el 84.7% de las plantas produjeron pencas de segundo nivel mientras que en la densidad de 0.2 m el porcentaje solo rebrote el 49% (Cuadro 2). El número de pencas por planta emergidas en el segundo nivel también disminuyó a medida que la densidad aumentó, la densidad de 0.6 m produjo 3.1 pencas planta⁻¹ de segundo nivel y 2.2 en la distancia de 0.2 m, aunque la diferencia fue de 0.9 pencas y representa 30% no fue significativa ($P>0.05$). El tamaño de penca del segundo nivel fue igual entre tratamientos, excepto el de 0.4 m que fue significativamente ($P<0.05$) menor tal como se aprecia en el Cuadro 2.

El número total de pencas producidas por planta no fue significativamente diferente ($P>0.05$) entre tratamientos, aunque las plantas a 0.2 m de separación produjeron el menor número con 4.8 pencas planta⁻¹, la tendencia fue que a mayor densidad de plantas menor número de pencas por planta. El número total de cladodios en los tratamientos esta en concordancia con los valores reportados por Pareek *et al.* (2003) para variedades de nopal bajo

condiciones de temporal y riego suplementario y García *et al.* (2001), pero superiores a los asentados por Singh y Singh (2003).

Cuadro 2. Número y tamaño de pencas producidas por plantas de nopal bajo diferentes densidades de plantas

Variable	Distancia entre plantas				DMS _{0.05}	
	20	40	60	80		
Número de penca en primer nivel	2.6	2.6	2.6	2.8	0.54	ns
Largo de penca de primer nivel (cm)	33.6	33.2	32.3	34.1	5.9	ns
Ancho de penca de primer nivel (cm)	11.7	12.0	11.6	12.3	1.2	ns
Área de la penca primer nivel (cm ²)	309.4	316.1	296.8	330.9	82.3	ns
Rebote de segundo nivel (%)	49.0	52.8	70.8	84.7	34.9	*
Número de pencas en segundo nivel	2.2	2.7	3.1	3.0	0.78	ns
Largo de penca de segundo nivel (cm)	25.1	20.0	25.5	24.1	6.2	ns
Ancho de penca de segundo nivel (cm)	11.1	8.9	11.3	11.5	2.2	*
Área de la penca segundo nivel (cm ²)	221.5	159.7	226.4	217.9	66.2	*
Número total de pencas	4.8	5.3	5.7	5.8	1.1	ns

** Diferencia altamente significativa * Diferencia significativa ns Diferencia no significativa

La sobrevivencia y desarrollo de las plantas durante el año de establecimiento no se vio afectado por la densidad de plantación, esta respuesta pudo deberse a que la precipitación recibida durante la estación de crecimiento fue suficiente para cubrir las necesidades de las plantas, se recibieron 542 mm, en mayo llovieron 46 mm con lo que brotaron las plantas y de julio a octubre la precipitación mensual fluctuó de 79 a 108.8 mm, con una muy buena distribución, por lo que aun en las condiciones de mas altas densidades no se presentó un efecto de competencia por este recurso entre las plantas y no hubo un impacto negativo en el desarrollo de las mismas.

Rendimiento de forraje

La cosecha de forraje se realizó el 28 de marzo del 2007, fecha que esta dentro el período es critico de disponibilidad de forraje. Solo se cosecharon las pencas de segundo nivel ya que las del primero se dejaron como la base productiva de la planta. El rendimiento de forraje seco fluctuó de 3.4 a 2.4 ton ha⁻¹ (Cuadro 3), sin que la diferencia entre tratamientos fuera significativa. El menor rendimiento se obtuvo con la menor densidad de plantas. Esta tendencia de producción es similar con la reportada por Santos *et al.* (2006) y Farias *et al.* (2001) que indican que al aumentar la densidad de plantas la producción de materia seca es mayor; en el estudio de Santos *et al.* (2006) al incrementar de 5,000 a 40,000 plantas ha⁻¹ el rendimiento aumentó en 45%. La producción de materia seca obtenida en este experimento es baja para la especie, pero hay que considerar que es el primer año de crecimiento de la plantación; Santos *et al.* (2006) asientan que en plantaciones de alta densidad la producción de forraje nopal pasó de 6 ton ha⁻¹ de materia seca en el primer año 16 ton ha⁻¹ en el segundo año coincidiendo con Farias *et al.* (2000) que citan que a medida que la planta tiene mas edad la producción de forraje es mayor.

Cuadro 3. Producción de forraje seco de nopal en diferentes densidades de plantación

	Forraje verde	Forraje seco
Distancia entre plantas (cm)	Ton/ha	
40	30.5	3.4
20	28.7	3.2
60	27.5	3.1
80	22.0	2.4
DMS _{0.05}	23.3	2.6
Significación	ns	ns

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. En el año de establecimiento las altas densidades de plantación no afectaron negativamente el establecimiento y desarrollo morfológico de las plantas, lo cual probablemente se debió que se tuvieron buenas condiciones de precipitación en términos de cantidad y distribución
2. Dado que la producción de forraje fue similar entre densidades, la densidad mas recomendable debe estar entre 0.6 y 0.8 m entre plantas, por el costo económico que representa el material vegetativo y su plantación
3. Por ser el primer año de establecido el lote la producción de forraje fue baja y se espera que el rendimiento se incremente en los años siguientes.

IMPLICACIONES PRÁCTICAS

El establecimiento de lotes pequeños de nopal forrajero en altas densidades es una solución viable para tener forraje durante la época crítica. Estos lotes pueden ser manejados intensivamente con la aplicación de estiércol como fuente de nutrientes, el cual esta disponible para los productores sin costo al generarlo su propio rebaño y el riego debe ser solo suplementario para complementar lo recibido de precipitación y que las plantas no sufran de estrés hídrico, parte de esta agua suplementaria puede ser derivada de las actividades domésticas ya que los corrales de encierro por lo general están junto a las viviendas. Además, por ser los rebaños pequeños en promedio 50 animales el lote requerido no es muy grande por lo que es factible su establecimiento y manejo.

LITERATURA CITADA

- Farias, I, M.A, Lira, and dos Santos D.C 2000. Harvest managing and plant spacing of spineless fodder cactus, under grain sorghum intercropping at the semi-arid region of Pernambuco State, Brazil. *Pesq. agropec. bras.*, feb. 2000, vol.35, no.2, p.341-347.
- Flores N., M.J., F.G. Echavarría Ch. y H. Salinas G. 2005. GAVATT "Caprinocultores de Panuco" Integración y Diagnostico estático. Folleto para productores No 32. Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Calera, Zac.
- Flores O., M.A., H. Salinas G. y Flores N., M.J. 2006. Caracterización de los sistemas de producción de rumiantes menores en México. Memorias del Taller de Metodologías:

- Manejo de la vegetación nativa para la producción de rumiantes Menores en las zonas áridas de Latino América. Fortaleza, Brasil 12-14 de junio el 2006
- Fuentes R., J.M., L. Jiménez C., L. Suárez G., M. E. Torres S., M. Murillo M., López, G. J.J. y B. Ortiz R. 2001. Evaluación nutricional de cuatro especies de nopal (*Opuntia spp*) forrajero. Resultados de Proyectos de Investigación 2003, Dirección de Investigación, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, México pp.483-488
- García C.,V. M.T. Varnero y M. Esinoza 2001. Efecto del bioabono en el área fotosintéticamente activa, producción de cladodios y eficiencia de recuperación de N en un cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) en el primer año postplantación J. Professional Association of Cactus Development 6: 121-130.
- Guevara, J. C., J. H. Silva C., and O.R. Estevez 2004 Nutrient content of *Opuntia* forage clones in the Mendoza Plain, Argentina. J. Professional Association of Cactus Development 9: 62-77.
- Gutiérrez O., E y R. Vázquez A. 2005. Uso del nopal en la alimentación de ovinos en Memorias del 3^{er} Ciclo de Conferencias "La Producción Ovina en Nuevo León". Monterrey, Nuevo León 4-6 de mayo del 2006.
- Hernández, J.S., E, Rodero, M. Herrera, J.V. Delgado, C. Barba. Y A. Sierra 2001. La caprinocultura en la Mixteca Poblana (México). Descripción e Identificación de factores limitantes. Arch. Zootec. 50: 231-239.
- López, G., J. J., J. M. Rodríguez F., and A. Rodríguez G. 2001. Production and use of opuntia as forage in northern Mexico In: Mondragón J., C., Pérez G. and (Eds.) Cactus (*Opuntia spp.*) as forage FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- López, G., J.J., H. García J., M. Ayala O., G. García P. 2002. Establecimiento y producción de nopal forrajero con surcado lister en Ramos Arizpe, Coahuila. En: Resultados de Proyectos de Investigación 2002 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Coahuila, México
- Martínez B., O.U. y G.J. Lara G. 2003. Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila una propuesta de conversión productiva. Publicación especial No.1 Campo Experimental Saltillo-INIFAP, Saltillo, Coahuila, México.
- Nobel, P.S. 2001. Ecophysiology of *Opuntia-ficus indica*. In: Mondragón J., C., Pérez G. and (Eds.) Cactus (*Opuntia spp.*) as forage FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- Pareek, O.P.,R.S. Singh, and B.B. Vishishtha 2003. Perormance of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) clones in a hot arid region of India. J. Professional Association of Cactus Development 8: 121-130.
- Salinas G., H., J.L. Ávila, A. Falcón, R. Flores 1991. Factores limitantes en el sistema de producción caprinos en Zacatecas, México, Turriabla 41: 47-52.
- Salinas G., H., R. T. Flores, y A. Falcón, 1993. Diagnóstico del sistema caprino de producción de carne de cabra ene l estado de Zacatecas. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprinos en la Comarca Lagunera y Zacatecas, 1990-1991. Publicación especial No 10. Campo Experimental Calera-Salinas G., H., J.L. Ávila, A. Falcón, R. Flores 1991INIFAP. Calera, Zac., México
- Santos, M.V.F., Dubeux Jr., J.C.B., Melo, J.N., dos Santos, D.C., Farias, I. and Lira, M.A. 2006. Fertilization and plant population density effects on the productivity of *Opuntia ficus-indica* in northeast Brazil. Acta Hort. (ISHS) 728:189-192
http://www.actahort.org/books/728/728_26.htm

Singh, R.S. and V. Singh 2003. Growth and development influenced by size, age and planting methods of cladodes in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) J. Professional Association of Cactus Development 8: 121-130.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROMOTORA DE CRECIMIENTO DE AISLADOS BACTERIANOS SOBRE EL DESARROLLO RADICAL DE *Bouteloua gracilis* IN VITRO

Moreno-Gómez Blanca^{1*}, Aguado-Santacruz G. Armando¹, Rubio-Velázquez Ileana¹, Rodríguez-Hernández Isabel¹, Ramírez-Luna Alejandro¹, García-Moya Edmundo².

1. INIFAP Campo Experimental Bajío Carretera Celaya-San Miguel de Allende Km 6.0 38010 Tel. 01 461 61 1 53 23 ext. 122 correo e: blancam1980@yahoo.com.mx, gaguado@prodigy.net.mx.
2. Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo, México 56230, México.

RESUMEN

El zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis* [H.B.K.] Lag ex Steud.) es la gramínea nativa más importante de los pastizales semiáridos de Norteamérica, extendiéndose desde el sur de Canadá hasta el Altiplano Central Mexicano donde constituye el sustento de la ganadería. El intenso pastoreo y apertura al cultivo de los pastizales ha ocasionado severos trastornos en su ecología y productividad, por lo que se han realizado diferentes esfuerzos para lograr la reintroducción de esta especie en su ambiente natural. Sin embargo, esta rehabilitación ha sido complicada debido a que la morfología de su sistema radicular de esta impide su establecimiento bajo condiciones naturales. En consecuencia, se ha recurrido a otras estrategias para lograr la recuperación de la productividad de los pastizales, principalmente a través de la introducción de especies exóticas, en mayor grado africanas, cuyo efecto sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas es aún desconocido. De este modo la solución a la rehabilitación y resiembra de los pastizales semiáridos de México deberá tener en consideración aspectos de factibilidad, redituabilidad y conservación de los recursos naturales. Una de las alternativas viables que cumple con estos tres criterios es la obtención de nuevos materiales de *Bouteloua gracilis* que posean una mayor capacidad de establecimiento y productividad, así como el empleo de bioinoculantes que permitan incrementar las posibilidades de éxito de las resiembras. Actualmente en la Unidad de Biotecnología del INIFAP se han desarrollado inoculantes microbianos de bajo costo que han demostrado su eficiencia para incrementar la producción y rendimiento en diferentes cultivos de importancia agronómica. En este trabajo se evaluó la actividad promotora de crecimiento de cinco cepas bacterianas, aisladas a partir de de la rizósfera de este pasto, sobre plántulas de *B. gracilis* crecidas bajo condiciones in vitro encontrándose que todos los aislados bacterianos analizados estimularon en diferente grado el desarrollo radicular de las plántulas de navajita azul.

INTRODUCCIÓN

El zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis* [H.B.K.] Lag ex Steud.) es la gramínea más importante de los pastizales semiáridos de México (Orozco, 1993) y también del pastizal bajo (shortgrass prairie) de los Estados Unidos (Sims *et al.*, 1973) donde contribuye con un 75-90% a la productividad primaria neta (Coffin y Lauenroth, 1992). Es la especie clímax, constituye el sustento de la ganadería extensiva de muchos de los agostaderos del Altiplano Central Mexicano (Jaramillo, 1986) y es el pasto más promisorio para la revegetación de los pastizales áridos y semiáridos de las Grandes Altiplanicies de Norteamérica (Wilson y Briske, 1979). En adición, se considera a México como un centro probable de diversificación del género (Rzedowski, 1975). Constituye una buena fuente de forraje para todas las clases de ganado y para la fauna silvestre (Stubbenieck *et al.*, 1986). La alta preferencia alimenticia del ganado

por esta especie ha sido documentada en diversos estudios sobre composición botánica de la dieta. Por ejemplo, Alcocer y Giner (1988) encontraron que *B. gracilis* constituyó hasta el 50% de la dieta de bovinos en pastoreo, mientras que en cabras este porcentaje llegó al 11.10 (Luna *et al.*, 1988). La especie es también una importante fuente alimenticia para la fauna silvestre, especialmente roedores y lagomorfos (Uresk, 1984).

En la zona noreste de Jalisco se ha observado que en pastizales nativos este zacate produce hasta 473.4 Kg MS/ha y 10.33 g MS/cepa (Aguado *et al.*, 1989a) con un 7.37% de cobertura vegetal, mientras que Jurado *et al.* (1986) reportan una producción superior (567.2 K MS/ha) en parcelas de evaluación. Para las condiciones de Aguascalientes, Báez *et al.* (1987) consignan una producción acumulada (9 meses) de 3,300 K MS/ha en lotes experimentales para cierta variedad. Su calidad nutricional es importante, Jurado y Giner (1988) encontraron que los valores de proteína cruda durante las etapas de crecimiento y floración (Junio-Septiembre) eran suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales del ganado en este período del año.

La situación de los pastizales de *Bouteloua gracilis* es grave. En algunos casos su potencial productivo ha decrecido en forma alarmante y la erosión ha vuelto completamente improductivas tierras anteriormente destinadas a la ganadería. Diversos factores han contribuido a su deterioro, pero fundamentalmente el sobrepastoreo y la apertura de tierras para cultivo. El zacate navajita azul se considera una especie altamente resistente al pastoreo y a la sequía (Havard-Duclos, 1979). La especie tiende a aumentar con pastoreo moderado (Vázquez, 1988). En los pastizales del Altiplano Central, Vázquez (1988) encontró que niveles de pastoreo moderado pueden incrementar el número de tallos reproductivos por cepa y la relación tallos reproductivos/tallos vegetativos, y causar reducciones en el peso de las semillas y en los números de espigas por tallo reproductivo y tallos vegetativos por cepa.

Aguado *et al.* (1989a) indican que en pastizales del Altiplano Central Mexicano los niveles de utilización para *Bouteloua gracilis* alcanzan comúnmente valores de un 91.55%. Este grado de pastoreo origina que la disponibilidad de forraje de esta gramínea sea 307 y 38 veces menor, en términos de superficie y planta, respectivamente, en pastizales pastoreados vs. pastizales no pastoreados. Deterioros de este tipo han provocado, en el largo plazo, considerables decrementos en las productividades de estas comunidades; en algunos casos, pastizales sobrepastoreados producen hasta 5 veces menos forraje que áreas adyacentes excluidas al ganado (Aguado *et al.*, 1989b).

A pesar de que se han obtenido excelentes resultados de establecimiento por el método de siembra al voleo o por la siembra uniforme de plántulas en surcos, es bien conocida la dificultad para establecer esta especie por medio de semilla, especialmente bajo los azarosos regímenes de precipitación que ocurren en las zonas semiáridas (Wilson y Briske, 1979). En consecuencia se le ha relegado de las posibles alternativas para resiembra, y tierras previamente dominadas por este pasto han sido reemplazadas por cultivares, o bien por pastizales conformados por especies introducidas de potencial productivo superior. Los factores que limitan el establecimiento de *B. gracilis* son diversos. Algunos se relacionan con aspectos morfológicos de la planta, otros con factores ambientales, físicos y bióticos.

Caracteres morfológicos

Semillas

El peso y tamaño de las semillas son importantes ya que muestran una relación con la tasa de elongación radical, longitud del coleóptilo, emergencia (Redmann y Qi, 1992) y vigor (Nason *et al.*, 1987) de las plántulas. En general, semillas más grandes pueden emerger desde mayores profundidades (Zhang y Maun, 1990). Estos vínculos derivan de la existencia de una cantidad

superior de reservas en el endospermo de semillas de un mayor tamaño. El desarrollo del coleóptilo depende enteramente de las reservas del endospermo explicando de esta forma porque semillas más grandes producen coleóptilos más largos.

Plántulas

Debido a que los patrones estructurales de las raíces afectan la capacidad de las plantas para capturar agua y nutrientes del suelo, la arquitectura de las raíces es un carácter que ha estado sujeto a los procesos normales de selección natural (Fitter, 1987). En ambientes áridos y semiáridos la morfología de las raíces es determinante para su establecimiento.

Las raíces de las gramíneas pueden ser clasificadas de acuerdo a su origen: a) seminales cuando derivan de primordios encontrados originalmente en la semilla, y b) nudales, de la corona o adventicias cuando se forman a partir del desarrollo del domo apical, posteriormente a la germinación. Las raíces seminales incluyen a la raíz primaria (radícula), raíces escutelares y raíces epiblasticas (Kepler *et al.*, 1984).

Considerando la morfología de los sistemas radicales, Hyder (1974) reconoce dos tipos morfológicos principales para las plántulas de gramíneas:

Tipo A.- Poseen un entrenudo subcoleoptilar alargado (entrenudo localizado entre los nudos cotiledonario y coleoptilar, ocasionalmente referido como mesocótilo) y un coleóptilo corto. Las plántulas de *Bouteloua gracilis* y *B. curtipendula* se ajustan a esta descripción. Otras como las de *Andropogon scoparius* desarrollan, además, raíces en el entrenudo subcoleoptilar (Redmann y Qi, 1992).

Tipo B.- Tienen un entrenudo subcoleoptilar corto, pero poseen el potencial para elongar el entrenudo intracoleoptilar (entrenudo emplazado entre el nudo coleoptilar y el nudo de la primera hoja verdadera), y producen un coleóptilo relativamente grande. *Agropyron dasystachyum*, *Elymus junceus* y *E. angustus* presentan este tipo morfológico. En el caso de *Elymus*, sin embargo, la primera de las especies puede alargar su entrenudo intracoleoptilar, mientras que la segunda carece de esta característica.

La considerable elongación del entrenudo subcoleoptilar en plántulas tipo A ocasiona que la corona (región que en plántulas tipo A corresponde al nudo coleoptilar, y las de tipo B al nudo de la primera hoja verdadera) quede ubicada en las capas superiores del suelo donde una mayor tasa de desecación produce una inhibición en el desarrollo de las raíces adventicias (Wilson y Briske, 1979).

Factores ambientales

En las zonas áridas y semiáridas el principal factor limitativo para el desarrollo de las plantas es el agua. La inexistencia de un suministro adecuado de este elemento origina un pobre o nulo establecimiento de los pastos. La disponibilidad de agua puede afectar la estructura de las raíces e influir de esta forma en la capacidad de establecimiento de los pastos (Johnson y Aguirre, 1991). La relación del agua con el establecimiento de los zacates se da también de manera indirecta, ya que la disponibilidad de ciertos compuestos, orgánicos e inorgánicos, depende del estado hídrico del suelo.

La textura del suelo es un factor importante para el establecimiento de las plántulas de *Bouteloua gracilis* (Coffin y Lauenroth, 1992; 1994). De ella dependen aspectos tan importantes como la dinámica de movimiento y disponibilidad de agua y nutrientes. Por ejemplo, suelos arcillosos tenderán a retener el agua en las capas superficiales donde las

tasas de desecación son altas, mientras que suelos con un mayor contenido de arena permitirán la infiltración hacia capas más profundas con una pérdida de agua consecuentemente menor.

La disponibilidad de nutrientes ejerce un efecto *per se* sobre la morfología de los sistemas radicales (Hackett, 1972) y, por lo tanto, en el establecimiento de las plántulas. Por ejemplo, Orozco (1993) al incrementar la longitud total y tasa de crecimiento de las raíces por medio de fertilización logró un mejor establecimiento de las plántulas de *B. gracilis*.

La competencia intra e interespecífica es otro factor de sobrevivencia para las plántulas de los pastos (Holecheck *et al.*, 1989).

La temperatura del suelo afecta la tasa de elongación radical (Cohen y Tadmor, 1969) y la relación raíz/vástago; bajas temperaturas aumentan esta razón (Brouwer, 1966). En particular, el desarrollo de *Bouteloua gracilis* es mejor a 20-25°C (Fulbright *et al.*, 1985).

La profundidad a la cual germina la semilla es importante. Una profundidad superior a la capacidad de elongación del coleóptilo, o una siembra demasiado superficial que exponga la plántula a los factores ambientales externos más directamente, reducirán el establecimiento de las plántulas.

Empleo de bioinoculantes en la agricultura

La creciente demanda de alimentos a nivel mundial, producidos a menor costo y sin agroquímicos, ha ocasionado la búsqueda de tecnologías alternativas para la producción de granos y forraje. En México, los biofertilizantes han tenido poco impacto en la agricultura. Su uso en la producción agrícola nacional ha tenido su mayor relevancia en las leguminosas, como el caso de la soya y frijol. En cultivos de riesgo como los de temporal, la práctica de la fertilización es prácticamente inexistente debido a las altas probabilidades de pérdida total por las sequías.

Los microorganismos nativos del suelo solos o en combinación con algunas especies susceptibles de introducirse pueden contribuir significativamente a complementar o a sustituir completamente el uso de los fertilizantes químicos requeridos por los cultivos básicos producidos bajo condiciones de temporal.

En general, estos productos pueden estar al alcance de los agricultores, con los que se sustituye hasta 50% del fertilizante nitrogenado industrial en el caso de los fijadores asociativos, hasta el 80% en el de los simbióticos, mientras que los microorganismos solubilizadores de fósforo permiten sustituir hasta el 70% del fertilizante fosfórico; en términos de producción, los rendimientos se incrementan hasta en un 30%.

Al igual que en la agricultura de cultivos básicos, la resiembra de pastizales en la ganadería extensiva de nuestro país, también constituye una práctica relativamente costosa y de alto riesgo ya que su éxito depende de que la cantidad de agua del temporal se presente en suficiente cantidad y en la etapa crítica para el establecimiento de las plántulas.

En vista de las premisas anteriores en la Unidad de Biotecnología del INIFAP hemos iniciado un programa de investigación enfocado a la búsqueda de microorganismos con actividad promotora de crecimiento. Al momento se han aislado cepas de hongos y bacterias capaces de incrementar la producción de chile, cebolla, ajo, tomate, tomate de cáscara, cebada, maíz y trigo. Actualmente no se ha estudiado el efecto de bioinoculantes, micorrizas o PGPRs (Promoter Growth Plant Rhizobacteria) sobre el establecimiento de esta gramínea, sin embargo,

el empleo de estos microorganismos podría constituir una alternativa viable y redituable para incrementar su establecimiento.

En este trabajo se evaluó el efecto estimulador de crecimiento sobre el desarrollo radicular de plántulas de *B. gracilis* *in vitro*, hipotetizando que las plántulas tratadas con bacterias promotoras de crecimiento desarrollarán un mejor sistema radical que aquellas no tratadas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Origen de los materiales de *Bouteloua gracilis* a evaluar

El material a evaluar proviene de tres poblaciones de *Bouteloua gracilis* localizadas en el Altiplano Central de México donde esta especie de pasto tuvo su origen evolutivo (Fig. 1).

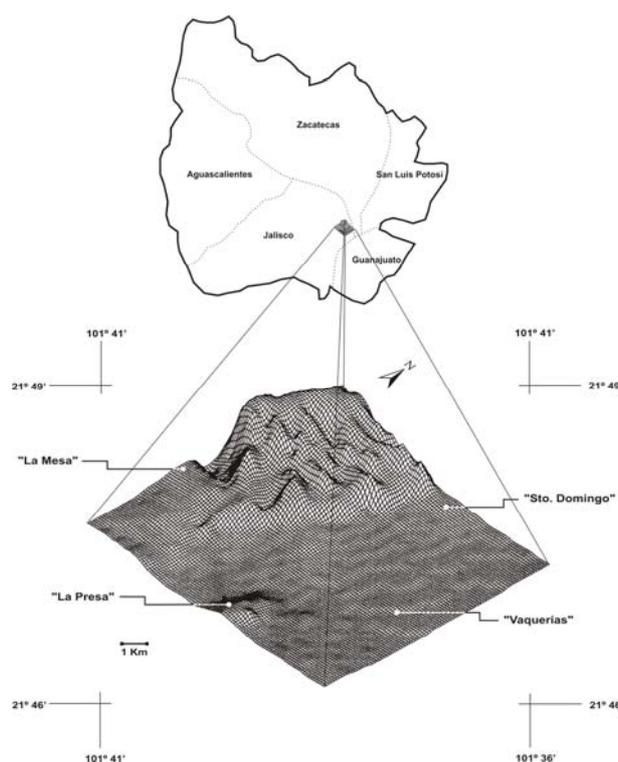


Figura 1. Localización en coordenadas de los sitios de muestreo realizados en Ojuelos, Jalisco.

Previamente estas poblaciones han sido tipificadas genéticamente mediante análisis tipo RAPD (Aguado-Santacruz et al., 2004). En cada uno de estos sitios se colectaron cepas y semilla de diferentes genotipos de *Bouteloua gracilis* así como muestras del suelo contiguo a las raíces de las plantas de *B. gracilis*. Las muestras de suelo se colocaron en bolsas negras y se mantuvieron a 4°C hasta su posterior procesamiento para el aislamiento de bacterias promotoras de crecimiento.

Aislamiento de bacterias con actividad promotora de crecimiento

A fin de aislar bacterias con actividad promotora de crecimiento se colectó el suelo presente en las raíces de plantas de *Bouteloua gracilis* de tres pastizales áridos del municipio de Ojuelos, Jalisco localizados en las localidades de “Vaquerías”, “La Mesa”, “La Presa” y “Santo Domingo”. Este suelo se pulverizó, se secó a temperatura ambiente y posteriormente se mezclaron las submuestras obtenidas de cada planta para obtener una mezcla compuesta de cada sitio de colecta. De cada muestra compuesta se pesaron 10 g y se transfirieron a frascos de diluciones de 150 ml los cuales contenían 95 ml de agua estéril. 0.5 ml de cada dilución se dispersó en placas de medio PDA (agar papa dextrosa) y la dilución óptima a partir de la cual se aislaron las cepas fué aquella en donde se presentaron de 30-40 U.F.C. (Unidades formadoras de colonias). A fin de establecer un primer criterio de identidad, los aislados bacterianos se cultivaron en medios selectivos para *Pseudomonas* y para *Bacillus* y los obtenidos de estos medios selectivos se cultivaron en un medio selectivo. La actividad promotora de crecimiento de las bacterias se evaluó *in vitro* mediante la aplicación de crecimientos bacterianos líquidos a plántulas de *Bouteloua gracilis* de 3 días después de la germinación. Se midió la longitud de raíces cada 24 horas después de la inoculación durante 8 días. Posteriormente se calculó la tasa relativa de crecimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamiento de bacterias con actividad promotora de crecimiento

Las muestras de suelo colectadas se colocaron en bolsas negras y se procesaron en el laboratorio para el aislamiento de bacterias promotoras de crecimiento. De cada muestra compuesta se pesaron 10 g y se transfirieron a frascos de diluciones de 150 ml, los cuales contenían 95 ml de agua estéril. Se dispensaron 0.5 ml de cada dilución en placas de medio PDA (agar-papa-dextrosa), estas placas se incubaron a 25 °C por 16 horas y posteriormente se contó número de colonias por placa para elegir la dilución óptima para la selección (30-40 UFC/placa). Se realizó un primer aislamiento en tubos de vidrio de acuerdo a las características de las colonias formadas y, para establecer la identidad estos aislados se cultivaron en medio para *Pseudomonas* y para *Bacillus*, obteniéndose así 100 aislados por cada sitio de muestreo. Se empleó un medio mínimo selectivo para obtener cepas con probable actividad promotora de crecimiento.

Una vez que se realizó el escrutinio de selección del total de cepas de todos los sitios de muestreo en el medio mínimo, se lograron obtener 25 cepas con posible actividad promotora de crecimiento. Actualmente se están evaluando *in vitro* las primeras seis cepas sobre el crecimiento de raíces de plántulas de *Bouteloua gracilis* de 56 horas después de la germinación, estos experimentos se hicieron en placas de agar. Las primeras seis cepas (INI-270907, S4-66, S4-50, S4-25, S4-99 y S4-10) se probaron en semillas de *B. gracilis* obtenidas del sitio de muestreo Vaquerías y Santo Domingo con un proceso previo de esterilización. En la figura 2 se muestra el promedio de la tasa relativa de crecimiento que se obtuvo en plántulas de *B. gracilis* inoculadas, donde se puede apreciar que la cepa S4-66 evaluada sobre la germinación de la semilla recolectada en el sitio de muestreo “Vaquerías” favoreció la tasa relativa de crecimiento en comparación con las demás cepas evaluadas, sin embargo no hubo diferencia significativa entre las demás cepas pero sí con el control, que fueron plantas no inoculadas.

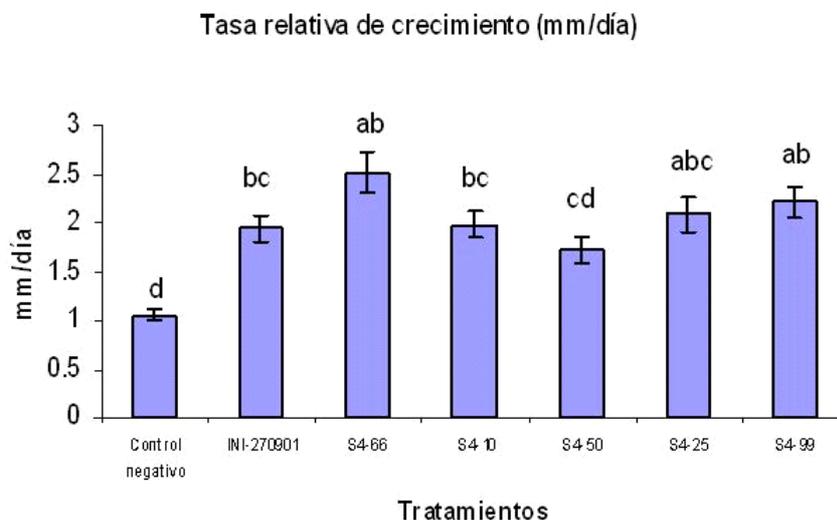


Figura 2. Tasa relativa de crecimiento en plántulas de *B. gracilis* germinadas de semillas recolectadas en el sitio de muestreo "Vaquerías" ($p < 0.05$). Estas plántulas se inocularon con 6 cepas con actividad promotora de crecimiento.

De la misma manera se evaluaron plántulas de semillas del sitio de muestreo "Santo Domingo" inoculadas con las primeras seis cepas (INI-270907, S4-66, S4-50, S4-25, S4-99 y S4-10) y en este caso la cepa que resultó en una mayor tasa relativa de crecimiento fue S4-50, la cual mostró significancia con respecto a las demás cepas, mientras que el efecto de las otras cepas no mostró significancia entre ellas pero sí entre el control (plantas no inoculadas, Figura 3).

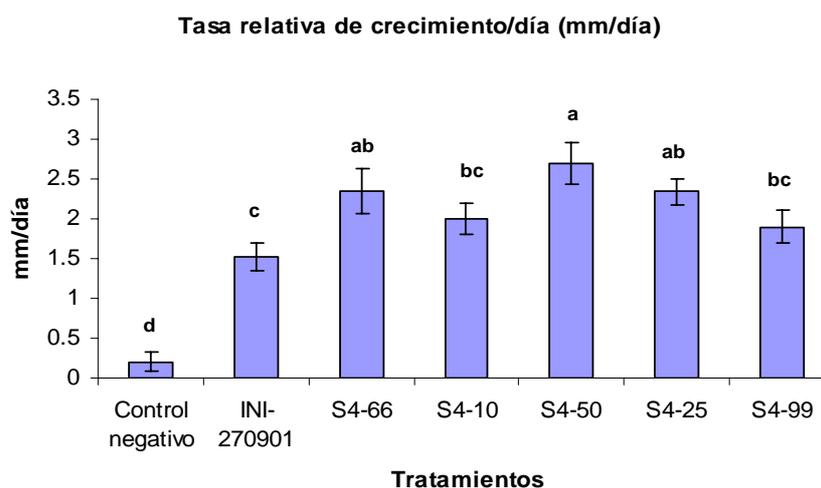


Figura 3. Tasa relativa de crecimiento en plántulas de *B. gracilis* germinadas de semillas recolectadas en el sitio de muestreo "Santo Domingo" ($p < 0.05$). Estas plántulas se inocularon con 6 cepas con actividad promotora de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Aguado-Santacruz, G.A., Luna, L.M. y Giner, C.R.A. 1989a. Respuesta de la vegetación y el suelo de un pastizal de los Llanos de Ojuelos al pastoreo inmoderado. *Revista Manejo de Pastizales-SOMMAP* 3:3-8.
- Aguado-Santacruz, G.A., Luna, L.M., Ortiz, D.C. y Sahagún, M.R. 1989b. Productividad y coeficientes de agostadero en cuatro sitios de pastizal del Altiplano Central bajo condiciones de exclusión y pastoreo. *In: Resúmenes del 5º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales*. Chihuahua, Chih. pp. 36.
- Aguado-Santacruz, G.A., Leyva-López, N.E., Pérez-Márquez, K.I., García-Moya, E., Arredondo-Moreno, J.T. and Martínez-Soriano, J.P. 2004. Genetic variability of *Bouteloua gracilis* populations differing in forage production at the southernmost part of the North American Graminetum. *Plant Ecology* 170:287-299.
- Aguirre, L. and Johnson, D.A. 1991. Root morphological development in relation to shoot growth in seedlings of four range grasses. *J. Range Manage.* 44:341-346.
- Alcocer, R.M. y Giner, R.A. 1988. Composición botánica de la dieta de bovinos en pastoreo a través del año en un pastizal del Altiplano Central Mexicano. *In: Resúmenes del Aniversario 1978-1988 del CIPEJ*. Guadalajara, Jal. pp. 27.
- Báez, G.A.D., Tovar, M.R. y García, R.R. 1987. Producción y contenido nutricional de gramíneas nativas e introducidas en el noreste de Aguascalientes. *In: Resúmenes del 3º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales*. Durango, Dgo. pp. 14.
- Brouwer, R. 1966. Root growth of grasses and cereals. *In: Milthorpe, F.L. and Ivins, J.D. (eds.). The growth of cereas and grasses*. Butterworth. London, England. 359 p.
- Coffin, D.P. and Lauenroth, W.K. 1992. Spatial variability in seed production of the perennial bunchgrass *Bouteloua gracilis* (Gramineae). *Am. J. Bot.* 79:347-353.
- Coffin, D.P. and Lauenroth, W.K. 1994. Successional dynamics of a semiarid grassland: effects of soil texture and disturbance size. *Vegetatio* 110:67-82.
- Cohen, Y. and Tadmor, N.H. 1969. Effects of temperature on the elongation of seedling roots of some grasses and legumes. *Crop Sci.* 9:189-192.
- Fitter, A.H. 1987. An architectural approach to the comparative ecology of plant root systems. *New Phytol.* 106:61-77.
- Fulbright, T.E., Wilson, A.M. and Redente, E.F. 1985. Green needlegrass and blue grama seedling growth in controlled environments. *J. Range Manage.* 38:410-414.
- Hackett, C. 1972. A method of applying nutrientes locally to roots under controlled conditions, and some morphological effects of locally applied nitrate on the branching of wheat roots. *Austr. J. Biol. Sci.* 25:1169-1180.
- Havard-Duclos, B. 1979. *Las Plantas Forrajeras Tropicales*. Blume Distribuidora. 380 p.
- Hyder, D.N. 1974. Morphogenesis and management of perennial grasses in the United States. *In: Kreitlow, K.W. and Hart, R.H. (eds.). Plant morphogenesis as the basis for scientific management of range resources*. U.S. Dept. Agric. Misc. Publ. No. 1271. pp. 89-98.
- Jaramillo, V.V. 1986. La importancia de los coeficientes de agostadero y de las gramíneas en el manejo de los agostaderos del país. *In: Gutiérrez, C.J. (ed.). Memorias del 2º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales*, Saltillo, Coah. pp. 8-15.
- Johnson, D.A. and Aguirre, L. 1991. Effect of water on morphological development in seedlings of three range grasses: root branching patterns. *J. Range Manage.* 44:355-360.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Estudios Agronómicos del Pastizal

- Jurado, G.P., Arredondo, M.J.T., García, H.M.R. y Rodríguez, D.M.J. 1986. Evaluación de especies forrajeras nativas e introducidas bajo condiciones del Altiplano Central. *In: Gutiérrez, C.J. (ed.). Memorias del 2º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales.* Saltillo, Coah. pp. 52-55.
- Jurado, G.P. y Giner, R.A. 1988. Contenido y fluctuación de nutrientes de algunas gramíneas de los pastizales del Altiplano Central. *Revista Manejo de Pastizales-SOMMAP* 1:7-10.
- Luna, L.M., Chávez, G., Aguado, G.A. y Barretero, R. 1988. Composición botánica de la dieta de caprinos en pastoreo en un matorral micrófilo del noreste de Jalisco. *In: Resúmenes del Aniversario 1978-1988 del CIPEJ.* Guadalajara, Jal. pp. 28.
- Nason, D.A., Cuany, R.L. and Wilson, A.M. 1987. Recurrent selection in blue grama. I. Seedling water uptake and shoot weight. *Crop Sci.*27:847-851.
- Orozco, A.M.S. 1993. Efecto de la profundidad de siembra y la fertilización en el establecimiento de tres zacates forrajeros. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 105 p.
- Redmann, R.E. and Qi, M.Q. 1992. Impacts of seeding depth on emergence and seedling structure in eight perennial grasses. *Can. J. Bot.* 70:133-139.
- Rzedowski, J. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grasslands of México. *Taxon* 24:67-80.
- Sims, P.L., Lang'at, R.K. and Hyder, D.N. 1973. Developmental morphology of blue grama and sand bluestem. *J. Range Manage.* 26:340-344.
- Stubbendieck, J., Hatch, S.L. and Hirsch, K.J. 1986. *North American Range Plants.* Third ed. University of Nebraska Press. 465 p.
- Uresk, D.W. 1984. Black-tailed prairie dog food habits and forage relationships in the western South Dakota. *J. Range Manage.* 37:325-329.
- Vázquez, H.B. 1988. Respuestas demográficas y esfuerzo reproductivo de *Bouteloua gracilis* bajo pastoreo continuo y exclusión en "El Gran Tunal", San Luis Potosí. Tesis Profesional. Escuela de Agronomía. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P. 65 p.
- Wilson, A.M. and Briske, D.D. 1979. Seminal and adventitious root growth of blue grama seedlings on the Central Plains. *J. Range Manage.* 32:209-213.
- Zhang J, Maun MA (1990) Seed size variation and its effects on seedling growth in *Agropyron psammophilum*. *Bot. Gaz.* 151: 106-113.

USO DE RECURSOS POR EL VENADO BURA EN EL DESIERTO SONORENSE

Carlos H. Alcalá Galván* y Paul R. Krausman

Campo Experimental Costa de Hermosillo, INIFAP

Blvd. del Bosque No. 7 Col. Valle Verde, Hermosillo, Sonora, México 83200, alcala.carlos@inifap.gob.mx;
School of Natural Resources, University of Arizona, Tucson, AZ 85721, krausman@ag.arizona.edu

RESUMEN

De abril del 2002 a junio del 2004 se utilizaron venados bura equipados con collares radio-transmisores para evaluar los patrones de movimiento y la selección de hábitat en las regiones central y oeste de Sonora, México. El área promedio del ámbito hogareño fue mayor en la región más árida del oeste de Sonora ($27.3 \text{ km}^2 \pm 2.6$) en comparación con la región central ($14.5 \text{ km}^2 \pm 2.0$) (Kruskal-Wallis $X^2_6 = 17.98$, $P = 0.006$). El área de ámbito hogareño fue menor en verano ($P < 0.05$) que en cualquier otra época para las dos regiones. No se detectó diferencia significativa (Kruskal-Wallis, $X^2_1 = 0.28$, $P = 0.60$) entre el tamaño del ámbito hogareño dentro de praderas de zacate buffel y el tamaño de ámbito hogareño en terrenos aledaños con vegetación nativa ($6.16 \text{ km}^2 \pm 0.51$). El venado bura no utilizó las asociaciones vegetales en proporción con su disponibilidad para ambas regiones ($P < 0.001$). En general el venado bura seleccionó vegetación xeroriparia y sitios cercanos a fuentes de agua en ambas regiones. El venado bura utilizó las áreas con zacate buffel, sin embargo seleccionó sitios con mayor densidad de árboles y arbustos que aportan cobertura térmica.

INTRODUCCIÓN

El venado bura es sin discusión una de las especies de fauna silvestre más importantes de Norteamérica. Tendencias poblacionales, índices de productividad y desempeño ecológico de éste cérvido están bien documentadas para EUA (Heffelfinger 2000; Kie y Czech 2000). En México el interés por aprovechamiento de esta especie se ha incrementado notablemente y grandes esfuerzos son requeridos para la recuperación de poblaciones y hábitat de esta valiosa especie. Sin embargo, para nuestro país existe un gran rezago en investigación científica sobre las poblaciones de venado bura, la condición actual del hábitat y la respuesta del venado bura para utilización de los recursos disponibles.

Las regiones central y oeste de Sonora, México presenta características bióticas distintivas al resto de las condiciones de hábitat en el rango de distribución del venado bura en Norteamérica (Brown 1994). Además, grandes extensiones de terreno en estas regiones han sido alteradas para favorecer el manejo y productividad del ganado bovino (Camou-Healy 1994). Dichas alteraciones incluyen el sobrepastoreo, la instalación de fuentes de agua artificiales y la transformación de los matorrales desérticos a praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), especie introducida de comprobado valor forrajero para bovinos y controversial riesgo para flora y fauna nativas. Las condiciones del hábitat del venado bura en Sonora han sido modificadas para favorecer la producción ganadera desde principios de los 1960s. Aproximadamente 20% del área de distribución del venado bura ha sido desmontada para el establecimiento de praderas de zacate buffel. Para mediados de los 1990s el zacate buffel se había establecido en 1.2 millones de hectáreas del centro de Sonora (Yetman y Búrquez 1994). En la actualidad se estima que existen alrededor de 1.6 millones de hectáreas modificadas a praderas con dicho

zacate (Búrquez-Montijo et al. 2002). No existe literatura científica que muestre el efecto de dichas alteraciones de hábitat sobre el comportamiento del venado bura.

Los objetivos de estudio fueron 1) determinar los tamaños de ámbito hogareño del venado bura y las diferencias entre áreas y estaciones del año en las regiones central y oeste de Sonora, 2) determinar el uso de los componentes naturales y alterados de hábitat por el venado bura, y 3) identificar las diferencias en las características de sitios seleccionados en comparación con sitios al azar en hábitats alterados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en 2 áreas del bajo desierto sonorense localizadas en el centro y oeste del estado de Sonora, México (Figura 1). El área 1 comprende el Rancho La Jubaivena y terrenos adyacentes. Esta área se localiza 54 km al norte de Hermosillo en la región central de Sonora (29° 34' y 29° 41' N, 111° 12' y 111° 18' W) (CETENAL 1974). Constituye una superficie de 24,155 ha y presenta elevaciones de 500 a 650 msnm. La precipitación promedio es de 320 mm (Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora 1989). La temperatura media anual es de 23° C. La temperatura durante el día promedia 34° C, aunque frecuentemente excede los 40° C durante Junio a Agosto. La vegetación es representativa del matorral arbosufrutescente de la subdivisión Planicies de Sonora en el Desierto Sonorense (Shreve and Wiggins 1964, Brown 1994). La nomenclatura científica se presenta de acuerdo a Shreve and Wiggins (1964) y el USDA-NRCS (2005). Las especies mas comunes son el palo fierro (*Olneya tesota*), el mezquite (*Prosopis juliflora*), palo verde (*Cercidium* spp.), piojito (*Caesalpinia pumila*), rama blanca (*Encelia farinosa*), jahuita (*Condalia* spp.) y uña de gato (*Mimosa laxiflora*). La vegetación herbácea es representada por hierbas perennes como oreja de ratón (*Tidestromia lanuginosa*), hierbas lechosas (*Euphorbia* spp.) y zacates como la grama china (*Cathastecum brevifolium*), zacate araña (*Aristida ternipes*), aceitilla (*Aristida adscencionis*), falsa banderilla (*Bouteloua reflexa*) y tempranero (*Setaria macrostachya*). Para esta área se identificaron 4 asociaciones principales de vegetación: 1) Xeroriparia con mezquite y piojito, 2) Planicies con palo fierro y rama blanca, 3) Estribaciones con totrote (*Bursera* spp) y uña de gato, y 4) Praderas de zacate buffel (Figura 2).

El área 2 constituida por el Rancho El Americano y terrenos adyacentes, se localiza 25 km al norte de Puerto Libertad en Pitiquito, Sonora (30°00' y 30°17' N, 112°17' y 112°43' W). Esta área comprende 83,000 ha donde las características fisiográficas y de vegetación representan 2 de las subdivisiones del Desierto Sonorense. Las porciones sur y oeste del área de estudio corresponden a planos con inclinación hacia el mar y son parte de la subdivisión Costa Central del Golfo en el Desierto Sonorense. Las porciones central y norte del área corresponden a planicies costeras que se integran con terreno rugoso característicos de la subdivisión Valle Bajo del Río Colorado en el Desierto Sonorense (Shreve and Wiggins 1964, Brown 1994). La altitud fluctúa entre 150 y 500 msnm de las planicies costeras y entre 500 y 750 msnm de las montañas desérticas. La precipitación promedio anual es de 180 mm. La temperatura media anual es de 23°C. La vegetación en planicies costeras corresponde al matorral sarcocauléscente y la vegetación de estribaciones y planicies del norte corresponde a matorral micrófilo (Shreve and Wiggins 1964, Brown 1994). Las especies mas comunes en el matorral sarcocauléscente son el torote (*Bursera hindsiana*), el sangregado (*Jatropha cuneata*, *J. cinerea*), la gobernadora (*Larrea tridentata*), hierba del burro (*Ambrosia dumosa*), rama blanca y cactáceas como el etcho (*Pachycereus pringley*), la choya saltona (*Opuntia fulgida*) y la cholla amarilla (*Opuntia bigelovii*). El matorral micrófilo incluye gobernadora, ocotillo (*Fouquieria splendens*), palo verde (*Cercidium floridum* y *C. microphyllum*), chamizo blanco (*Ambrosia*

deltoidea), hierba del burro, rama blanca y sangregado con cactáceas como la pitahaya (*Lemaireocereus thurberi*), el saguaro (*Carnegia gigantea*), bisnaga (*Ferocactus acanthodes*) y choya. Para esta área se identificaron 6 asociaciones principales de vegetación: 1) Xeroriparia con mezquite y palo fierro, 2) Estribaciones del norte con torote y sangregado, 3) Lomeríos con gobernadora y palo verde, 4) Planicies con gobernadora y *Ambrosia*, 5) Planicies costeras con gobernadora y etcho, y 6) Praderas de zacate buffel (Figura 3). El ganado bovino estuvo presente en todo el tiempo del estudio en ambas áreas, aunque la carga animal fue notablemente menor en el área de El Americano, debido a la reducida disponibilidad de forraje. Fuentes de agua naturales y artificiales (15 en cada área) estuvieron también disponibles para el venado bura. Las estaciones del año fueron determinadas de acuerdo a la distribución de lluvia y temperatura (Krausman 1985).

En Abril del 2002 se capturaron hembras de venado bura con una red disparada desde un helicóptero (Krausman et al. 1985). A cada animal se colocó un collar radiotransmisor (VHF MOD-500) con sensor de mortalidad (S6A, 4hr)(Telonics, Mesa, Arizona). Las hembras marcadas fueron monitoreadas de Abril del 2002 a Junio del 2004. Se efectuaron localizaciones terrestres que consistieron en la identificación visual de los animales por al menos 4 veces al mes. Para la localización se utilizaron receptores TR-2 y antenas H manuales (modelo RA-1AK, Telonics, Mesa, Arizona). De igual forma se realizaron localizaciones aéreas al menos una vez por mes para cada animal desde un Cessna 182 equipado con receptor TR-2, un control selector de antena y antenas direccionales montadas en el soporte de cada ala. Se asumió la ocurrencia de errores en la localización telemétrica y se siguieron las recomendaciones para localización aérea descritas por Krausman et al. (1984). La posición geográfica de cada localización de los animales se registró en un dispositivo de Sistema de Posición Geográfica (GPS eTrex, Garmin, Olathe, Kansas, EUA). Después, cada localización se descargó a una computadora y se formaron imágenes cartográficas mediante el programa ArcView 3.2 (Environmental Systems Research Institute 1996).

En cada localización terrestre se registró información sobre la asociación de vegetación usada. Para al menos 20% de las localizaciones en cada estación se evaluaron la diversidad vegetal, cobertura del suelo, cobertura térmica (i.e., vegetación de al menos 75 cm de alto que aporta sombra para el venado), y porcentaje del suelo cubierto por materia orgánica, grava o piedra. Se utilizó el método de punto de intercepto (Heady et al. 1959) para efectuar las mediciones de vegetación en líneas de 40 m centradas en el punto exacto de localización animal. La dirección de la línea se determinó al azar. Para comparación, se seleccionaron aleatoriamente localizaciones apareadas a 100 m del punto seleccionado por venado bura, y se realizaron las mediciones en forma similar. Se efectuaron regresiones logísticas para comparar las características de los sitios seleccionados y sitios al azar. Se discriminaron características de sitio con $P > 0.10$ y se realizaron comparaciones mediante pruebas de Wilcoxon.

Se determinaron las áreas de ámbito hogareño del venado bura durante cada estación en ambas áreas de estudio mediante el uso de polígono mínimo convexo (PMC) en el programa ArcView 3.2 (Environmental Systems Research Institute 1996). Para obtener el número adecuado de localizaciones y minimizar el sesgo se siguieron los procedimientos descritos por Mares et al. (1980). La comparación de áreas de ámbito hogareño entre estaciones y áreas de estudio se realizó mediante pruebas de Wilcoxon (Kruskal-Wallis).

El área de cada asociación de vegetación se calculó con el ArcView 3.2 (Environmental Systems Research Institute 1996). Se utilizaron tablas de contingencia con análisis de Ji cuadrada para probar la hipótesis nula de que el venado bura utiliza las asociaciones de

vegetación en forma proporcional a su disponibilidad (Neu et al. 1974, Byers et al. 1984). Cuando se detectaron diferencias ($P < 0.05$) entre el uso esperado y observado, se calcularon intervalos de confianza de Bonferroni para determinar si el uso proporcional de cada asociación era significativamente ($P < 0.05$) mayor o menor a la disponibilidad porcentual (Neu et al. 1974, Byers et al. 1984). Luego se graficó la variabilidad en las selecciones individuales (Thomas y Taylor 1990) para cada asociación de vegetación en ambas áreas de estudio.

Se calcularon las distancias, mediante ArcView, de cada localización de venado bura con respecto a la fuente de agua mas cercana. Se generó igual número de localizaciones en forma aleatoria para determinar si las localizaciones del venado bura estaban mas cerca de fuentes de agua que los sitios al azar. Se efectuaron análisis de varianza mediante pruebas de Tuckey-Kramer (Diferencia honestamente significativa) para comparaciones entre áreas y entre estaciones.

RESULTADOS

Se capturaron en total 33 hembras de venado bura, para las dos áreas de estudio. Para el área de La Jubaivena se equiparon 19 hembras con radio-collares que generaron 1,175 localizaciones. En el área El Americano se equiparon 14 hembras que generaron 829 localizaciones en el periodo de estudio. Se calculó el área de ámbito hogareño para cada animal que registró al menos 14 localizaciones por estación. Debido a que durante la temporada cinegética se restringió el acceso a ambas áreas, el número de datos fue insuficiente para calcular áreas de ámbito hogareño durante el invierno para La Jubaivena. En general las áreas de ámbito hogareño fueron mayores en El Americano ($27.3 \text{ km}^2 + 2.6$) en comparación con La Jubaivena ($14.5 \text{ km}^2 + 2.0$) (Kruskal-Wallis $X^2_6 = 17.98$, $P = 0.006$). Durante el verano, las áreas de ámbito hogareño fueron menores ($P < 0.05$) que en cualquier otra época en ambas áreas de estudio (Tabla 1). No se registró diferencia ($P > 0.05$) entre el tamaño de las áreas de ámbito hogareño de primavera (6.0 km^2) y otoño (7.6 km^2) en La Jubaivena. Por el contrario, las áreas de ámbito hogareño en invierno (12.3 km^2) y primavera (10.1 km^2) fueron mayores ($P < 0.05$) que las de verano (5.1 km^2) y otoño (6.9 km^2) en El Americano (Tabla 1).

Durante la captura en La Jubaivena, 4 de las 19 hembras de venado bura fueron capturadas dentro de praderas de zacate buffel. Estos 4 animales fueron subsecuentemente localizados 235 veces durante el estudio. Con excepción de 2 localizaciones, todas las localizaciones fueron dentro de los límites de las praderas de zacate buffel. Por lo tanto se compararon las áreas de ámbito hogareño de los animales dentro de praderas de buffel contra el resto de los animales con collar en La Jubaivena. No se detectó diferencia (Kruskal-Wallis, $X^2_1 = 0.28$, $P = 0.60$) en las áreas de ámbito hogareño dentro de praderas de zacate buffel ($5.16 \text{ km}^2 \pm 0.95$) comparadas con el resto de animales marcados ($6.16 \text{ km}^2 \pm 0.51$) en La Jubaivena.

Para el análisis del uso de hábitat por el venado bura se trazaron los perímetros de las áreas de estudio mediante la conexión de los puntos mas externos de las localizaciones de los animales con radio-collar. Luego se añadió una zona de anchura igual a la mitad de la distancia media recorrida entre localizaciones individuales. Así, se determinó un área de 24,155 ha para La Jubaivena (Figura 2) y 83,036 ha para El Americano (Figura 3). Las praderas de zacate buffel constituyeron el 32% en La Jubaivena y el 1% en El Americano (Tablas 2 y 3).

El venado bura no utilizó las asociaciones de vegetación en proporción con su disponibilidad en cualquiera de las áreas de estudio ($P < 0.001$; Tablas 2 y 3). En general el venado bura prefirió vegetación xeroriparia en ambas áreas durante el estudio. La asociación de vegetación en

planicies contiguas a las áreas xeroriparias también fueron seleccionadas en El Americano (Tabla 3) y usadas en proporción a su disponibilidad en La Jubaivena (Tabla 2).

La asociación xeroriparia de mezquite y piojito fue seleccionada durante todas las estaciones del año en La Jubaivena. Las estribaciones con torote y uña de gato resultaron consistentemente evitadas por los animales marcados en el estudio. Las planicies con palo fierro y rama blanca se utilizaron en proporción con su disponibilidad en todas las estaciones. Al considerar el total de los animales en La Jubaivena, las áreas con zacate buffel fueron evitadas en la mayoría de las estaciones, excepto en verano, cuando se utilizaron en proporción con su disponibilidad.

En El Americano las áreas xeroriparias con mezquite y palo fierro fueron seleccionadas durante todas las estaciones del año. Las planicies con gobernadora y *Ambrosia* spp. Fueron seleccionadas durante primavera y verano, y usadas en proporción a su disponibilidad durante otoño e invierno. Las planicies costeras con gobernadora y etcho aparecieron consistentemente evitadas durante todas las estaciones. Las estribaciones del norte con torote y sangregado se evitaron durante el invierno y verano, pero usadas en proporción a su disponibilidad durante otoño e invierno. Las áreas con zacate buffel se utilizaron en proporción con su disponibilidad durante la mayoría de las estaciones, a excepción del invierno cuando éstas áreas aparecieron evitadas. Debe hacerse especial hincapié en que los individuos de venado bura marcados con radio-collares mostraron alta variabilidad en sus preferencias por asociaciones de vegetación en ambas áreas de estudio (Figuras 4 y 5).

A partir de los análisis de regresión logística se identificó que la cobertura térmica (estimado = -0.15 ± 0.049 , $X^2 = 9.3$, $P = 0.002$), la cobertura del suelo (estimado = -0.06 ± 0.036 , $X^2 = 2.4$, $P = 0.09$) y el porcentaje de grava en el suelo (estimado = 0.03 ± 0.018 , $X^2 = 2.93$, $P = 0.08$) fueron las variables que describieron mejor ($P < 0.10$) las diferencias en los sitios seleccionados comparativamente con localizaciones al azar. Estas características de hábitat variaron entre áreas y entre estaciones (Tabla 4).

La cobertura térmica fue consistentemente mayor ($P < 0.05$) en sitios seleccionados por el venado bura en comparación con sitios al azar para ambas áreas de estudio. La cobertura térmica fue la mas alta en verano para La Jubaivena y la mas alta para el otoño en El Americano (Tabla 4).

La cobertura del suelo fue mayor en sitios seleccionados por el venado bura en comparación con sitios al azar en todas las estaciones para ambas áreas de estudio, a excepción del invierno en La Jubaivena. Sin embargo, la única diferencia significativa ($P < 0.05$) en cobertura del suelo se detectó durante el invierno (26.5%) para El Americano.

La presencia de grava en el suelo de La Jubaivena se detectó solo en sitios seleccionados y al azar durante el invierno. El porcentaje de grava en el suelo para dichas área y estación no fue significativamente diferente ($P > 0.05$). La grava estuvo presente en todos los sitios de El Americano. En ésta área, el porcentaje de grava en el suelo fue menor en sitios seleccionados por el venado bura que en sitios al azar durante todas las estaciones del año. Sin embargo, se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en el porcentaje de grava de sitios seleccionados (7.8%) y el porcentaje de grava en sitios al azar (22.7%) durante la primavera.

Se utilizaron 1,175 y 829 localizaciones de venado bura para La Jubaivena y El Americano respectivamente, para el análisis de las relaciones de la presencia de venados con la distancia a fuentes de agua. Se utilizó igual número de localizaciones al azar para la comparación. La

distancia media de la localización de venado bura a la fuente de agua mas cercana fue menor ($P < 0.05$) en cada estación a través del estudio en comparación con sitios al azar.

En La Jubaivena, las distancias medias de las localizaciones de venado bura con respecto a la fuente de agua mas cercana fueron 1.9 ± 0.07 km en invierno, 1.5 ± 0.05 km en primavera, 1.7 ± 0.05 km en verano, y 2.0 ± 0.05 km en otoño. Las distancias al agua mas cercana fueron menores ($P < 0.05$) durante primavera y verano que en otras estaciones.

En El Americano, las distancias medias de las localizaciones de venado bura con respecto a la fuente de agua mas cercana fueron 3.5 ± 0.22 km en invierno, 2.4 ± 0.19 km en primavera, 2.1 ± 0.18 km en verano, y 2.6 ± 0.26 km en otoño. La distancia media al agua mas cercana fue menor durante el verano que en cualquier otra estación, sin embargo no se detectó diferencia significativa ($P > 0.05$) con las distancias en primavera y otoño. Durante el invierno, la distancia media al agua mas cercana fue mayor ($P < 0.05$) a la distancia registrada en cualquier otra estación.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los movimientos y el área de ámbito hogareño del venado bura están influenciados por la estación del año, condiciones del hábitat, y otros factores inherentes a la especie (Mackie et al. 1982, Anderson and Wallmo 1984). El tamaño de las áreas de ámbito hogareño aumenta en proporción con la distancia entre los recursos requeridos por los venados. Mackie et al. (1982) reportaron áreas de ámbito hogareño de hasta 21 km^2 para venados bura en pastizales semi-desérticos. Sin embargo en ambientes áridos el área de ámbito hogareño es de hasta 8 veces mas grande ($121 - 172 \text{ km}^2$), como los reportados para el sur de Arizona por Krausman (1985) y Rautenstrauch y Krausman (1989).

En general para el presente estudio, las áreas de ámbito hogareño fueron mayores en El Americano que en La Jubaivena. El área de El Americano localizada en la región oeste de Sonora recibe menor precipitación y presenta vegetación mas escasa de La Jubaivena localizada en la región central de Sonora. Los resultados del presente estudio concuerdan con los postulados de que en ambientes mas áridos el venado bura exhibe mayores áreas de ámbito hogareño para satisfacer sus necesidades. Para el presente estudio las áreas de ámbito hogareño del venado bura durante el verano fueron menores que en cualquier otra estación en ambas áreas. Resultados similares obtuvieron Fox y Krausman (1994), así como Krausman y Etchberger (1995) para hembras de venado bura en el oeste de Arizona. No hubo diferencias en áreas de ámbito hogareño del venado bura entre primavera y otoño en La Jubaivena. Por el contrario, las áreas de ámbito hogareño en invierno y primavera fueron mayores a las exhibidas durante verano y otoño en El Americano.

Las praderas de zacate buffel comprendieron mas del 30% del área de estudio en La Jubaivena. Los venados bura habitan esas áreas durante todo el año. No se detectó diferencia en las áreas de ámbito hogareño de las hembras de venado bura dentro de las praderas de zacate buffel comparadas contra las áreas de ámbito hogareño de las otras hembras con radiocollar en áreas con vegetación nativa. No existe información previa para contrastar estos resultados. En esta área de estudio las praderas de zacate buffel han estado presentes desde principios de los 1980s. Aunque la mayoría de los arbustos y árboles fueron removidos en preparación para la siembra del zacate buffel, existe una combinación de árboles y arbustos que podrían estar aportando suficientes recursos al venado bura para permanecer en esas áreas. La cobertura térmica dentro de las praderas de zacate buffel (10.5%) fue menor que localidades con vegetación nativa fuera de las praderas (18.4%).

Las hembras de venado bura seleccionaron la vegetación xeroriparia. Las planicies adyacentes a sitios xeroriparios fueron utilizadas en proporción a sus disponibilidad durante primavera y verano (estaciones mas cálidas) en ambas áreas de estudio. La cobertura de árboles y arbustos en esas áreas seleccionadas proveen protección térmica al venado bura, Especialmente para hembras preñadas o lactantes. Resultados similares encontraron Fox y Krausman (1994), quienes observaron que las hembras seleccionan áreas con vegetación apropiada para proteger a las crías. Tull et al. (2001) también encontraron que las hembras seleccionaron echaderos en áreas con relativamente abundante cobertura térmica durante todas las estaciones del año.

En relación a las áreas de praderas con zacate buffel en el presente estudio, la variabilidad individual en la proporción de uso de hábitat menos la proporción de disponibilidad sugiere que las hembras de venado bura seleccionan el área de ámbito hogareño sin importar las alteraciones del hábitat por praderas de zacate buffel. Probablemente, el nivel de reducción en cobertura térmica y el forraje de ramoneo en las praderas de zacate buffel no representa una limitante para el uso de estas áreas. Cuatro de las 19 hembras de venado bura equipadas con radio-collar en la región central de Sonora presentaron áreas de ámbito hogareño totalmente dentro de praderas de zacate buffel. Otras 4 hembras con radio-collar que fueron capturadas fuera de praderas de zacate buffel presentaron parte de sus áreas de ámbito hogareño dentro de las mismas áreas de zacate buffel. Una de esas hembras incluso registró el 48% de las localizaciones durante el estudio dentro de las praderas de zacate buffel.

Los resultados del presente estudio indican de igual forma que el venado bura seleccionó sitios en proximidad a fuentes de agua. La disponibilidad de agua fue probablemente la razón para algunas hembras de venado bura a permanecer en praderas de zacate buffel. El agua ha sido considerado como un importante factor limitante para el venado bura del desierto (Leopold y Krausman 1991). La cantidad y distribución de fuentes de agua afectan la distribución del venado bura en ambientes áridos. En el suroeste de los Estado Unidos, los venados bura se encuentran normalmente dentro de 2.4 km distantes de fuentes de agua (Hanson y McCulloch 1955, Swank 1958, Boroski y Mossman 1996). Algunos estudios en áreas desérticas del suroeste de Arizona mostraron observaciones similares donde los venados bura se encontraron significativamente mas cercanos a fuentes de agua durante el verano (Ordway y Krausman 1986, Hervert y Krausman 1986, Krausman et al. 1989, Rautenstrauch y Krausman 1989, Krausman y Etchberger 1995). La ganadería ha sido la actividad principal en los pastizales de Sonora durante mas de 50 años. Por lo tanto, numerosas fuentes de agua se han establecido a lo largo del rango de distribución del venado bura. Adicionalmente, debido al interés reciente de algunos rancheros en el manejo de fauna silvestre, nuevas fuentes de agua son dispuestas en el hábitat del venado bura.

Las condiciones de hábitat para el venado bura en los pastizales de Sonora son diferentes a las condiciones de hábitat en otras regiones de su distribución. El apacentamiento de ganado, la remoción de vegetación arbustiva, la introducción de plantas exóticas asi como el creciente numero de fuentes artificiales de agua han alterado indiscutiblemente las interacciones entre el venado bura y su hábitat. La reducción de cobertura y disponibilidad de alimento en ambientes áridos representan una de las mayores preocupaciones para la conservación del venado bura. Los manejadores de fauna silvestre y pastizales deben considerar que aún en hábitats alterados el venado bura utiliza las áreas con mayor cobertura y forraje de árboles y arbustos. Es muy importante eliminar la transformación extensiva de nuevas áreas en zacatales abiertos. Otra preocupación importante debe ser el riesgo de incendios accidentales en áreas con dominancia de zacate buffel. La áreas donde el zacate buffel es subutilizado pueden acumular

grandes cantidades de combustible seco que puede ocasionar fuegos de alta intensidad. Estos fuegos afectan cactáceas, arbustos y árboles que aportan alimento y cobertura para el venado bura. Es importante continuar con mas investigación para cuantificar el nivel de las mencionadas alteraciones y evaluar el desempeño de las poblaciones de venado bura. La investigación y el manejo adaptativo deben enfocarse en la identificación de los límites del umbral ecológico de los hábitats alterados, determinar diferencias en densidades de venado bura y relaciones nutricionales, y evaluar las tasas de sobrevivencia y productividad poblacional del venado bura en relación con dichas alteraciones.

LITERATURA CITADA

- Anderson, A. E., and O. C. Wallmo. 1984. *Odocoileus hemionus*. Mammalian Species 219:1-9
- Boroski, B. B. and A. S. Mossman. 1996. Distribution of mule deer in relation to water sources in northern California. *Journal of Wildlife Management* 60:770-776.
- Brown, R. T. 1994. Biotic communities: Southwestern United States and Northwestern Mexico. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah, USA.
- Búrquez-Montijo, A., M. E. Miller, and A. Martínez-Yrizar. 2004. Mexican grasslands, thornscrub, and transformation of the Sonoran Desert by invasive Buffelgrass. Pages 126-146 *in*: B. Tellman, editor. Invasive exotic species in the Sonoran Ecoregion. The University of Arizona Press and The Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, Arizona, USA
- Byers, C. R. , R. K. Steinhorst, and P. R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48:1050-1053.
- Camou-Healy, E. 1994. Los sistemas de producción bovina en Sonora: criadores de becerros, cambio tecnológico y mercado internacional. Tesis doctoral en Ciencias Sociales, El Colegio de Michoacán, Michoacán, México.
- Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. 1989. 20 Años de Investigación Pecuaria en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Sonora, Mexico.
- CETENAL. 1974. EL OASIS H12C29. Carta Topográfica, escala 1:50,000. Centro de Estudios del Territorio Nacional. Mexico, D. F.
- Environmental Systems Research Institute. 1996. Using ArcView GIS. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA. 350 pp.
- Fox, K. B., and P. R. Krausman. 1994. Fawning habitat of desert mule deer. *The Southwest Naturalist* 39:269-275.
- Hanson, W. R., and C. Y. McCulloch. 1955. Factors influencing the distribution of mule deer on Arizona rangelands. *Transactions of the North America Wildlife Conference* 20:568-588.
- Heady, H. F., R. P. Gibbens, and R. W. Powell. 1959. A comparison of the charting, line intercept, and line point methods of sampling shrub types of vegetation. *Journal of Range Management* 12:180-188.
- Heffelfinger, J. R. 2000. Status of the name *Odocoileus hemionus crooki* (Mammalia: Cervidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 113: 319-333.
- Hervert, J. J., and P. R. Krausman. 1986. Desert mule deer use of water developments in Arizona. *Journal of Wildlife Management* 50:670-676.
- Kie, J. G. and B. Czech. 2000. Mule and Black-tailed deer. Pages 629-657 *in*: S. Demarais and P. R. Krausman, editors., *Ecology and management of large mammals in North America*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Krausman, P. R. 1985. Impacts of the Central Arizona Project on desert mule deer and desert bighorn sheep. Contract No. 9-07-30-X069. U. S. Bureau of Reclamation, Phoenix, Arizona, USA.
- Krausman, P. R., and R. C. Etchberger. 1995. Response of desert ungulates to a water project in Arizona. *Journal of Wildlife Management* 59:292-300.
- Krausman, P. R., B. D. Leopold, R. F. Seegmiller, and S. G. Torres. 1989. Relationships between desert bighorn sheep and habitat in western Arizona. *Wildlife Monographs* 102.

- Krausman, P. R., J. J. Hervert, and L. L. Ordway. 1984. Radio tracking desert mule deer and bighorn sheep with light aircraft. Pages 115-118 *in*: Krausman P. R and N. S. Smith, editors. *Deer in the Southwest: A Workshop*. WR 204 .New Mexico State University, New Mexico, USA.
- Krausman, P. R., J. J. Hervert, and L. L. Ordway. 1985. Capturing deer and mountain sheep with a net gun. *Wildlife Society Bulletin* 13: 71-73.
- Leopold, B. D. and P. R. Krausman. 1991. Factors influencing desert mule deer distribution and productivity in southwestern Texas. *Southwestern Naturalist* 36:67-74.
- Mackie, R. J., K. L. Hamlin, and D. F. Pac.1982. Mule deer. Pages 862-877 *in*: J. A. Chapman and G. A. Feldhamer, editors. *Wild mammals of North America—biology, management, economics*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.
- Mares, M. A., M. R. Willig, and N. A. Bitar. 1980. Home range size in eastern chipmunks, *Tamias striatus*, as a function of number of captures: statistical biases of inadequate sampling. *Journal of Mammalogy* 61:661-669.
- Neu, C. W., C. R. Byers, and J. M. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 50:677-683.
- Ordway, L. L., and P.R. Krausman. 1986. Habitat use by desert mule deer. *Journal of Wildlife Management* 50:677-683.
- Rautenstrauch, K. R., and P. R. Krausman. 1989. Influence of water availability and rainfall on movements of desert mule deer. *Journal of Mammalogy* 70:197-201.
- Shreve, F. and I. L. Wiggins. 1964. *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*. Stanford University Press, Stanford, California, USA.
- Swank, W. G. 1958. *The mule deer in Arizona Chaparral*. Arizona game and Fish Department, Game Bulletin No. 3.
- Thomas, D. L., and E. J. Taylor. 1990. Study designs and tests for comparing resource use and availability. *Journal of Wildlife Management* 54:322-330.
- Tull, J. C., P. R. Krausman, and R. J. Steidl. 2001. Bed-site selection by desert mule deer in southern Arizona. *Southwestern Naturalist* 46:354-357.
- USDA, NRCS. 2005. The PLANTS Database, Version 3.5 (<http://plants.usda.gov>). Data compiled from various sources by Mark W. Skinner. National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
- Yetman, D., and Búrquez, A. 1994. Buffelgrass -- Sonoran Desert nightmare. *Arizona Riparian Council Newsletter* 7: 8-10.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Diversificación Productiva

Tabla 1. Áreas de ámbito hogareño estacional (km²) del venado bura en centro y oeste de Sonora, México, 2002-2004

	Áreas de estudio							
	La Jubaivena, Carbó, Sonora ^a				El Americano, Pitiquito, Sonora			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Media	--	6.04	4.45 ^b	7.63	12.31	10.08	5.06 ^b	6.92
Error Estándar	--	0.75	0.55	0.85	3.02	2.41	0.48	2.07
Rango	--	1.3 - 11.2	1.3 - 8.7	2.4 - 15.2	1.3 - 36.6	3.6 - 32.3	3.1 - 9.1	2.1 - 14.3
No. animales	--	18	18	17	11	11	13	6
Localizaciones	--	334	286	321	172	236	262	84

^a Diferencia entre áreas de estudio (Kruskal-Wallis $X^2 = 17.98$, 6 g.l., $P = 0.006$).

^b Estadísticamente diferente ($P < 0.05$) entre estaciones en la misma área.

Tabla 2. Utilización - disponibilidad de asociaciones vegetales por el venado bura en La Jubaivena, Carbo, Sonora, México, 2002-2004

Asociación de vegetación	Área total (ha)	Área relativa (%)	(E) Uso esperado	(O)Uso observado	$\frac{(O-E)^2}{E}$	Bonferroni I.C. 95%		
						Bajo	Alto	
Prju-Capu ¹	884	4	43.00	196	544.3667	0.1396	0.1940	(++) S ⁵
Olte-Enfa ²	14,382	60	699.60	698	0.0037	0.5583	0.6298	(++)
Busp-Mila ³	1,199	5	58.32	2	54.3929	0.0000	0.0047	(--) A
Buffel ⁴	7,690	32	374.07	279	24.1637	0.2064	0.2685	(--) A
Total	24,155	100	1,175	1,175	$X^2 = 622.9270$			

¹ Mezquite – piojito – Xeroriparia

² Palo fierro – rama blanca – Planicies

³ Torote – uña de gato – Estribaciones

⁴ Praderas de zacate buffel

⁵ (++) S = usado > esperado, (--) A = usado < esperado, (++) = usado igual que esperado.

Tabla 3. Utilización - disponibilidad de asociaciones vegetales por el venado bura en El Americano, Pitiquito, Sonora, México, 2002-2004

Asociación de vegetación	Área total (ha)	Área relativa (%)	(E) Uso esperado	(O)Uso observado	$\frac{(O-E)^2}{E}$	Bonferroni I.C. 95%		
						Bajo	Alto	
Prju-Olte ¹	1,050	1	10.48	63	263.1029	0.0517	0.1003	(++) S ⁷
Busp-Jacu ²	12,679	15	126.58	64	30.9407	0.0527	0.1017	(--) A
Latr-Cemi ³	26,350	32	263.07	200	15.1201	0.2021	0.2805	(--) A
Latr-Frsp ⁴	36,535	44	364.75	493	45.0941	0.5497	0.6397	(++) S
Latr-Papr ⁵	5,915	7	59.05	5	49.4765	0.0000	0.0131	(--) A
Buffel ⁶	507	1	5.06	4	0.2227	0.0000	0.0112	(-+)
Total	83,036	100	829	829				
					$X^2 =$	403.9570		

¹ Mezquite – palo fierro – Xeroriparia

² Torote – sangregado – Estribaciones del norte

³ Gobernadora – palo verde – Lomerío

⁴ Gobernadora – *Ambrosia* spp. – Planicies

⁵ Gobernadora – etcho – Planicies costeras

⁶ Praderas de zacate buffel

⁷ (++) S = usado > esperado, (--) A = usado < esperado, (-+) = usado igual que esperado

Tabla 4. Cobertura térmica (TC), cobertura del suelo (CS), y grava en el suelo (Gr) entre sitios seleccionados y al azar por el venado bura en el centro y oeste de Sonora, México, 2002-2004.

Estación y Área	Seleccionado			Al azar		
	TC	CS	Gr	TC	CS	Gr
<i>Invierno</i>						
La Jubaivena	10.9*	33.6	4.7	7.0	45.0	5.9
El Americano	19.8	26.5*	23.8	11.2	10.9	35.1
<i>Primavera</i>						
La Jubaivena	18.5*	24.3	0.0	3.5	21.0	0.0
El Americano	12.9*	19.5	7.8*	4.1	15.9	22.7
<i>Verano</i>						
La Jubaivena	27.9*	31.5	0.0	12.8	27.7	0.0
El Americano	16.4*	22.3	10.3	6.9	20.5	16.9
<i>Otoño</i>						
La Jubaivena	18.9	28.9	0.0	14.6	26.7	0.0
El Americano	23.5*	15.3	9.3	10.9	14.9	13.5

* Indicates difference ($P < 0.05$) between selected and random sites for the same characteristic.

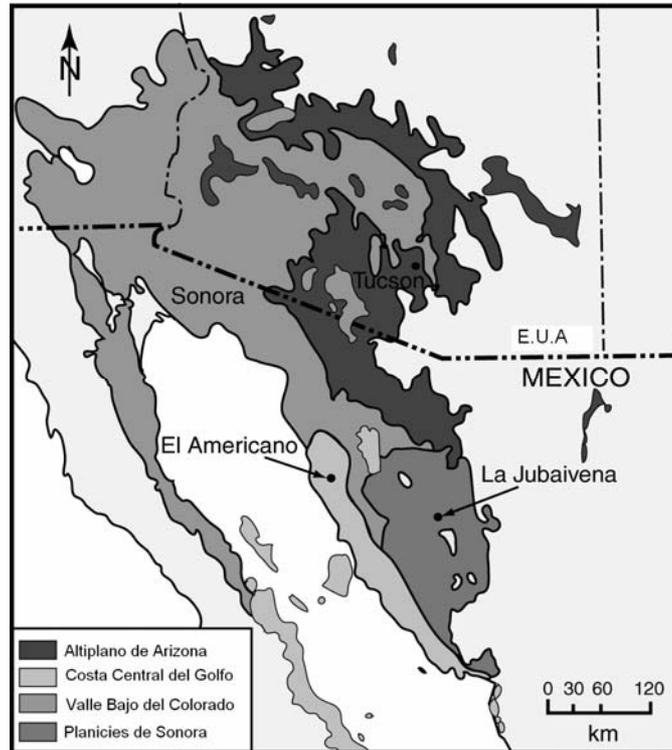


Figura 1. Áreas de estudio para el análisis de ámbito hogareño y uso de hábitat en regiones central y oeste de Sonora, México

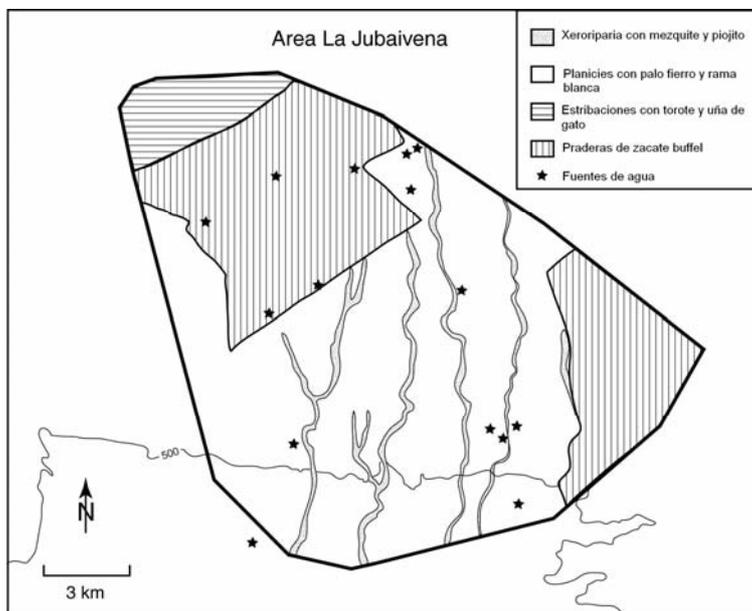


Figura 2. Asociaciones de vegetación y localización de fuentes de agua en La Jubaivena, Sonora, México

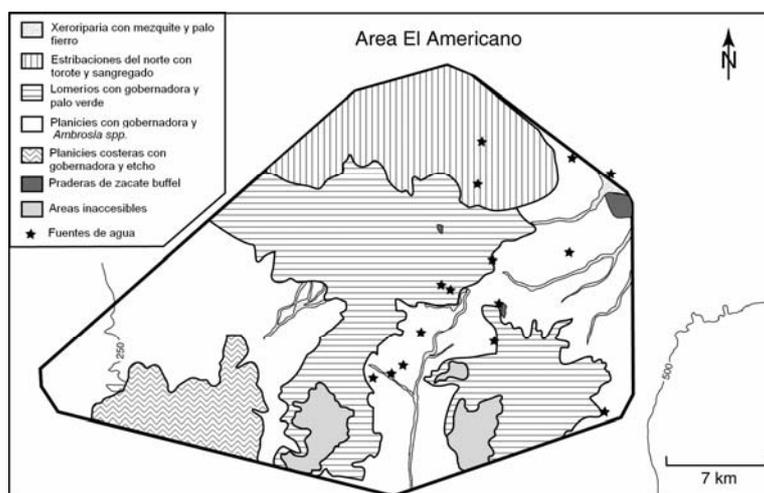


Figura 3. Asociaciones de vegetación y localización de fuentes de agua en El Americano, Sonora, Méx.

Artículos in extenso
 Área temática: Diversificación Productiva

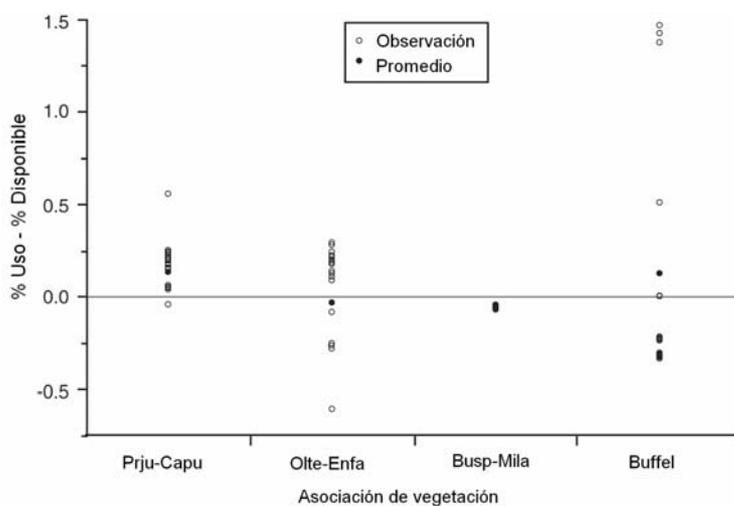
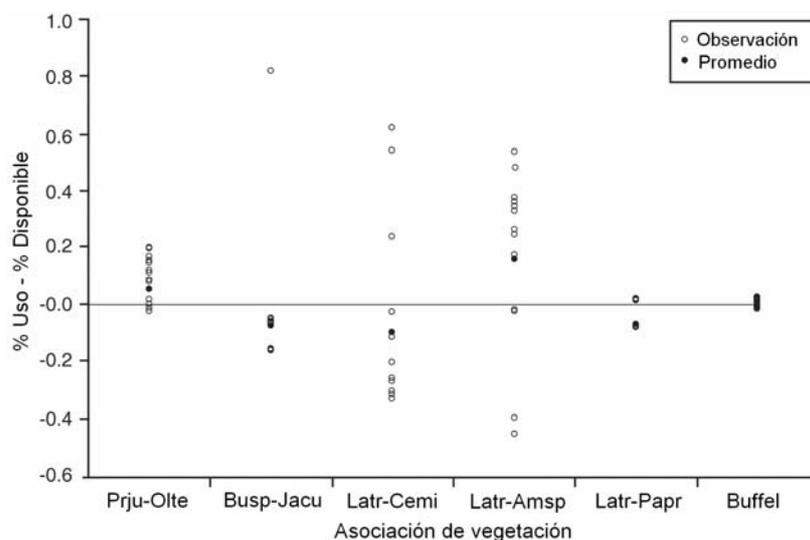


Figura 4. Variación individual en la proporción de uso de asociaciones de vegetación en La Jubaivena, región central de Sonora, México.



Prju-Olte = Xeroriparia con mezquite y palo fierro
 Busp-Jacu = Estribaciones del norte con torote y sangregado
 Latr-Cemi = Lomerío con gobernadora y palo verde
 Latr-Amsp = Planicies con gobernadora y *Ambrosia* spp.
 Latr-Papr = Planicies costeras con gobernadora y etcho
 Buffel = praderas con zacate buffel

Figura 5. Variación individual en la proporción de uso de asociaciones de vegetación en El Americano, región oeste de Sonora, México.

USO MÚLTIPLE EN UN PREDIO GANADERO

Tovar R., G. Vázquez* y R. Santos*

Facultad de Agronomía UASLP
Km 14.5 carretera San Luis Matehuala Ejido Palma de la Cruz Soledad de Graciano Sánchez
S.L.P. gvazquez@uaslp.mx rsantos@uaslp.mx

INTRODUCCIÓN

El apacentamiento de bovinos en las áreas boscosas presenta limitaciones importantes particularmente en lo referente a la baja eficiencia del uso de la vegetación, la reducción en movilidad de los animales con altas densidades de árboles, la preferencia por ciertos hábitats, que ocasiona una distribución irregular con pendientes cerriles y fuentes de agua alejadas provocando una reducción en la capacidad de carga. Bajo este esquema se tienen serias dificultades para mantener a los productores en el negocio de la ganadería como única actividad (Rowe, 2001). Una de las estrategias empleadas es la diversificación productiva que permite disminuir los riesgos e incrementar los ingresos por la venta de diferentes productos y servicios, este concepto es conocido como uso múltiple el cual, marca el inicio de una etapa en la que se pretende conservar y utilizar racionalmente los recursos naturales, a través de una variedad de usos en las áreas ganaderas.

El uso múltiple se define como el manejo de dos o más recursos tangibles o no, sobre un área específica de tierra o agua, esto involucra la utilización de todos los espacios y recursos (Heady, 1981). La Sociedad de Manejo de Pastizales (1989) menciona que el uso múltiple implica la armonía en el uso del pastizal para más de un propósito. En Estados Unidos existe la Asociación de Uso Múltiple la cual promueve la diversificación de las explotaciones y cuenta con un equipo multidisciplinario para asesorar a los productores (Pearce, 2002). Se considera que en México (Villarreal, 1994), este modelo se originó por la inminente descapitalización de los productores y la necesidad apremiante de una mayor productividad y rentabilidad de sus explotaciones ganaderas, principalmente en los estados del norte, se tienen productores de predios privados y algunos comunales que se manejan bajo la filosofía del uso múltiple con resultados satisfactorios. Dentro de las actividades de uso múltiple más comunes se encuentra el apacentamiento combinado de ganado y fauna silvestre, sin embargo, la combinación de diferentes usos resulta también en un incremento de los insumos y prácticas de manejo por lo que es necesario comparar las ganancias económicas obtenidas en un sistema de uso múltiple en relación al sistema tradicional. Con base en lo anterior el objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad económica de tres propuestas de manejo, ganadería, fauna y la combinación de ganadería fauna como uso múltiple de los recursos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un rancho ganadero de 615 ha, localizado en el municipio de Villa de Zaragoza S.L.P., ubicado geográficamente a 24°04'57" latitud norte y 100°34'59" longitud oeste, con una altitud de 2080 m., clima seco, con temperatura media anual menor a los 18°C y precipitación de 550 mm al año. La vegetación es representativa de un bosque de encino con *Quercus polymorpha*, *Q. diversifolia*, tascate *Juniperus fláccida*; lantrisco *Pistacia mexicana*; madroño *Arbutus arizonica* y pastizal inducido con banderita *Bouteloua curtipendula*; camalote *Paspalum* spp y zacate desparramado *Leptoloma cognatum* entre otros.

Los objetivos del rancho son la producción de pie de cría de bovinos de la raza Simmental y cría de fauna silvestre para ventas a zoológicos o con fines cinegéticos, con cuatro especies exóticas de cérvidos (cola blanca texano *Odocoileus virginianus texanus*, sika *Cervus nippon*, axis *Axis axis* y fallow *Dama dama* además) y un nativo (venado cola blanca *O.v. miquihuanensis*)

Para conocer los recursos del predio se realizaron tres tipos de inventarios: físico, de operación y económico (Stoddart *et al.*, 1975; McDaniel *et al.*, 1981). Para obtener el primer inventario, se registraron los recursos materiales como: infraestructura, maquinaria, superficie del predio y tipo de tenencia de la tierra. Se realizó la descripción de la vegetación y la estimación de la capacidad de carga para obtener el inventario de recursos forrajeros; en el bosque, se obtuvo de acuerdo a lo descrito por COTECOCA (1974) y en el pastizal inducido, por el método de corte de cosecha en pie (Vallentine, 1990) en 102 parcelas distribuidas aleatoriamente y transformándolo a unidades animal año. La composición florística se estimó a través de colectas en campo e indentificación de los especímenes mediante la consulta a expertos y comparación con especies de herbario del Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas de la U.A.S.L.P. Con respecto a la información de los recursos de la tierra, clima, recursos forrajeros, agua, actividades de mejoramiento y mantenimiento, ésta se obtuvo mediante recorridos de campo, consultas a los registros del rancho, y con el encargado del mismo, así como a mapotecas de INEGI (1974) e información de COAPAS. Se censó la población de la fauna exótica mediante conteos visuales de acuerdo a lo señalado por Clemente (1993) y para el cola blanca nativo se estimó la población a través del método de conteo de grupos fecales de Eberhardt y Van Etten (1956). En el inventario de operación, los movimientos de ganado, tipo y época de suministro del alimento suplementario y prácticas de manejo, se obtuvieron a través de consultas a los registros del rancho.

Para el inventario económico, se recopilaron datos de los costos fijos (mano de obra directa e indirecta, seguros e impuestos) y costos variables (suplemento, vitaminas, vacunas, combustible, entre otros). Con la información de los inventarios, se evaluaron tres propuestas de manejo para el predio: 1) producción de bovinos para pie de cría; 2) producción de fauna silvestre y 3) producción de ganado-fauna. Para realizar las propuestas se consideró el desarrollo del hato a cinco años para ganado y fauna, prácticas de manejo, infraestructura disponible, costos de producción, ingresos por la venta de ganado y cosecha de fauna silvestre mediante cacería.

Se determinó para cada propuesta, la producción mínima económica (punto de equilibrio, ecuación 1) el cual es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios; este se define como el nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y los variables. Esta técnica no evalúa la rentabilidad de la inversión, pero indica el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas. Posteriormente, se determinó la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) que calcula la tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta; es decir el porcentaje de dinero que el inversionista ganará por haber hecho dicha inversión (Baca, 1991).

RESULTADOS

El bosque de encino ocupó una superficie de 486 ha y el pastizal 129 ha. La composición florística del predio estuvo conformada por 32 familias, 101 géneros, y 101 especies, de las cuales, 12 especies pertenecieron al estrato arbóreo, 7 al arbustivo y 82 al herbáceo. La producción de forraje estimada fue de 1 485 kg de MS/ha al año para el pastizal y de 225 kg de

MS/ha para el bosque (COTECOCA, 1974). En relación a la superficie y a la producción de forraje, la carga animal estimada para el pastizal fue de 29.2 u.a. y de 21.89 u.a para el bosque. Adicionalmente, los animales recibieron forraje suplementario con alfalfa *Medicago sativa* durante la época de sequía cuya duración es de seis meses. El rancho cuenta con 3 represas, 2 ollas de agua y 10 manantiales, el agua se distribuye a todos los potreros a través de mangueras, bombas de agua y tanques de almacenamiento. De acuerdo a las recomendaciones hechas por Holecheck (1995) y Oeckenfels (1991), la distribución de bebederos cubre las necesidades de distribución para el ganado y venado respectivamente. El predio cuenta con una casa habitación para los propietarios, y cuatro para encargados y trabajadores, dos bodegas para almacenamiento; dos corrales de manejo equipados con trampa y embarcadero y cercos perimetrales e interiores. Se realizan rotaciones del ganado doméstico en potreros pequeños con cerco eléctrico. Los caminos interiores comunican casi todas las áreas del predio.

Programa 1: Ganado

Este programa se basa en la explotación de bovinos como especie única, debido a las características de la raza Simental (tamaño y peso) se consideró exclusivamente la superficie de pastizal (129 ha), que presenta las condiciones de vegetación y topografía utilizables por este tipo de bovinos, y cuya carga animal estimada fue de 29 u.a. De acuerdo a la estructura del hat, a la proyección de crecimiento y a la estrategia de ventas, esta propuesta tiene un valor bruto de la producción potencial de \$65 050.00 con la venta de 12 animales. Las mayores ganancias provienen de los becerros y de vaquillas de 1er parto (Cuadro 1) cuyos costos de producción pueden observarse en el Cuadro 2

Cuadro 1. Valor bruto del programa 1: ganado

Productos pecuarios	Producción (u.a)	Precio miles de pesos/u.a)	Valor bruto de la producción (miles de pesos)
Becerrros	7	6 650	46 550
Becerras	3	2 500	7 500
Vaquillas a 1er parto	1	8 000	8 000
Vaca	1	3 000	3 000
		Total	65 050

Cuadro 2. Costos de producción anual del programa 1: ganado

Costos Directos		Miles de pesos
Fuerza de trabajo	Vaqueros 6	75 000
	Veterinario	5 250
Alimentación	Suplemento	11 483
	Minerales	504
Medicinas	Vitaminas	616
	Vacunas (bacterina triple)	92
	Baño contra garrapatas	74
	Desparasitación interna	194
Subtotal		93 213
Costos Indirectos		
	Capital	Años de duración
	Gastos de amortización anual (miles de pesos)	
Maquinaria y equipo	110 000	10
Subtotal		11 000
Gastos Generales		
	Miles de pesos	
	Impuestos (3% sobre ventas)	1 951
	Combustible	6 000
	Impuesto	1 200
Subtotal		9 151
Total		113 364

Si la explotación se basa únicamente en la producción de ganado bovino, el ingreso neto y las utilidades registran pérdidas de \$48 314.00 (Cuadro 3) donde los costos de producción son superiores a las ganancias.

Cuadro 3. Ingreso neto y utilidades del programa ganadero propuesto

Valor bruto de la producción		\$65 050
Pecuario	\$65 050	
Costos de producción		\$113 364
Directos	\$93 213	
Indirectos	\$11 000	
Gastos generales	\$9 151	
Ingreso neto		\$-48 314

Programa 2: Fauna Silvestre

La propuesta del programa 2, se basa en la utilización de fauna silvestre excluyendo al ganado doméstico. El número de venados estimados es de 125 cola blanca nativos y 45 cérvidos exóticos. El ingreso neto del este programa es de \$245 322.00 considerando que los costos de producción fueron de \$48,678.00, disminuyendo el monto de este concepto con respecto al programa ganadero por considerar solamente la fuerza de trabajo, los gastos de amortización anual y los gastos generales. Los ingresos obtenidos corresponden a la cosecha de 20 machos de venado colablanca nativo, 5 machos y 9 hembras de cérvidos exóticos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ingreso neto y utilidades del programa de fauna

Valor bruto de la producción		\$294 000
Caza	\$294 000	
Costos de producción		\$48 678
Directos	\$35 500	
Indirectos	\$1 408	
Gastos generales	\$9 770	
Ingreso neto		\$245 322

La producción mínima económica estimada fue de 5 animales, lo que significa que con solo esta cantidad es suficiente para obtener ganancias y pagar los gastos, esto no es indicador de la rentabilidad del predio (Cuadro 5).

Programa 3: Ganado-Fauna

Esta propuesta incluye la combinación de las dos actividades: ganado y fauna, por lo que se utilizó el manejo señalado en los programas 1 y 2. En este caso, la explotación ganadera se ubicó en el área de pastizal (129 ha); en el bosque de encino el venado cola blanca y los exóticos en 26.99 ha. de bosque y 39.01 ha. de pastizal. Los costos de producción se incrementaron ligeramente con respecto al programa ganadero siendo un total de \$116, 965.00 El aumento se registró en los costos indirectos debido gastos de amortización y depreciación, se añadieron los de la cerca venadera en relación al programa ganadero y en el caso del programa de fauna se consideraron los costos de los insumos para el ganado.

El ingreso neto alcanzó un monto de \$242 085.00 (Cuadro 6) por la comercialización de 46 animales (12 bovinos y 34 cérvidos).

Cuadro 5. Producción mínima económica del programa de fauna

Concepto	Miles de \$
Valor de la producción programada	294 000
Egresos totales	48 678
Costos variables	6 000
Costos regulables	—
Costos fijos	42 678
Capacidad nominal total	
% que se utilizará	
Producción programada	34 animales
Producción mínima económica (punto de equilibrio)	5 animales

Cuadro 6. Ingreso neto del programa ganado-fauna

Valor bruto de la producción		\$359 050
Pecuario	\$65 050	
Caza	\$294 000	
Costos de producción		\$116 965
Directos	\$93 213	
Indirectos	\$12 408	
Gastos generales	\$11 344	
Ingreso neto		\$242 085

La producción mínima económica es de 13 animales, los cuales son suficientes para generar ganancias y pagar los gastos, sin embargo, esto no necesariamente significa que sea rentable (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producción mínima económica del programa de ganado-fauna

Concepto	Pesos
Valor de la producción programada	138 130
Egresos totales	116 965
Costos variables	18 963
Costos regulables	—
Costos fijos	98 002
Producción programada	46 u.a.
Producción mínima económica (punto de equilibrio)	13 u.a.

En el Cuadro 8 se observa la comparación entre los tres programas, el que tuvo más ventas fue el de ganado-fauna con 46 animales. En cuanto a los costos de producción fueron mayores en el de programa 1 y menores en el de fauna.

Cuadro 8. Estado de pérdidas y ganancias de los programas 1,2 y 3

Programas	Ganado (ajuste)	Fauna	Ganado- fauna
Ventas (u.a)	12	34	46
Ingresos por ventas	65 050	294 000	359 050
Costos de producción	113 364	48 678	116 965
Utilidad Marginal	-48 314	245 322	242 085
Utilidad Bruta	-48 314	245 322	242 085
Utilidad Neta	-48 314	245 322	242 085
Depreciación y Amortización	11 000	1 408	12 408
Flujo Neto de Efectivo	-37 314	246 730	254 493

La utilidad marginal es ligeramente mayor en el caso del programa de fauna sobre el de ganado-fauna, lo que no significa que lo supere en ganancias, debido a que en los costos de producción se considera el costo de recuperación que corresponde a la depreciación y amortización de la maquinaria y equipo, al restar este costo al final, da un flujo de efectivo menor comparado con el de ganado-fauna; por lo tanto, el programa de ganado-fauna es el que obtiene mayores ganancias con respecto a los otros dos. Las ganancias del programa de fauna y el de ganado-fauna se pueden incrementar si se diversifica y planea adecuadamente el uso del predio, ya que este tiene el potencial para explotar otras especies como el guajolote silvestre, el cual habitó en la región, y actividades compatibles como: zafaris fotográficos, campamentos, recorridos a caballo y pesca. La explotación de bovinos no resulta ser redituable debido principalmente a dos factores: la baja comercialización de los animales y la baja carga animal que puede mantener el predio por las condiciones del terreno tales como topografía y tipo de vegetación. El programa de fauna resulta ser más rentable que la explotación de bovinos por la mayor superficie utilizada y el mayor número de animales cosechados. Es importante señalar que las propuestas se basarán en la información recabada del predio y bibliografía. Sin embargo, no considera causas que pueden hacer variar la producción como: factores climáticos, de manejo y tendencias de mercado, entre otros, que puedan provocar cambios en las cifras reportadas.

CONCLUSIONES

Las condiciones de topografía abrupta y vegetación boscosa del predio reducen la capacidad de carga para los bovinos, limitando la producción al utilizar una sola especie, lo que se reflejó en las pérdidas del programa 1. El programa de fauna generó ganancias suficientes para que sea rentable. De acuerdo a los resultados los ingresos aumentan cuando se diversifica la explotación, los costos disminuyen y el riesgo de pérdidas disminuye. Por lo que el programa 3 ganado-fauna fue el que registró mayores ganancias y flujo de efectivo.

El uso múltiple es una opción rentable para predios con poca superficie y en aquellos que presentan condiciones de vegetación y topografía inadecuadas para ser utilizada por una sola especie o uso del suelo.

LITERATURA CITADA

- Baca, G. 1991. Evaluación de proyectos. Análisis y Administración del Riesgo. McGraw Hill. México.
- Clemente, F. 1993. Métodos de estimación de tamaños de población de fauna silvestre. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas del Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, S.L.P., México.
- COTECOCA. 1974. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. San Luis Potosí, México. Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- Eberhardt, L. and R. Van Etten. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *Journal of Wildlife Management*. 20 : 70 - 74.
- Heady, H.F. 1981. Múltiples usos of rangelands. In: F.H.W. Monley (ed.) *Grazing animals* Elsevier. Amsterdam, the Netherlands. Pp. 225-237.
- Holecheck, J.H. 1995. El manejo de pastizales en el siglo XXI. In: Medina, J.G., M. Ayala., L. Pérez y J. Gutiérrez. *Rehabilitación de Ecosistemas del Pastizal. Conceptos y Aplicaciones*. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. Universidad Agraria "Antonio Narro", Coahuila, México.
- INEGI. 1974. Cartas de uso potencial y edafológica. Carta F-14-A-85 Santa Catarina.
- INEGI. 1974. Cartas de Efectos Climáticos Regionales. Carta F-14-4

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Diversificación Productiva

- McDaniel, K., J. Gray, L. Foster, J. G. Schichedanz and P. J. Zwank. 1981. Planing, monitoring and evaluating grazing management plans-A guide for public land livestock operators-RITF, AES, CES. New Mexico State
- Ockenfels, R.A., D.E. Brooks and C.H. Lewis. 1991. General ecology of coueses white-tailed deer in the Santa Rita mountains. Ariz. Game and Fish Dep. Tech. Rep. 6 Phoenix.. Pp. 73.
- Pearce, R. D. Henderson, S. Jonkey, G. Fogarty and T. Dadin. 2002. Cow and Cash. Trends on Nevada`s Public Lands. Rangelands 24:11-16.
- Rowe H.I, M. Shinderman and E.T. Bartlett.2001. Change on the Range. Rangelands 23:6-9.
- Stoddart, L.A., A.D. Smith and T.W. Box. 1975. Range Management. New York. McGraw-Hill
- Society for Range Management. 1989. Glossary of Terms. Denver Colorado
- Vallentine, J. 1990. Grazing Management. Academic Press, Inc. USA.
- Villarreal, J.C. 1994. Beneficios económicos y ecológicos derivados del manejo combinado-extensivo de bovinos de carne y venados en el norte de México. Sociedad de Manejo de Pastizales A.C. X Congreso SOMMAP. Monterrey N.L. Pp. 15-24.

RECUPERACION DE LA VEGETACION NATURAL PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Jacinto Samuel García Carreón¹, Flor Alejandra Rodríguez Esparza²

¹ Gerencia de Suelos, Comisión Nacional Forestal, Periférico Pte. No. 5360, Col. San Juan de Ocotán, Zapopan, Jalisco, México. Tel. (52) 33 37 77 71 2, email jsamuelgc@yahoo.com.mx, jgarcia@conafor.gob.mx

² Subgerencia Estatal de la Comisión Nacional Forestal en San Luis Potosí, Av. Dr. R. salvador Nava s/n, Int. del Parque Tangamanga II, San Luis Potosí, S.L.P. México, Tel. (52) 444 8 17 76 05 email. flordelaroo@hotmail.com

RESUMEN

Se ha identificado que la principal causa de la degradación de los suelos del país es la deforestación, asociada con cambios de uso del suelo, para destinar los terrenos a actividades agrícolas y pecuarias principalmente, lo cual afecta al 51.3% de las zonas degradadas. La compensación ambiental, consiste en restituir la vegetación que se pierde debido al cambio de uso del suelo en terrenos preferentemente forestales. Los trabajos de restauración que se realizan actualmente en la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para conservar estos suelos, inician con obras que detienen la pérdida del suelo y promueven la captación de agua de lluvia, estas barreras físicas propician la disminución de los escurrimientos superficiales, reducen la erosión del suelo y aumentan la infiltración del agua de lluvia, lo que promueve el desarrollo de material vegetal principalmente de gramíneas. Actualmente en la localidad de Monte Caldera, Municipio de Cerro de San Pedro S. L. P., se ubica el Predio La Lagunita, con una superficie de 230 has., en donde se han estado implementando y ejecutando acciones para frenar y revertir la tendencia de la degradación en los suelos e incrementar la productividad del sitio, especialmente en zonas potenciales de pastizal natural con especies como (*Bouteloua hirsuta*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*). A la fecha, este tipo de obras han demostrado resultados palpables de mejoramiento y restitución de material vegetal y cuyos beneficios van desde lo ambiental hasta el ámbito económico.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso considerado como no renovable debido a su lenta formación, se estima que para que se forme un centímetro de suelo de manera natural se requieren cuando menos 300 años. En México existen 25 de las 28 unidades de suelos de la clasificación de la FAO que existen en el mundo; por tal motivo, su conservación es de vital importancia. Sin embargo, México presenta suelos degradados y erosionados por la actividad humana en al menos un 47.71% de su territorio, esto es 93.5 millones de hectáreas.

Por otra parte se tiene identificado que el principal proceso de degradación del suelo es el químico (16.36%), le siguen la erosión eólica (14.99%) y la erosión hídrica 12.04%). Los tipos específicos de degradación que predominan son: la degradación química por declinación de la fertilidad en 15.45%, la erosión eólica superficial en 14.95%, y la erosión hídrica superficial en 11.22%. Asimismo, se ha identificado que las principales causas de la degradación de los suelos las actividades agrícolas y el sobrepastoreo, las cuales representan el 42.18 y el 40.57 %, respectivamente, de la degradación de los suelos del país. (SEMARNAT, CP, 2002)

Con la entrada en vigor en mayo de 2003 de la ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se estableció por primera vez en la historia de México, el concepto de Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales. La Ley establece que las personas que realicen el cambio de uso del suelo de terrenos forestales para destinarlo a otro uso, deberán realizar un depósito al Fondo Forestal Mexicano para la compensación ambiental para la realización de actividades de restauración y reforestación, así como su mantenimiento. (CONAFOR, 2005)

La compensación ambiental, consiste en restituir la vegetación que se pierde precisamente debido al cambio de uso del suelo en terrenos preferentemente forestales. Los trabajos de restauración que realiza actualmente la Comisión Nacional Forestal para conservar estos suelos, inician con obras que detienen la erosión del suelo y promueven la captación de agua de lluvia, estas barreras físicas propician la disminución de los escurrimientos superficiales, reducen la erosión del suelo y aumentan la infiltración del agua de lluvia, lo que promueve el desarrollo de material vegetal principalmente de gramíneas. Adicionalmente a la sucesión natural los trabajos se complementan con reforestación, ya sea con árboles producidos en vivero o a través de la revegetación con reproducción vegetativa o siembra directa.

El presente trabajo describe la experiencia de la recuperación de la vegetación natural a través de la compensación ambiental en el Localidad de Monte Caldera, del Municipio de Cerro de San Pedro. El proyecto se localiza a 5 km de la localidad de Monte Caldera, en el predio conocido como La Lagunita, tiene una superficie de 230 ha, en las cuales se han estado implementando obras de conservación de suelos como zanjas bordo a nivel, cabeceo de cárcavas, presas de piedra acomodada, revegetación con nopal y maguey, reforestación con encino y cercado para protección del área. Estas acciones, sobre todo la zanja bordo y el cercado han propiciado la recuperación del pastizal natural (*Bouteloua hirsuta*, *B. curtispindula*, *B. gracilis*) con lo que se ha demostrado que es posible recuperar los terrenos degradados, evitar los daños que causa la degradación del suelos y proporcionar satisfactores económicos a los dueños de los predios, tanto por la generación de empleo en la realización de los trabajos como por el incremento de la productividad de las tierras. Este trabajo permitirá, con un adecuado manejo del ganado, compensar la vegetación perdida por cambio de uso del suelo y mantener una cantidad importante de ganado que genere ingresos económicos a los dueños de las tierras.

Bajo la premisa de que es posible recuperar la vegetación y hacer productivos los terrenos degradados a través de acciones de conservación de suelos, captación de agua de lluvia, revegetación y auxilio a la regeneración natural, se condujo este trabajo con los siguientes objetivos:

- Lograr la compensación ambiental a través de la reposición de la vegetación a través de la revegetación, reforestación y el auxilio a la regeneración natural.
- Frenar y revertir la erosión del suelo e incrementar la retención de humedad e infiltración del agua de lluvia.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización del predio.

El presente trabajo consiste en la restauración de suelos y reforestación de 230 ha, en el predio la Lagunita, de la Localidad de Monte Caldera, Municipio de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí, a una distancia aproximada de 40 km de la Ciudad de San Luis Potosí. Figura 1.

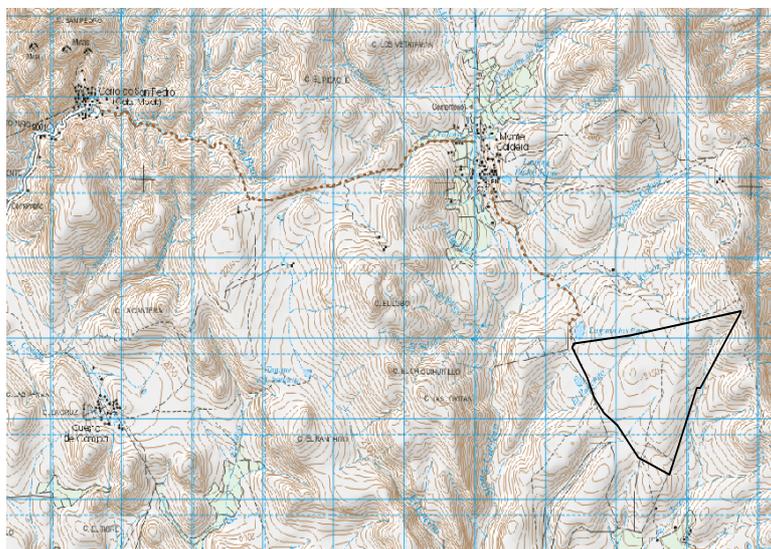


Figura 1.- Localización del proyecto de compensación ambiental Monte caldera.

Descripción de los suelos del área

En el área tiene suelos de Leptosol Rendzico, Litosol y Feozem, los dos primeros presenta limitación en la profundidad de los mismos a una profundidad menor a los 30 cm, asimismo, el litosol tiene un alto contenido de arcilla en el horizonte subsuperficial, mientras que el feozem es un suelo clásico de las áreas de pastizal, con buen nivel de fertilidad, aunque en el caso particular de la zona, también se ve limitado por la profundidad. (FAO, ISRIC, 2006)

Clima de la zona

El clima de acuerdo a la clasificación climática de Köeppen modificado E. García, corresponde a la fórmula BS_1Kw , semiseco templado con temperatura media anual de 12 a 18 °C, la temperatura media del mes más frío oscila entre -3 a 18 °C, con lluvias en verano, un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 y presencia de un verano cálido. En el cuadro 1 siguiente se presente el promedio de la temperatura y precipitación promedio y máxima en 24 hrs, para la estación de Armadillo de los Infante.

Cuadro 1.- Temperatura promedio y precipitación promedio y promedio máxima en 24 hrs para la estación de Armadillo de los infante de 1961 a 1997.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Temperatura	8.04	9.07	11.95	15.64	17.81	18.53	17.28	17.27	15.82	13.90	10.77	9.38	
Precipitación promedio	18.38	11.26	9.73	24.92	48.08	103.24	110.83	93.57	92.49	42.74	17.69	11.94	584.86
Precipitación máxima en 24 horas	39.00	35.00	35.00	45.00	65.00	129.00	115.00	89.50	120.00	52.00	36.50	46.00	

Fuente IMTA, 1997.

Pérdida del Suelo Superficial

La pérdida de suelo se calculó con el Método de Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, de acuerdo a lo siguiente:

$$E = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Donde:

E = Pérdida de Suelo (T.ha⁻¹.año⁻¹)

R = Erosibilidad de la lluvia (MJ.mm ha⁻¹.hr⁻¹)

K = Erosionabilidad del suelo (ton.ha.hr.MJ⁻¹.mm⁻¹.ha⁻¹)

LS = Factor de longitud y grado de la pendiente (adimensional)

C = Factor de cobertura vegetal (adimensional)

P.- Prácticas de manejo (adimensional)

Cálculo del escurrimiento superficial

Las obras de conservación de suelo aparte de disminuir la erosión del mismo, ayudan a disminuir el escurrimiento superficial y propician la retención de humedad en el suelo y la infiltración del agua de lluvia, para el diseño de las obras, se consideró el escurrimiento máximo en 24 horas para un periodo de retorno de 5 años, aplicando el método de las curvas numéricas del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (Martínez, 1985)

El cálculo del escurrimiento medio se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + (0.8 S)}$$

Donde:

Q = Escurrimiento medio (mm).

P = Precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 5 años. (mm).

S = Retención máxima potencial (mm).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

S = Potencial máximo de retención (mm).

CN = Curvas numéricas (adimensional).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Erosión potencial

De acuerdo con la evaluación de la erosividad de la lluvia (Fuigueroa, 1991) la ecuación para el cálculo de la erosión en el área es la siguiente:

$R = 2.8559P + 0.002982 P^2$, donde P es la precipitación anual

$R = 1670.30 + 1020.03$

$R = 2690.33$

De acuerdo a los tipos de suelo, el valor de K es 0.030

El factor LS es calculado de acuerdo a lo siguiente

$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$

$LS = 300.5 (0.0138 + (0.00965 (15) + (0.00138 (15^2)))$

$LS = 5.48 (0.138 + 0.14 + 0.31)$

$LS = 5.48 (0.59)$

$LS = 3.22$

Donde:

S = es la pendiente del terreno

λ = Longitud de la pendiente

$LS = 3.22$

Con estos tres factores, es posible calcular la erosión potencial del suelo

$E = (2690.33) (0.030) (3.22)$

$E = 259.89 \text{ (T.ha}^{-1}.\text{año}^{-1})$

Erosión actual

La erosión actual resulta de multiplicar la cifra anterior por la cobertura vegetal, como en el presente caso se trata de resaltar los efectos de la conservación del suelo, se considerará únicamente la cobertura vegetal en las condiciones normales de manejo del agostadero, por lo que se considera el pastizal como pradera sobrepastoreada con un valor de 0.1. y el valor de prácticas de manejo no se considera puesto que no existen, por lo tanto se asigna un valor de 1.

Erosión actual = $259.89 * 0.1 * 1 = 25.99 \text{ (T.ha}^{-1}.\text{año}^{-1})$



Figura 2.- Vista del terreno al inicio del trabajo, se observa el trazo de las curvas de nivel



Figura 3.- Vista del terreno un año después de la realización de los trabajos

Con respecto a la erosión con las prácticas de manejo realizadas y las acciones de conservación del suelo es la siguiente:

Erosión con manejo de cobertura y prácticas = $259.89 * 0.01 * 0.30 = 0.78$ (T.ha⁻¹.año⁻¹)

Como se puede observar, al realizar las obras de suelos y la reforestación se evita la erosión de 25 toneladas de suelo por hectárea por año.

Escurrecimientos superficiales

Para el caso particular del predio se consideraron los siguientes datos:

Suelos tipo C, Pastos en malas condiciones y uso del suelo de pastizal sin tratamiento mecánico, y la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 5 años es de 93.60 mm; de acuerdo a estas condiciones el valor del número de curva es 86, el valor de S = 41.35

Y el valor de Q = 57.55, esto quiere decir que de 93.60 mm que llueven escurren 57.55, es decir el 61 % del total de la lluvia.

Al hacer los cálculos de acuerdo a como se encuentra el predio en la actualidad se tiene lo siguiente: Suelos tipo C, pastos en curva de nivel en condiciones buenas, por lo tanto el valor del número de curva es de = 79, y por lo tanto el valor de S = 67.52.

Y el escurrimiento (Q) = 43.53, esto indica que de cada 93.60 mm que llueven escurren únicamente 43.53, es decir el 46%. Si se compara con el predio sin manejo se tiene una disminución del escurrimiento de 15 %, que se verá reflejada en una mayor humedad en el suelo, disponible para las plantas y mayor infiltración del agua de lluvia.

Ejecución de las obras y prácticas

En el predio se realizaron zanjas bordo a nivel con maquinaria (motoconformadora) espaciadas cada 15 m en promedio (de acuerdo a la pendiente del terreno), son de sección triangular con una profundidad de 30 cm y un ancho de 50 cm, de acuerdo a estas dimensiones, la capacidad de almacenamiento de la zanja es la siguiente:

La zanja tiene un área de 0.08 m² y una capacidad de almacenamiento de .08 m³, por cada metro de zanja, o sea 80 litros por metro de zanja.

De acuerdo con los datos de escurrimiento, escurren 43.53 mm por lo que en un área de 15 m² (15 m de distancia entre zanjas por un metro de ancho) escurren 0.65 m³ de agua, sin embargo la zanja capta 0.8 m³, por lo cual sólo escurren en realidad 0.57 m³ de agua. El agua captada en la zanjas es aprovechada por los árboles reforestados y revegetados en la zanja, y de igual manera se propicia un flujo subsuperficial en la ladera que es aprovechado por el pastizal natural.

Aunque la cantidad de agua que se capta es relativamente poca, hay que tomar en cuenta que fue para una lluvia máxima que se presenta un solo día en un periodo de 5 años, y sólo tiene una probabilidad de ocurrencia de 16%; sin embargo, en todas las lluvias de menor intensidad con probabilidades de ocurrencia de 30 % o mayor, prácticamente se capta el 100% de lo que llueve, esto propicia de sobremanera la retención de humedad en el suelo y la infiltración del agua de lluvia. Aparte de los beneficios de la captación del agua de lluvia se reduce de manera importante la pérdida del suelo, con lo cual se evita el azolve de cuerpos y la pérdida de la fertilidad del suelo, asimismo se evitan los costos de reposición de los nutrientes y carbono orgánico que se pierden debido a la erosión.

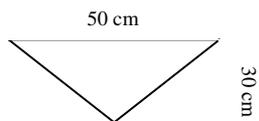


Figura 4.- Dimensiones de la Zanja bordo y fotografía donde se observa la maquinaria que se usó para la realización de la zanja.



Figura 4.- Vista aérea del predio con las zanjas de nivel, en ellas se puede ver la humedad del suelo en las áreas de concentración del flujo



Figura 5.- Vistas del predio restaurado un año después, se observa el grado de recuperación del pastizal

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Es posible lograr la restauración de los suelos degradados a través de la realización de obras de conservación y restauración de suelos y captación de agua de lluvia, revegetación, reforestación e inducción de la sucesión vegetal.
- Las obras de conservación de suelos evitan la erosión y reducen el escurrimiento superficial.
- Debido a que el sobrepastoreo compacta los suelos disminuye la infiltración del agua de lluvia, es necesario realizar prácticas para propiciar la infiltración del agua de lluvia y realizar un adecuado manejo del ganado.
- Las obras de conservación de suelos le dan una imagen única a cada predio, que se convierte en la firma de cada conservacionista, ojalá cada uno escriba la suya en el terreno (Treviño, 2006)

LITERATURA CITADA

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2005, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003.
- CONAFOR, 2005, Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.
- CONAFOR, 2006, Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales manual de obras y prácticas, México 2006.
- Figueroa S., B.; Cortés T., H.G.; Pimentel L.,J.; Osuna C., E.S.; Rodríguez O., J. M.; Morales F., F. J.; 1991. Manual de Predicción de pérdidas de suelo por erosión hídrica. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Méx. 196 p
- Martínez M. M, 1985. Estimación de escurrimientos en cuencas pequeñas. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Colegio de posgraduados (CP), 2001-2002, Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana.
- FAO; ISRIC; 2006, World Reference Base for Soil Resources, 2006 edition, Rome, Italy.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Servicios ambientales

IMTA, 1997, Extractor Rápido de Información Climática (ERIC), Programa estadístico climático.

Treviño R, 2006, comunicación personal, Foro Internacional de Lucha contra la Desertificación, Monterrey México, 15 al 17 de Junio de 2006.

RESIEMBRA CON ZACATES NATIVOS Y BIOSÓLIDOS EN UN PASTIZAL DEGRADADO DE CHIHUAHUA

¹Pedro Jurado*, ¹Santos Sierra, ¹Mario Royo, ¹Alicia Melgoza, ²Fernando Ibarra, ²Martha Martin

¹Campo Experimental La Campana-Madera-INIFAP, Ave. Homero 3744, Chihuahua, Chih. 31100. Tel-Fax (614)481-0769, jurado.pedro@inifap.gob.mx; ²Campo Experimental Carbó, Hermosillo, Sonora.

RESUMEN

La resiembra de zacates es una técnica de rehabilitación de pastizales degradados que implica un alto riesgo debido a la baja y errática precipitación pluvial. Los biosólidos son un subproducto orgánico que mejora la infiltración y conservación de agua en pastizales. El objetivo fue evaluar el establecimiento de zacates nativos con la aplicación de biosólidos en pastizales degradados. El trabajo se realizó en el Ejido Nuevo Delicias, Chihuahua en un pastizal semiárido degradado. Se evaluaron dosis de 0 hasta 30 ton MS/ha y dos métodos de aplicación: superficial (BIOSUP) e incorporado (BIOINC) en parcelas experimentales de 5m x 5m. El terreno se preparó con barbecho y rastro y la resiembra se realizó con una mezcla de zacates nativos: navajita (*Bouteloua gracilis*) (50%), banderilla (*B. curtipendula*) (25%) y gigante (*Leptochloa dubia*) (25%) al inicio de las lluvias en agosto 2005. Se midió la emergencia de zacates a finales de la temporada de lluvias en octubre 2005 y la densidad, altura de zacates y la producción de forraje en octubre de 2006. Los datos se analizaron con un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. La emergencia en 2005 fue similar entre tratamientos. Para 2006, la densidad de zacates fue mayor con los biosólidos, alcanzando un máximo de 21 plantas/m² (15-gigante, 6-navajita) en la dosis de 10 ton MS/ha en ambos métodos, comparados con 12 plantas/m² (6-navajita) en el control. Similarmente, la altura del zacate gigante fue incrementada con los biosólidos en un 100%. La producción de forraje de los zacates sembrados fue de 271 kg/ha en el control y se incrementó con los biosólidos hasta 1,108 kg/ha con 20 ton/ha-BIOINC y un máximo de 4,482 kg/ha con 10 ton/ha-BIOSUP. Las dosis de 10 y 20 ton MS/ha de biosólidos en ambos métodos presentaron buen potencial para mejorar el establecimiento de zacates nativos en pastizales semiáridos.

INTRODUCCIÓN

En Chihuahua existen 4.6 millones de ha de pastizales en la parte semiárida central del estado (SEMARNAT, 2003a) que junto con los matorrales áridos del estado son la base de la ganadería extensiva. Alrededor de 1.8 millones de ha de pastizales (40%) se encuentran en estados de salud de moderado-extremo a extremo y requieren de algún tipo de rehabilitación para recuperar su estructura y funcionalidad ecológica (Royo *et al.*, 2005) y su potencial ganadero. Las prácticas de rehabilitación utilizadas varían dependiendo del grado de deterioro, donde aquellas áreas con mayor degradación requieren de la siembra de especies forrajeras para recuperar su potencial. Además, es recomendable la siembra de especies forrajeras nativas con el fin de aprovechar sus características de adaptación al clima y al suelo y prevenir desastres ecológicos. Desafortunadamente, la siembra de especies nativas ha presentado diversos problemas, siendo una práctica de alto riesgo, sobre todo por la baja y errática precipitación en zonas áridas y semiáridas. Las bajas y erráticas precipitaciones ocasionan una baja emergencia y/o establecimiento de especies forrajeras nativas como el navajita, banderilla y gigante. Además, la baja fertilidad del suelo agudiza las condiciones adversas de precipitación

al presentar bajos contenidos de humedad en suelo, por lo cual el establecimiento de zacates con altos requerimientos de humedad durante su germinación y emergencia, se disminuye.

Recientes estudios han mostrado que los biosólidos, un subproducto orgánico de las plantas de tratamiento de aguas residuales podría mejorar las condiciones de establecimiento de zacates forrajeros, ya que incrementa la infiltración de agua de lluvia en el suelo y su retención en pastizales áridos y semiáridos (Hahm y Wester, 2004; Moffet et al., 2005; Jurado et al., 2006). Además, los biosólidos mejoran la fertilidad del suelo (Jurado-Guerra et al., 2006; Jurado et al., 2006) lo cual podría también contribuir al mayor establecimiento de zacates forrajeros nativos. Con base en esto, el objetivo del trabajo fue evaluar el establecimiento de zacates forrajeros nativos con la aplicación de biosólidos. Nuestra hipótesis propone que el establecimiento de zacates forrajeros nativos se incrementa con el uso de biosólidos.

REVISIÓN DE LITERATURA

El uso de materiales orgánicos mejora las características físicas y químicas de los suelos (Khaleel et al., 1981; Fuller, 1991; Day y Ludeke, 1993) lo cual permitiría la rehabilitación de pastizales degradados, sin embargo, el uso de estos materiales representa un alto costo de adquisición, transporte y aplicación. Las plantas de tratamiento de aguas residuales generan un subproducto conocido como "biosólidos" en México o como "sewage sludge" o "biosolids" en otros países. Este es un material semisólido, oscuro, con alto contenido de materia orgánica, macro-nutrientes como el N, P, K, S, Mg y Ca, y micro-nutrientes y que puede ser utilizado como abono (USEPA, 1989; Figueroa et al., 2002). En Estados Unidos aproximadamente el 33% (5 millones de ton MS/ha) de los biosólidos generados se aplican en la agricultura (Outwater, 1994), mientras que en la comunidad europea, se utiliza el 47% (4 millones de ton MS/año) (Gómez et al., 2001).

Este subproducto actualmente representa un problema para las autoridades municipales debido a que la sociedad lo considera un deshecho cuando en realidad es un recurso que puede ser aprovechado en beneficio de la sociedad. Sin embargo, para su aprovechamiento como mejorador de suelo y fertilizante, los biosólidos deben ser declarados "no peligrosos" para el ambiente. La Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002-Protección Ambiental.- Lodos y Biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final- (SEMARNAT, 2003b), fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Agosto del 2003. Dicha Norma contiene los lineamientos para el manejo y disposición de lodos y biosólidos en México.

En México se desconoce la cantidad exacta de biosólidos generados. No obstante, algunas estimaciones reportan una generación de 100,000 ton para la región centro del país (Colín et al., 2001). Con base a las expectativas del incremento en la capacidad para el tratamiento de aguas residuales para cumplir con la norma ambiental NOM-001-SEMARNAT-1996 se estima que la generación de biosólidos en México alcanzará aproximadamente las 650,000 ton en materia seca (MS) por año, en un futuro próximo (Barrios et al.; 2001).

Existe información sobre los efectos de la aplicación superficial de biosólidos en pastizales semiáridos en Estados Unidos. Se han observado efectos positivos tales como un incremento de la infiltración de agua en el suelo (Harris-Pierce et al., 1995; Rostagno y Sosebee, 2001) y un incremento de la fertilidad del suelo (Fresquez et al., 1990; Jurado-Guerra et al., 2006), incrementos en la producción de forraje de zacates desérticos como toboso (*Pleuraphis mutica*) (Benton y Wester, 1998; Jurado y Wester, 2001), zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*) (Benton y Wester, 1998) y zacate navajita (Fresquez et al., 1990; Mata-González et al., 2002) e incrementos de la calidad de zacate navajita en New Mexico (Fresquez et al., 1990), de zacate

toboso en el Desierto Chihuahuense (Jurado y Wester, 2001) y zacates de invierno en Colorado (Pierce et al, 1998).

También se han observado algunos efectos negativos de la aplicación de biosólidos en pastizales semiáridos. Fresquez et al. (1990), observaron una disminución en la diversidad y riqueza de especies en un pastizal degradado de Nuevo Mexico. Por su parte Martínez et al. (2003) observaron efectos similares en un pastizal degradado en la zona semiárida de España. Jurado et al. (2004) concluyen que los biosólidos pueden ser aprovechados en dosis de 5 a 45 ton MS/ha con fines de detener la erosión y aumentar la fertilidad del suelo en pastizales áridos y semiáridos. Sin embargo, en México no existe información sobre los efectos de los biosólidos como alternativa para la rehabilitación de pastizales semiáridos en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el ejido Nuevo Delicias, Chihuahua, en el km 75 de la carretera Chihuahua-Juárez. El ejido se encuentra dentro de la Provincia de las Sierras y Llanuras del Norte en la subprovincia del Bolsón de Mapimí a una altitud de 1,640 m (INEGI, 2003). El clima es seco templado con lluvias en verano con temperatura media anual de 16 °C y 350 mm de precipitación anual (INEGI, 2003). Los suelos son de origen coluvial-aluvial y textura Arenoso-migajonoso. La vegetación original fue un pastizal mediano de *Bouteloua-Aristida*, (COTECOCA, 1978) aunque el estudio se realizó en un área abandonada al cultivo durante cinco años.

En esta área, se establecieron 32 parcelas experimentales de 5 m x 5 m, con separación de 10 m entre parcelas. En junio del 2005, se realizó la preparación de la cama de siembra que incluyó barbecho y un paso de rastra. A principios de agosto, después del inicio de las lluvias, se realizó un segundo paso de rastra con el fin de eliminar la maleza que se encontraba a una altura de 8 cm, y disminuir la competencia con las especies a sembrar. Enseguida se realizó la siembra de la mezcla de zacates y la aplicación de biosólidos. La mezcla de zacates incluyó navajita "Hachita" (50%), banderilla "El Reno" (25%) y gigante (25%) de semilla comercial la cuál se sembró al voleo y se tapó con rastrillo. Los biosólidos provenientes de la planta de tratamiento de la ciudad de Chihuahua se aplicaron en dosis de 0, 10, 20 ó 30 ton MS/ha, en forma superficial (BIOSUP) o en forma incorporado al suelo (BIOINC). Cuando se aplicó BIOSUP, primero se realizó a siembra y enseguida se aplicaron los biosólidos en las parcelas, mientras que el tratamiento BIOINC primero se aplicaron los biosólidos que fueron incorporados por medio de un paso de rastra antes de la siembra de zacates.

El contenido de humedad de los biosólidos se determinó en forma gravimétrica para su aplicación de acuerdo a las dosis y la superficie de las parcelas. Se tomaron seis submuestras para formar una muestra compuesta de biosólidos para su análisis químico. El área de estudio se cercó con alambre de púas y malla para evitar el pastoreo de ganado y lagomorfos. Se midió la precipitación diaria durante 2005 y 2006. En el mes de septiembre se realizaron muestreos de suelo para análisis de fertilidad y densidad de plántulas. En 2006, se realizaron muestreos de densidad, altura y producción de forraje de los zacates sembrados con el fin de evaluar el establecimiento. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas (Kirk, 1982) y cuatro repeticiones para el análisis de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación pluvial durante los dos años de estudio se muestra en la Gráfica 1. La baja precipitación durante el año de la siembra (2005) y que fue menor a la media que es de 371 mm anuales (Medina et al., 2006), influyó negativamente en los resultados del estudio. Sin embargo,

en el 2006 la precipitación fue mayor a la media con altas precipitaciones en agosto y septiembre influyendo positivamente en la producción de forraje de los zacates navajita y gigante.

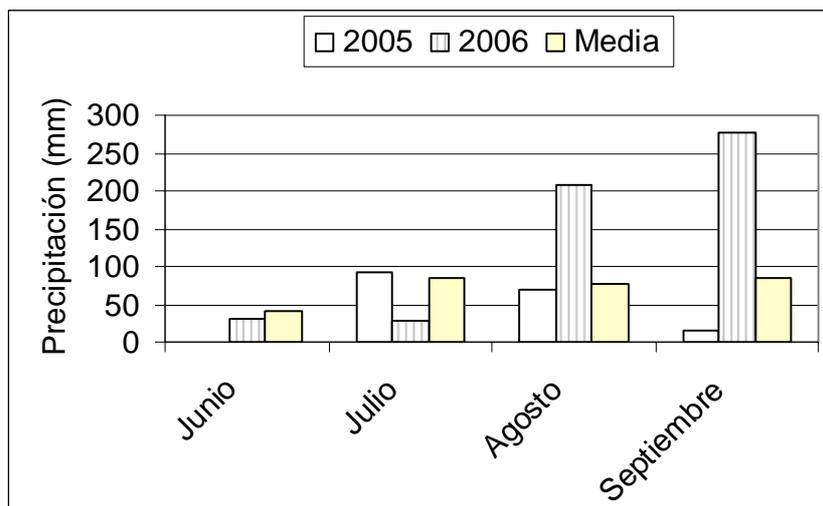


Figura 1. Precipitación mensual en el área de estudio. Ejido Nuevo Delicias, Chihuahua. 2005 y 2006.

La composición de los biosólidos utilizados muestra un pH casi neutro, bajas concentraciones de nutrimentos como nitrógeno y fósforo así como concentraciones de metales por debajo de los límites de la norma oficial (Cuadro 1). El análisis de fertilidad de suelo en septiembre 2005 mostró incrementos en la concentración de $\text{NO}_3\text{-N}$, P y la CE con la aplicación de biosólidos (Cuadro 2). Los demás elementos y variables utilizados no presentaron cambios con la aplicación de biosólidos.

Cuadro 1. Composición química de los biosólidos anaeróbicos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Chihuahua.

Variable	Concen- tración	Variable (mg kg^{-1})	Concen- tración	Variable (mg kg^{-1})	Concen- tración
pH	6.7	Calcio	3,412	Plomo	85
C.E., mmhos/cm	3	Magnesio	1,037	Niquel	20
CaCO_3 , %	libre	Sodio	1,312	Cadmio	5
Materia org., %	24.5	Cobre	9	Mercurio	3
$\text{NO}_3\text{-N}$, mg kg^{-1}	12.4	Hierro	30	Arsénico	2
Fósforo, mg kg^{-1}	262	Manganeso	15	Cromo	155
Potasio, mg kg^{-1}	962	Zinc	111		

Cuadro 2. Salinidad y fertilidad del suelo con diferentes dosis y métodos de aplicación en un pastizal resembrado de Chihuahua. Septiembre 2005.

Dosis	Método	pH	MO*,%	CaCO3,%	CH*	%Sat*	CE, mmhos/cm	N-NO3, mg/kg	P, mg/kg
0	Incorporado	4.1	0.6	0	7.1	28.8	0.55	8	21
0	Superficial	4.2	0.6	0	4.3	27.6	0.97	5	45
10	Inc	4.1	0.52	0	5.2	27.6	0.9	11	51
10	Sup	4.4	0.60	0	5.9	28.1	1.05	10	63
20	Inc	4.3	0.62	0	5.9	29	0.97	10	41
20	Sup	4.0	0.53	0	5.6	28.5	1.05	20	45
30	Inc	4.1	0.65	0	4.6	28.3	1.53	13	61
30	Sup	4.2	0.62	0	6.3	27.5	1.76	16	81

Dosis	Método	K, mg/kg	Ca, mg/kg	Mg, mg/kg	Na, mg/kg	Cu, mg/kg	Fe, mg/kg	Mn, mg/kg	Zn, mg/kg
0	Inc	259	887	71	237	0.1	8	20	1
0	Sup	278	681	68	256	0.1	11	20	2
10	Inc	268	731	84	315	0.1	8	20	2
10	Sup	262	854	77	237	0.1	9	21	2
20	Inc	262	756	87	262	0.1	12	20	2
20	Sup	312	840	78	286	0.1	10	24	2
30	Inc	293	687	74	234	0.1	10	24	2
30	Sup	290	849	81	224	0.2	10	23	2

*MO=materia orgánica; CH=conductividad hidráulica; %Sat=Porcentaje de saturación; CE=conductividad eléctrica.

En el mes de octubre de 2005, la emergencia fue similar ($P>0.05$) entre tratamientos, con un promedio de 40 plantas/m². Para 2006, la densidad de zacates fue mayor ($P<0.05$) con los biosólidos, alcanzando un máximo de 21 plantas/m² (15-gigante, 6-navajita) en la dosis de 10 ton MS/ha en ambos métodos, comparados con 12 plantas/m² (6-navajita) en el control (Cuadro 3). Similarmente, la altura del zacate gigante fue incrementada ($P<0.05$) con los biosólidos en un 100% en todos los tratamientos con biosólidos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Densidad y altura de plantas de zacate gigante (*Leptochloa dubia*) con diferentes dosis en un pastizal semiárido en el Ejido Nuevo Delicias, Chihuahua. Septiembre 2006.

Dosis de Biosólidos (ton MS/ha)	Densidad de plantas/m ²	Altura de plantas (cm)
0	6.7	57.5
10	14.9	114.5
20	14	111
30	13	114

La producción total de forraje de los zacates sembrados fue de 271 kg/ha en el control y se incrementó ($P < 0.05$) con los biosólidos hasta 1,236 kg/ha con 20 ton/ha-BIOINC y un máximo de 4,987 kg/ha con 10 ton/ha-BIOSUP (Gráfica 2). En general, se observó un mayor incremento de la producción de forraje con la aplicación de biosólidos BIOSUP sobre todo en las dosis de 10 y 20 ton/ha.

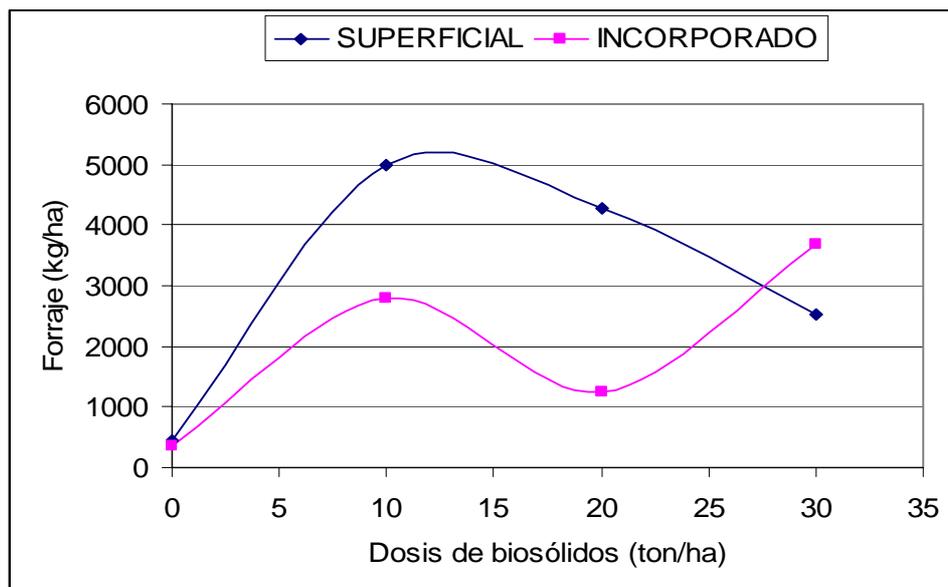


Figura 2. Producción de forraje total de zacate gigante (*Leptochloa dubia*) y navajita (*Bouteloua gracilis*) sembrados con biosólidos en un pastizal semiárido en el Ejido Nuevo Delicias, Chihuahua. Octubre 2006.

El efecto benéfico de los biosólidos, específicamente sobre el zacate gigante, desde el primer año y durante el segundo año se puede atribuir al mejoramiento de las condiciones de fertilidad de suelo como se observó en este trabajo y como se ha reportado en otros trabajos similares (Hahm y Wester, 2004; Jurado et al., 2006) donde además se ha detectado un aumento en la disponibilidad de agua del suelo. En este trabajo, se observó un mayor beneficio de los biosólidos en el zacate gigante, ya que este presentó mayor densidad y mayor producción de forraje con los biosólidos. Lo anterior, se puede atribuir a la facilidad de establecimiento de esta especie así como a su habilidad para aprovechar las mejores condiciones de suelo con la aplicación de biosólidos. Hahm y Wester (2004) reportan en general resultados diferentes donde la aplicación de biosólidos incrementó la emergencia de zacate gigante en sólo una de las cuatro fechas evaluadas.

El zacate navajita, como es conocido, presenta grandes problemas para establecerse (Hyder et al., 1971; Wilson y Briske, 1979) y en este trabajo no se logró mejorar su establecimiento con la aplicación de biosólidos. Los resultados anteriores podrían atribuirse en parte al bajo crecimiento logrado por las plántulas de zacate navajita el primer año causado por la baja precipitación y al crecimiento mucho mayor del zacate gigante que pudiera haber interferido o competido con el crecimiento del zacate navajita durante el segundo año. Resultados similares

obtuvieron Hahm y Wester (2004) con el zacate navajita donde no se obtuvo un beneficio de los biosólidos sobre la emergencia de esta especie. El zacate banderilla no germinó en ninguno de los tratamientos, lo cual pudiera atribuirse en parte a la variedad utilizada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las dosis de 10 a 20 ton/ha de biosólidos en ambos métodos de aplicación tienen potencial para mejorar el establecimiento de zacates nativos como el navajita y gigante. No se encontraron efectos benéficos de los biosólidos sobre el zacate banderilla. Se recomienda la aplicación de biosólidos en áreas cercanas a la planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de reducir costos bajos de transporte de biosólidos.

LITERATURA CITADA

- Barrios, J.A., A. Rodríguez, A. González, A. Jiménez y C. Maya. 2001. Quality of sludge generated in wastewater treatment plants in Mexico: meeting the proposed regulation. In: Specialised Conference on Sludge regulation, treatment, utilisation and disposal. International Water Association (IWA)-UNAM-UAM. Acapulco, México.54-61.
- Benton, M.W. y D.B. Wester. 1998. Biosolids effects on tobosagrass and alkali sacaton in a Chihuahuan desert grassland. *Journal of Environmental Quality*. 27:199-208.
- Colín, C.A., C.R. López, C.O. Olea, D.C. Barrera y F.C. Valdez. 2001. Products generated from the thermal treatment of sewage sludge treatment. In: Specialised Conference on Sludge regulation, treatment, utilisation and disposal. International Water Association (IWA)-UNAM-UAM. Acapulco, México.164-171.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostaderos). 1978. Chihuahua. SARH. México, D.F. 234 p.
- Day, D.A. y K.L. Ludeke. 1993. Plant nutrients in desert environments. Springer-Verlag. Berlin, Germany.
- Figueroa, V.U., O.M.A. Flores y R.M. Palomo. 2002. Uso de biosólidos en suelos agrícolas. Folleto técnico No. 3. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Exp. Valle de Juárez.
- Fresquez, P.R., R.E. Francis y G.L. Dennis. 1990. Soil and vegetation responses to sewage sludge on a degraded semiarid broom snakeweed/blue grama community. *Journal of Range Management*. 43:325-331.
- Fuller, W.H.. 1991. Organic matter applications, pp. 507-541. In: J. Skujins (ed.), *Semiarid lands and deserts. Soil resource and reclamation*. Marcel Dekker Inc. New York, N.Y.
- Gómez, P.J.M., A. Ruiz de Apodaca, C. Rebollo, J. Azcárate. 2001. European policy on biodegradable waste: A management perspective. In: Specialised Conference on Sludge regulation, treatment, utilisation and disposal. International Water Association (IWA)-UNAM-UAM. Acapulco, México.21-29.
- Hahm, M.J. y D.B. Wester. 2004. Effects of surface-applied biosolids on grass seedling emergence in the Chihuahuan desert. *Journal of Arid Environments*. 58:19-42.
- Harris-Pierce, R.L., E.F. Redente y K.A. Barbarick. 1995. Sewage-sludge application effects on runoff water quality in a semiarid rangeland. *Journal of Environmental Quality*. 24:112-115.
- Hyder DN, Everson AC, Bement RA. 1971. Seedling morphology and seeding failures with blue grama. *J Range Manage*; 24: 287-292.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. Aguascalientes, Ags.
- Jurado, P. y D.B. Wester. 2001. Effects of biosolids on tobosagrass growth in the Chihuahuan desert. *Journal of Range Management*. 54:89-95.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Desertificación

- Jurado, G.P., M. Luna L. y R. Barretero H. 2004. Aprovechamiento de biosólidos como abonos orgánicos en pastizales áridos y semiáridos. Revisión bibliográfica. *Técnica Pecuaria en México*. 44(3): 301-311.
- Jurado-Guerra, P., D.B. Wester y E.B. Fish. 2006. Soil nitrate nitrogen dynamics after biosolids application in a tobosagrass desert grassland. *Journal of Environmental Quality*. 35: 641-650.
- Jurado, G.P., M. Luna L., R. Barretero H., M. Royo M. y A. Melgoza C. 2006. Producción y calidad de forraje y semilla del zacate navajita con la aplicación de biosólidos en un pastizal semiáridos de Jalisco. *Técnica Pecuaria en México*. 44: 289-300.
- Khaleel, R., K.R. Reddy y M.R. Overcash. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste applications: A review. *Journal of Environmental Quality*. 10:133-141.
- Kirk RE. 1982. *Experimental Design-procedures for the behavioral sciences*, 2nd. ed. Brooks/Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA. 911 pp.
- Martínez, F., G. Cuevas, R. Calvo y I. Walter. 2003. Biowaste effects on soil and native plants in a semiarid ecosystem. *Journal of Environmental Quality*. 32:472-479.
- Mata-Gonzalez, R., R.E. Sosebee y C. Wan. 2002. Shoot and root biomass of desert grasses as affected by biosolids application. *Journal of Arid Environments*. 50:477-488.
- Medina, G.G., G. Díaz P., M. Berzoza M., M.M. Silva S., A.H. Chávez S. y A.D. Báez G., 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Chihuahua (período 1961-2003). Libro Técnico No. 1. INIFAP-SAGARPA.
- Moffet, C.A., R.E. Zartman, D.B. Wester y R.E. Sosebee. 2005. Surface biosolids application: Effects on infiltration, erosion, and soil organic carbon in Chihuahuan desert grasslands and shrublands. *Journal of Environmental Quality* 34, 299-311
- Outwater, A.B. 1994. *Reuse of sludge and minor wastewater residuals*. Lewis Publishers. Boca Raton, FL.
- Pierce BL, Redente EF, Barbarick KA, Brobst RB, Hegeman P. 1998. Plant biomass and elemental changes in shrubland forages following biosolids application. *J Environ Qual*; 27:789-794
- Rostagno, C.M. y R.E. Sosebee. 2001. Surface application of biosolids in the Chihuahuan desert: Effects on soil physical properties. *Arid Land Research Management*. 15: 233-244.
- Royo, M., A. Melgoza, J S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Gob. Del Edo.-INIFAP-Fundación Produce Zacatecas. Zacatecas, Zac.
- SEMARNAT. 2003a. Normas Oficiales Mexicanas. <http://portal.semarnat.gob.mx> Consultado: Febrero 2007.
- SEMARNAT. 2003b. Compendio de estadísticas ambientales 2002. México, D.F.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1989. Environmental regulations and technology: Use and disposal of municipal wastewater sludge. Washington, D.C. EPA625/10-84-003.1-76.
- Wilson AM, Briske DD. 1979. Seminal and adventitious root growth of blue grama seedlings on the Central Plains. *J Range Manage*; 32:209-213.

NIVELES DE DEGRADACIÓN DEL SUELO DE UN PASTIZAL SEMIÁRIDO: I CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN.

Francisco G. Echavarría Cháirez*, Alfonso Serna Pérez

INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Apartado Postal No. 18, Víctor Rosales, Calera, Zacatecas, 98500, México. Tel-Fax: (478) 985 0363. E-mail: fechava@zacatecas.inifap.gob.mx
aserna@zacatecas.inifap.gob.mx

RESUMEN

El estudio se realizó en un terreno de 53 ha localizado en el ejido Panuco, Zacatecas, en un área bajo pastoreo controlado. Los suelos son Leptosoles y Kastanozems. Se realizaron 74 muestreos del perfil de suelo y se georeferenciaron. Por medio de kriging se interpolaron sitios que presentaron características de perfil semejantes y se agruparon con la ayuda de sistemas de información geográfica (SIGs). Como resultado, se ubicaron dos áreas con origen y clasificación diferente. La primera es un área central con suelos de arrastre provenientes de partes altas con mayor desarrollo; y la segunda un área de desarrollo in situ, pero comparativamente menos desarrollada. Dentro de ellas se identificaron 6 grupos con perfiles de suelos semejantes (GPSS) descritos como: 1) suelos con baja degradación; 2) suelo de mediana degradación con horizonte A perdido por degradación; 3) suelo con alta degradación sin horizontes A y B; 4) suelo con alta degradación o con desarrollo in situ; 5) suelo con alta degradación donde predomina el material calcáreo; y 6) suelo con alta degradación y sin desarrollo aparente, el cual presenta una capa muy delgada de suelo sobre el material parental. El estudio geoestadístico de la degradación del pastizal a partir de perfiles de suelo puede contribuir a orientar estudios de erosión y predicción de rendimientos.

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas, la forma más común y nociva de degradación es la erosión del suelo, ya que irreversiblemente destruye las propiedades químicas, físicas y biológicas del horizonte edáfico (Whisenant, 1999). Tanto los procesos bióticos como los abióticos afectan a la erosión. En un sitio de pastoreo, la permanencia continua de un hato con un número de individuos mayor a la capacidad que el pastizal tiene para alimentarlos reduce la cobertura vegetal al paso del tiempo (Wood y Blackburn, 1984; Holecheck *et al.*, 1995). Este cambio en el control biótico, hace que la superficie del suelo sea más fácilmente erosionable (Peters y Havstad, 2006), ya que al no existir la protección del dosel, las gotas de lluvia destruyen su estructura y las partículas de suelo pueden ser acarreadas más fácilmente hacia las partes más bajas, reduciendo la profundidad de la capa de suelo con cada evento lluvioso (Wischmeier y Smith, 1978). De esta forma, la erosión modifica negativamente la capacidad de almacenamiento hídrico del suelo y los patrones temporales y espaciales de la disponibilidad de humedad (Rodríguez-Iturbe, 2000; Snyder y Tartowski, 2006), lo que a su vez propicia nuevamente la pérdida de vegetación, generándose una retroalimentación de la degradación que reduce la captura y retención de los recursos que mantienen en buen estado los ciclos hidrológico y de nutrientes (Whisenant, 1999).

La degradación del suelo, como resultado de la erosión hídrica y posterior deposición del material acarreado, sucede bajo muy diversas escalas espaciales y temporales y podría afectar de diversas maneras la composición de la vegetación y las propiedades del suelo (Peters y Havstad, 2006). La diversidad de la respuesta dependerá en gran medida de la capacidad del suelo para continuar funcionando sin cambio a través de un disturbio, así como de la capacidad

de dicho suelo para recuperar su integridad funcional y estructural después de dicho disturbio, a tales comportamientos se les conoce como resistencia y resiliencia respectivamente (Seybold *et al.*, 1999). Para entender como el suelo puede modificar la respuesta de la degradación y sus escalas espaciales y temporales es necesario recordar que el suelo es el soporte y sustento de la vegetación que en él se desarrolla y es a su vez producto de cinco factores que controlan su formación: material parental, clima, biota, topografía y tiempo (Brady y Weil, 2000). Además es útil considerar lo dicho por Monger y Bestelmeyer (2006), quienes establecen que los factores de formación del suelo: topografía y material parental; además del mismo suelo son factores importantes en el cambio o conservación de la composición vegetal de un sitio, ya que hay numerosas ligas y lazos de retroalimentación que ocurren entre ellos y el microclima, la vegetación y los animales que en ella conviven. De tal manera que de su interrelación con el grado de disturbio o degradación podremos esperar diferentes niveles o grados de cambio en la vegetación (incluso en su composición [Herrick *et al.*, 2006]), clases de suelo y su capacidad productiva.

La heterogeneidad del suelo expresado como diferentes tipos o clases de suelo generado por la degradación del mismo es un atributo real del paisaje, sin embargo, la inhabilidad para detectarla no disminuye su magnitud o su existencia (Wilding, 1985). La relación entre material parental, topografía, elevación, vegetación, tiempo, y manejo producen las cambiantes propiedades físicas y químicas del suelo, las que son producto de un proceso natural y que pueden considerarse como variaciones intrínsecas, las cuales han sido apreciadas en el paisaje (Wagenet, 1985). Las implicaciones de los cambios espaciales en términos de uso y productividad hacen necesario determinar la magnitud y forma de la variación espacial del suelo. Esta ha sido tradicionalmente monitoreada y segmentada por recorridos de campo y mapeo. Estudios usando Geoestadística han mostrado que las propiedades del suelo tienden a estar correlacionadas espacialmente (Isaaks y Srivastava, 1989). La estimación de la varianza con Kriging permite interpolar las propiedades del suelo en sitios no muestreados, basados en su grado de dependencia espacial, el cual es expresado en el semivariograma (Dí, *et al.*, 1989). El objetivo del estudio fue determinar los niveles de degradación del suelo de un pastizal semiárido, a partir de la definición de grupos con perfiles de suelo semejantes, mediante muestreo de campo y análisis geoestadístico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El registro de la información se realizó en un área de pastizal de 53 ha, que se localiza en los 22° 54' Norte y 102° 33' Oeste, a una altitud media de 2,285 msnm. La precipitación promedio anual en la región es de 400 mm. La vegetación dominante es "pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera" (Serna y Echavarría, 2002). El área de estudio es una microcuenca, la cual cuenta con un cauce principal que es una cárcava con profundidad variable de hasta 5 m. La fisiografía varía de ondulada a escarpada. Los suelos son predominantemente arenosos (63-87%), con pH moderadamente alcalino (pH ~ 7.8), bajo contenido de nutrimentos, materia orgánica (0.1-2.7%) y sales. De acuerdo con la clasificación WRB (2006), los suelos se clasifican, en su mayor parte, como Leptosoles y, en menor proporción, como Kastanozem, con un horizonte petrocálcico de profundidad variable (Serna y Echavarría, 2002).

En general, para la descripción de los perfiles de suelo se aprovecharon las cárcavas que existen en el terreno, dado que en la mayoría de los casos la profundidad de tales cárcavas permitió observar el material parental. Se describieron 74 perfiles, de los cuales la mayoría se

observaron directamente desde las cárcavas, y solo se construyeron pozos agrológicos para el levantamiento de información edáfica para una pequeña porción del total de perfiles de suelo bajo estudio. La descripción de perfiles se realizó de acuerdo con los lineamientos definidos por el CP (1977), y consistió en la identificación de cada horizonte por su color, prueba de textura al tacto, posición en el perfil y profundidad o grosor. Una vez identificados los horizontes predominantes en el área y su ubicación, se procedió a tomar tres muestras de suelo por horizonte en cada perfil seleccionado. El total de muestras de suelo fue de 27. En el laboratorio se determinó la textura, contenido de materia orgánica, nutrientes mayores y menores, capacidad de intercambio de cationes y salinidad para cada una de estas muestras.

A partir de las semejanzas en los horizontes se procedió a agrupar aquellos sitios que presentaron el mismo número de horizontes en el perfil y por medio de interpolación con kriging (Isaaks y Srivastava, 1989) se crearon grupos con perfiles de suelo semejantes (GPSS). Posteriormente, por medio del programa IDRISI (Eastman, 1999) se procedió a asociar los GPSS con la topografía y sus respectivos niveles de erosión potencial. Esta última variable se estimó a partir de la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS): $E = RKLS$ (Wischmeier y Smith 1978), en donde, E es la erosión potencial (ton/ha/año); R es el factor de erosividad de la lluvia (MJ-mm/ha-h); K es el factor de erodabilidad del suelo (ton-ha-h/MJ-mm-ha) estimado a partir de la textura y las clases de suelo del WRB (2006), ambos factores se determinaron de acuerdo a la metodología propuesta por Figueroa *et al.* (1991); L es el factor de longitud de la pendiente (adimensional); y S es el factor de grado de la pendiente (adimensional), ambos factores se calcularon con la ayuda del programa IDRISI. Ya que la erosión potencial es la pérdida máxima de suelo de un sitio, para su cálculo no se consideran los efectos de la vegetación nativa (factor C), ni de las prácticas mecánicas de control de la erosión (factor P).

La finalidad del uso del mapa de erosión potencial fue la de conocer el grado de pérdida de suelo máxima probable a la que podrían estar sometidos los suelos representados en los diferentes GPSS obtenidos a partir del análisis geoestadístico, y de esta forma hipotetizar que los horizontes superficiales que ya no existen en los perfiles de suelo muestreados se podrían haber perdido debido al efecto degradativo de la erosión hídrica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el WRB (2006), los suelos del área de estudio son clasificados como Kastanozems y Leptosoles. De los 74 sitios descritos, todos mostraron características semejantes en cuanto a horizontes, tanto en el color como en posición. La repetición de los horizontes mostró que las diferencias actuales en los suelos, son debidas al efecto degradativo de la erosión hídrica, que opera en el área y la cual ha provocado variaciones en las que la topografía ha sido el principal efecto sinérgico a la erosión hídrica. A partir de los sitios donde se realizaron las observaciones del perfil del suelo, estos se agruparon por semejanzas. La agrupación condujo a la delimitación de seis GPSSs. El primer GPSS tiene un horizonte diagnóstico propio de un suelo Kastanozem; y ha sido denominada suelo de "baja degradación" (BD), por ser el único que presenta formalmente un horizonte A además de una mayor profundidad de suelo que los demás GPSS y donde los niveles de degradación no han sido tan severos (Cuadro 1).

Un segundo tipo de GPSS con suelos del tipo Kastanozem, pero que presenta un suelo con un perfil en el cual se perdió el horizonte A (Cuadro 2) ha sido denominada suelo de "mediana

degradación" (MD). Esto es de esperarse que condicione su comportamiento productivo. La profundidad de su suelo es menor que el anterior, pero aún es una de las áreas con mayor profundidad de suelo de los perfiles estudiados. La tercera GPSS es aquella denominada como suelo de "alta degradación" (AD) y que es donde los horizontes A y B han desaparecido y su productividad es de esperarse que sea aún menor que los dos anteriores. Estos suelos son clasificados actualmente como Leptosoles, pero que en el pasado, antes de la degradación a que han sido sometidos, pudieron haber sido clasificados como Kastanozems.

Un cuarto tipo de GPSS es denominado suelo de "alta degradación con desarrollo posterior" (ADDP), el cual es una variante del área mencionada anteriormente y cuyas características diferenciales respecto al perfil anterior, son que su desarrollo *in situ* ha llevado a este suelo a presentar características de un nuevo horizonte A, las cuales se discutirán posteriormente. El quinto GPSS es denominado suelo de "alta degradación con acumulación de carbonatos" (ADAC) y cuyo origen condicionó su desarrollo. Los valores de CO_3 en este suelo fueron de 59 mg kg^{-1} , cuando en los otros suelos los valores fueron menores a uno y no mayores a 6 mg kg^{-1} . Al igual que el anterior, actualmente la capa superficial actúa como un horizonte A. Finalmente, el sexto GPSS es denominado suelo de "alta degradación con desarrollo limitado" (ADDL) y es un horizonte somero, el cual pudo haber perdido su capa superficial de suelo. El material parental ha ido aflorando a la superficie y en los últimos tiempos se han depositado restos de material vegetativo o partículas de suelo removidos por el viento. Actualmente su espesor es de apenas unos cinco centímetros, y también pudiera considerarse un horizonte A en formación.

Descripción de los GPSS: Las características físico-químicas del primer GPSS, o suelo BD, el cual se ubica en la parte alta y plana del terreno estudiado se presentan en el Cuadro 1. En el se aprecia un alto contenido de arena en los horizontes A y Ao, este último es un horizonte de transición donde se ha acumulado la mayor cantidad de materia orgánica (MO). También se presenta una mayor concentración de N-inorgánico (NO_3 o NH_4), lo que indica una mayor mineralización en dicho estrato. Sin embargo, el contenido de arcilla no es alto en este horizonte de transición, lo cual influye en su denominación como franco arenosa, e indica que la acumulación de arcilla se da en el horizonte B. También el valor de pH es ligeramente más alto que en el horizonte B. La capacidad de intercambio cationico (CIC) presenta valores muy poco variables, debido a que el porcentaje de saturación bases (PSB) presenta en todos los casos un 100% de saturación de bases y es lo que explica la estabilidad de los valores de CIC en todos los horizontes estudiados y su baja variabilidad. En el horizonte B, como ya se mencionó, existe una mayor concentración de arcilla (21.7%), lo cual sirve para corroborar que se trata de un horizonte mólico, el cual es el horizonte diagnóstico de un Kastanozem. El GPSS "BD" es la porción del terreno que se cree que aún conserva su condición original.

Por otro lado, el segundo GPSS, o suelo MD fue clasificado como un suelo ubicado en una posición fisiográfica denominada como "inicio de ladera", la cual es una posición topográfica ligeramente inclinada y que presenta un suelo que ha perdido el horizonte A (Cuadro 2). Lo que permite determinar, basado en los valores del GPSS "BD", que el suelo perdido tuvo una profundidad de entre 1 y 20 cm. Esto último se deduce por su ubicación contigua y circundante al GPSS "BD" y una mayor inclinación de la pendiente promedio del terreno, la cual probablemente favoreció la degradación y pérdida del horizonte superficial original. Los suelos de esta área son de menor profundidad con un menor contenido de arena y un mayor contenido de arcilla en su estrato superficial, lo que lo clasifica como suelo Franco. Además de un mucho menor contenido de MO en el horizonte Ao y una ligera reducción en su valor en el horizonte B.

En este último horizonte (B), se presentan valores de pH más alcalinos que en el mismo horizonte de BD. También, el contenido de N inorgánico y el fósforo son mejores en MD que en BD, aunque no son muy altos. Por último, la CIC presenta valores semejantes al GPSS anterior, con un valor alto del PSB. En este caso, al igual que en BD, la acumulación de arcilla en el horizonte B (20.3%), que es una característica del horizonte diagnóstico (mólico), permite identificarlo como un suelo de tipo Kastanozem.

El tercero, cuarto y quinto GPSSs o suelos AD, ADDP y ADAC, se ubican en una posición fisiográfica de "ladera" o en "pie de monte". Todos ellos presentan en la superficie lo que fue un horizonte C, pero cuyos contenidos actuales de arena y arcilla varían dependiendo de su material original o posición fisiográfica y son actualmente equivalentes a un horizonte A de textura franco arenosa (Cuadro 3). Es probable que estos suelos hayan sufrido la pérdida de los horizontes A y B como resultado de una intensa actividad erosiva del agua de lluvia, potenciada por sus posiciones fisiográficas. El volumen de agua a saturación, contenido de arcilla, pH y porcentaje de MO es mayor en los GPSS "ADDP" y "ADAC" que en el GPSS "AD". Por lo que tales diferencias indican que el GPSS "AD" pudiera haber perdido los horizontes superficiales (A y B) recientemente ya que sus valores son típicos de un horizonte C evolucionando hacia un horizonte A. Por el contrario, los GPSS "ADDP" y "ADAC", podrían haber sido erosionados y degradados con mucha anterioridad que el GPSS "AD" por lo que su desarrollo como horizonte A es mayor. El cuarto GPSS o suelo ADDP sobresale dentro de este grupo de GPSSs por contar con el mayor contenido de MO y un ligeramente mayor contenido de arcilla.

Mención aparte merece el sexto GPSS o suelo ADDL, el cual presenta el mayor impacto de la erosión hídrica, ya que en este caso la profundidad del horizonte superficial varía de 0 a 5 cm (Cuadro 3). Este suelo presenta el más alto contenido de arena y el mayor valor de pH. Es de notar que la CIC no varía grandemente, a pesar de las grandes diferencias de textura, pH o valores de humedad a saturación. De igual manera, los valores de PSB explican la estabilidad en los valores de CIC. Los GPSS denominados como de "alta degradación" (AD, ADDP, ADAC y ADDL) presentados en el Cuadro 3, se clasifican como Leptosoles (WRB, 2006) de acuerdo a su estado actual. Sin embargo, es probable que en el pasado remoto hayan alcanzado un grado de desarrollo similar a los suelos de las áreas homogéneas colindantes (BD y MD), cuyas características topográficas y fisiográficas son menos escarpadas o inclinadas.

Distribución espacial de los GPSS y su asociación con la topografía: La diferenciación de suelos en el área de estudio, sirvió para determinar los diversos GPSS que la componen, la Figura 1 presenta los GPSS identificados. La distribución espacial de los GPSS es útil para asociar los perfiles de suelo con su origen o génesis y su desarrollo posterior. Para ello, en la Figura 2 se presenta su distribución espacial a través de la topografía del área de estudio. Los suelos ubicados en la parte central y más baja del sitio en estudio, corresponden a los GPSS "BD" y "MD" principalmente. Dada la posición geográfica de estos GPSS y la presencia de cerros con dominio al Oeste de ellos, así como el tipo de suelos profundos que los conforman (Kastanozem), es posible deducir que ellos fueron formados a partir del material de arrastre proveniente de las partes altas cercanas. Por el contrario, los suelos localizados al Noreste y al Suroeste corresponden a las partes más altas del sitio, por lo que es posible que su formación fuera a partir del material parental original. De esta forma, propiedades como la profundidad del suelo y el desarrollo del perfil estarían claramente diferenciadas. Así, en los extremos del sitio estudiado encontramos los suelos ADDP, ADAC y ADDL, los cuales han desarrollado características propias de un horizonte A, aunque en el caso del último, el desarrollo es menor y

con menor profundidad de suelo. En el caso del suelo que corresponde al GPSS "AD", éste se encuentra en las partes más susceptibles a la erosión por su gran pendiente (Figura 2) y como resultado la degradación ha sido muy severa, de tal forma que se han perdido los horizontes superiores (A y B). Las diferencias en las propiedades del suelo del GPSS "AD" con respecto a los suelos de los GPSS "ADDP" y "ADAC" (Cuadro 3) se podrían atribuir a este hecho.

Grado de asociación entre los GPSS y la erosión potencial: En la figura 3 se presenta la distribución espacial de los valores estimados de erosión potencial para los suelos del área de estudio. El mapeo de esta variable está restringido a la superficie total que ocupan los GPSS obtenidos para el área de estudio.

Cuadro 1. Características físico-químicas de tres horizontes superiores del GPSS "BD" de clase Castanozem ubicado en la parte alta y plana del sitio de estudio.

Horizonte	Prof. (cm)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Saturación (%)	pH	MO (%)	N-inorg	P-Bray	CIC (meq l ⁻¹)
A	0 – 19	75.8	4.5	19.7	FA	39.6	7.78	1.74	6.60	1.86	29.8
Ao	19 – 48.5	73.8	5.2	21.0	FA	39.1	7.55	2.05	8.62	1.51	30.1
B	48.5 – 69.8	54.3	21.7	24.0	FAA	40.8	7.25	0.72	5.33	6.48	26.7
Máxima	> 250										

Cuadro 2. Características físico-químicas de dos horizontes superiores del GPSS "MD" de clase Castanozem.

Horizonte	Prof. (cm)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Saturación (%)	pH	MO (%)	N-inorg	P-Bray	CIC (meq l ⁻¹)
Ao	0 – 37.5	59.0	11.7	29.3	FA	33.5	7.42	1.62	5.33	2.08	28.6
B	37.5 – 57.7	39.0	20.4	40.6	F	44.2	7.65	0.66	6.35	3.35	28.5
Máxima	> 250										

Cuadro 3. Características físico químicas del horizonte superficial de los GPSS de clase Leptosol.

GPSS	Prof. (cm)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Saturación (%)	pH	MO (%)	N-inorg	P-Bray	CIC (meq l ⁻¹)
AD	0 – 25.0	55.0	11.7	33.3	FA	29.5	7.93	0.48	5.84	7.68	26.0
ADDP	0 – 30.7	59.0	13.0	28.0	FA	41.2	8.25	3.56	8.39	2.00	30.1
ADAC	0 – 52.0	60.4	20.3	19.3	FA	40.0	8.38	0.68	6.09	8.68*	23.1
ADDL	0 – 5.0	96.5	2.5	1.0	Arena	28.0	8.38	1.2	10.93	4.49	30.0
Máxima	> 250										

*Fósforo determinado por el método de Olsen

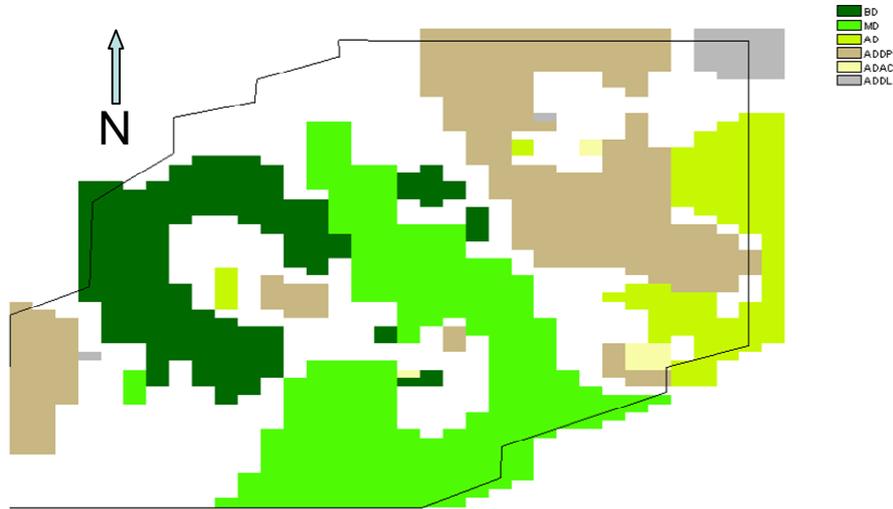


Figura 1. Distribución del los grupos con perfiles de suelo semejantes (GPSS) dentro del área de estudio.

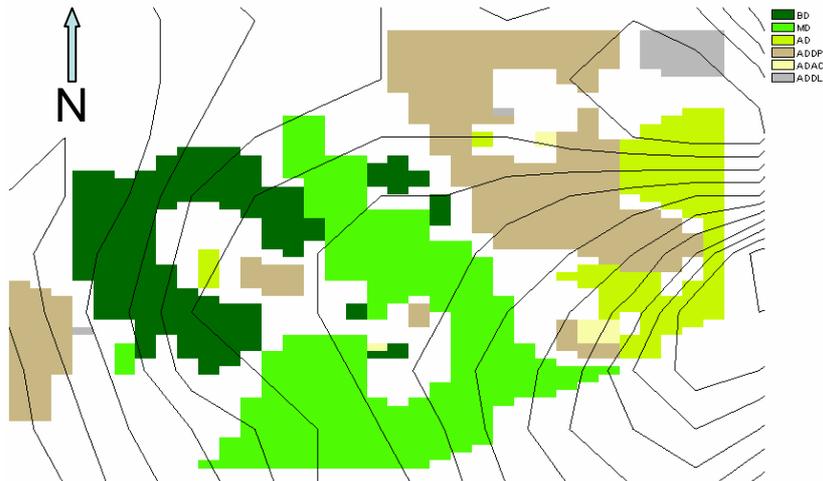


Figura 2. Grupos con perfiles de suelo semejantes (GPSS) asociados a la topografía del área de estudio.

A partir de la comparación de la información presentada en las Figuras 2 y 3, se puede apreciar que potencialmente los suelos con menor posibilidad de ser erosionados son los GPSS "BD", "MD" y "ADDP", los cuales presentan valores de erosión potencial de entre 0 y 2 ton/ha/año, y que de acuerdo con Figueroa et al. (1991) estarían cercanos a los valores de pérdidas máximas

permisibles. Por otro lado los suelos más afectados por la erosión corresponden a los GPSS "AD", "ADAC" y "ADDL", cuyos valores de erosión potencial varían de 2 a 7 ton/ha/año, y son iguales o mayores a los valores de pérdidas máximas permisibles. Dada la similitud entre el potencial de erosión y la topografía de los suelos de los GPSS "BD" y "MD" (Figuras 2 y 3), se esperaría que sus perfiles de suelo fueran muy similares. Sin embargo, el GPSS "MD" ya perdió el horizonte A, mientras que el GPSS "BD" todavía lo conserva (Cuadros 1 y 2). Una probable explicación a tal diferencia podría ser la presencia muy cercana de cerros y áreas colindantes de mayor altura en GPSS "BD", los que frecuentemente aportan escurrimiento superficial (agua y nutrientes) a este sitio, lo que promueve una mayor cobertura vegetal (dato no mostrado) y la posterior reducción de la erosión. Otra explicación podría ser que este sitio es relativamente inaccesible lo que dificulta el pastoreo de la vegetación; o bien ambas explicaciones. Por el contrario, el sitio del GPSS "MD" es muy accesible por lo que es más intensamente pastoreado, además de que no recibe aportes extra de humedad pues no posee un área cerril cercana.

Los suelos del GPSS "ADDP" se distribuyen en tres niveles de erosión potencial por lo que se esperaría que los perfiles de suelo fueran muy variables en cuanto al número de horizontes. Sin embargo no es así, ya que el perfil del suelo presenta solo un horizonte de alrededor de 30 cm de profundidad (Cuadro 3). En párrafos anteriores se planteó la posibilidad de que los suelos de este grupo fueran el resultado del intemperismo del material parental local, al contrario de los suelos de los GPSS "BD" y "MD" que muy probablemente se desarrollaron a partir de material de arrastre. Este hecho podría explicar el limitado desarrollo del perfil del GPSS "ADDP", puesto que un suelo cuya genesis depende del intemperismo de la roca madre, necesitara de más tiempo para su desarrollo, por lo que será menos profundo que un suelo de arrastre formado en un área vecina cercana. Por otro lado es muy probable que la baja cobertura vegetal de este sitio (dato no mostrado) haya facilitado la pérdida paulatina de los horizontes superficiales (A y B), por lo que actualmente observamos la formación de un incipiente horizonte A sobre un horizonte C de muy avanzada edad de desarrollo.

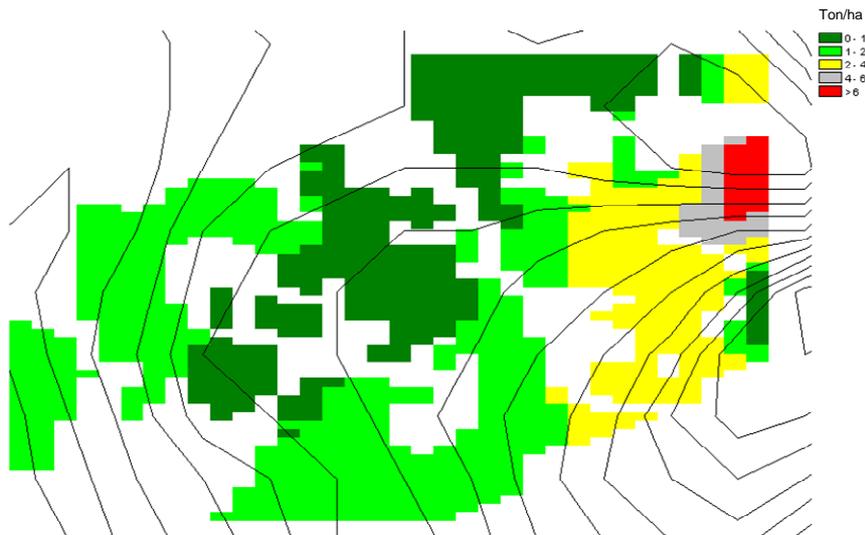


Figura 3. Erosión potencial estimada para los suelos del área de estudio y su distribución.

Los suelos de los GPSS "AD", "ADAC" y "ADDL" se distribuyen principalmente en los tres mas altos niveles de erosión potencial y con el mayor grado de pendiente del área de estudio, lo que explica el porque sus perfiles muestran solo un horizonte, probablemente de tipo C, que es resultado de la intensa actividad degradadora de la erosión hídrica. Por estar ubicados muy cercanamente al GPSS "ADDP", la probabilidad de que su origen sea a partir del intemperismo de la roca madre es muy alta, además, de que es muy posible que se trate de suelos de muy avanzada edad de desarrollo. Estos sitios también son de muy fácil acceso, por lo cual han sido intensamente pastoreados con la consecuente reducción de la cobertura vegetal.

En todos los GPSS obtenidos en este estudio, hay evidencia de que la condición actual de los suelos tiene relación con el potencial de erosión de sus respectivos sitios. También hay evidencia de que el potencial de erosión ha sido reducido o magnificado por el incremento o pérdida de la cobertura vegetal, ésta última debida a los efectos del pastoreo. Como resultado de esto se puede decir que el estudio geoestadístico de la degradación del pastizal realizado a partir de perfiles de suelo, puede ser útil para dirigir estudios posteriores, tales como el manejo mas adecuado de cada uno los sitios identificados (GPSS) para reducir la erosión e incrementar la cobertura vegetal.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron seis grupos de perfiles de suelo semejantes que definen los diferentes niveles de degradación del suelo dentro del área de estudio.
2. El riesgo de degradación se asocia directamente con la posición topográfica, material parental, intemperismo y el manejo de la cobertura vegetal.
3. Los grupos de perfiles de suelo semejantes ayudaron a explicar el probable origen de los suelos dentro del área de estudio.
4. El estudio geoestadístico de la degradación del pastizal a partir de perfiles de suelo puede contribuir a orientar estudios de erosión y predicción de rendimientos.

LITERATURA CITADA

- Brady, N.C., y R.R. Weil 2000. Elements of the nature and properties of soil. 12th edition. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc. p. 34.
- Colegio de Postgraduados 1977. Manual de conservación del suelo y del agua. Colegio de Postgraduados-SARH-SPP, Chapingo, México, pp. 65-105.
- Dí, J.H., B.B. Trangmar, y R.A. Kemp 1989. Use of geostatistics in designing sampling strategies for soil survey. Soil Sci. Soc. Am. J. 533:1163-1167.
- Echavarría, F.G., A. Serna, y R. Bañuelos. 2007. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: II Cambios en el suelo. Tec. Pecu Mex. 45 (2): 177-194.
- Eastman, J.R. 1999. IDRISI32: Guide to GIS and image processing. Clark labs, Clark University. Worcester, MA 01610-1477, USA.
- Figueroa, B., A. Amante, H.G. Cortes, J. Pimentel, E.S. Osuna, J.M. Rodríguez, y F.J. Morales. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH-Colegio de Postgraduados. México.
- Herrick, J.E., B.T. Bestelmeyer, S. Archer, A.J. Tugel, y J.R. Brown. 2006. An integrated framework for science-based arid land management. J Arid Environ. 65: 319-335.

- Holechek, J. L., R.D. Pieper, y C.H. Herbel. 1995. Range management: Principles and practices. 2nd ed. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc. 526 p.
- Isaaks, E. H., y R.M. Srivastava. 1989. Applied geostatistics. Oxford University Press. New York.
- Peters, D.P.C., y K.M. Havstad. 2006. Nonlinear dynamics in arid and semiarid systems: Interactions among drivers and processes across scales. *J Arid Environ.* 65: 196-206.
- Monger, H.C., y B.T. Bestelmeyer. 2006. The soil-geomorphic template and biotic change in arid and semiarid ecosystems. *J Arid Environ.* 65: 207-218.
- Rodriguez-Iturbe, I. 2000. Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate-soil-vegetation dynamics. *Water Resour Res.* 36(1): 3-9.
- Serna, A. y F.G. Echavarría. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Pérdidas de suelo. *Téc Pecu Méx.* 40(1): 37-53.
- Seybold C.A., J.E. Herrick, y J.J. Brejda. 1999. Soil resilience: A fundamental component of soil quality. *Soil Sci.* 164(4): 224-234.
- Snyder, K.A., y S.L. Tartowski. 2006. Multi-scale temporal variation in water availability: Implications for vegetation dynamics in arid and semi-arid ecosystems. *J Arid Environ.* 65: 219-234.
- SURFER 8.0 - Countouring and 3D surface mapping for scientists and engineers. New York: Golden software, Inc. 2002. 640 p.
- Wagenet. R.J. 1985. Measurement and interpretation of spatially variable leaching processes. *In: D.R. Nielsen and J. Bouma (Ed). Soil spatial variability.* Wageningen, Pudoc, 1985. Proceedings of a workshop of the ISSS and the SSSA, Las Vegas, Nov 30-01 dec, 1984. 209-235 pp.
- Wischmeier, W.H., y D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA, Agric., Handbook 537, U.S. Government Printing Office., Washington, D.C. USA. 58 p.
- Whisenant, S.G. 1999. Repairing damaged wildlands: A process-orientated, landscape-scale approach. Cambridge, U.K: Cambridge University Press. 312 p.
- Wilding, 1985. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. *In: D.R. Nielsen and J. Bouma (Ed). Soil spatial variability.* Wageningen, Pudoc, 1985. Proceedings of a workshop of the ISSS and the SSSA, Las Vegas, Nov 30-01 dec, 1984. 166-196 pp.
- Wood M.K., y W.H. Blackburn. 1984. Vegetation and soil responses to cattle grazing systems in the Texas rolling plains. *J Range Manage.* 37(4): 303-308.
- WRB. 2006. IUSS Working group. World reference base for soil resources. 2nd edition. World soil resources reports No. 103. FAO, Rome, Italy.

NIVELES DE DEGRADACIÓN DE SUELO DE UN PASTIZAL SEMIÁRIDO: II DIFERENCIAS EN PRODUCTIVIDAD.

Alfonso Serna Pérez*, Francisco G. Echavarría Cháirez

INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Apartado Postal No. 18, Víctor Rosales, Calera, Zacatecas, 98500, México. Tel-Fax: (478) 985 0363. E-mail: aserna@zacatecas.inifap.gob.mx; fehava@zacatecas.inifap.gob.mx;

RESUMEN

El estudio se realizó en un terreno de 53 ha localizado en el ejido Panuco, Zacatecas, en un área bajo pastoreo controlado, con tipos de suelos Leptosoles y Kastanozems. Los suelos se agruparon por semejanzas en su morfología en seis grupos con perfiles semejantes de suelo (GPSS). Para determinar las diferencias en productividad de cada grupo se utilizaron doce muestreos de la vegetación herbácea (rendimiento de materia seca), realizados de 2001 a 2005. Cada muestreo se realizó de manera sistemática en cinco transectos, distribuidos en el área siguiendo el criterio de representatividad de los pequeños grupos locales de vegetación, para un total de 51 puntos. Los valores de materia seca fueron interpolados, obteniéndose un mapa de producción por muestreo. En el que se seleccionaron 50 puntos fijos repartidos en los seis GPSS y se muestreo cada mapa con la ayuda del IDRISI. Los datos digitales obtenidos, se analizaron por medidas repetidas. El análisis estadístico permitió distinguir diferencias en productividad de materia seca entre los GPSS ($P < 0.01$). Los rendimientos de materia seca de cada GPSS fueron: a) para el grupo de suelos de baja degradación, 1340 kg/ha; b) en el grupo de suelos de mediana degradación con horizonte A perdido por degradación fue de 1158 kg/ha; c) para el grupo de suelos con alta degradación sin horizontes A y B, 1172 kg/ha; d) grupo de suelos con alta degradación y con desarrollo *in situ*, 1137 kg/ha; e) grupo de suelos con alta degradación donde predomina el material calcáreo, 909 kg/ha; y f) grupo de suelos con alta degradación y sin desarrollo aparente, el cual presenta una capa muy delgada de suelo sobre el material parental, 1051 kg/ha. El estudio morfológico puede contribuir a diferenciar la capacidad productiva de un pastizal semiárido.

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas, la forma más común y nociva de degradación es la erosión del suelo, ya que irreversiblemente destruye las propiedades químicas, físicas y biológicas del horizonte edáfico (Whisenant, 1999). Tanto los procesos bióticos como los abióticos afectan a la erosión. En un sitio de pastoreo, la permanencia continua de un hato con un número de individuos mayor a la capacidad que el pastizal tiene para alimentarlos reduce la cobertura vegetal al paso del tiempo (Wood y Blackburn, 1984; Holecheck *et al.*, 1995). Este cambio en el control biótico, hace que la superficie del suelo sea más fácilmente erosionable (Peters y Havstad, 2006), ya que al no existir la protección del dosel, las gotas de lluvia destruyen su estructura y las partículas de suelo pueden ser acarreadas más fácilmente hacia las partes más bajas, reduciendo la profundidad de la capa de suelo con cada evento lluvioso (Wischmeier y Smith, 1978). De esta forma, la erosión modifica negativamente la capacidad de almacenamiento hídrico del suelo y los patrones temporales y espaciales de la disponibilidad de humedad (Rodríguez-Iturbe, 2000; Snyder y Tartowski, 2006), lo que a su vez propicia nuevamente la pérdida de vegetación, generándose una retroalimentación de la degradación

que reduce la captura y retención de los recursos que mantienen en buen estado los ciclos hidrológico y de nutrientes en el sitio de pastizal (Whisenant, 1999).

La degradación del suelo, como resultado de la erosión hídrica y posterior deposición del material acarreado, sucede bajo muy diversas escalas espaciales y temporales y podría afectar de diversas maneras la composición de la vegetación y las propiedades del suelo (Peters y Havstad, 2006). La diversidad de la respuesta dependerá en gran medida de la capacidad del suelo para continuar funcionando sin cambio a través de un disturbio, así como de la capacidad de dicho suelo para recuperar su integridad funcional y estructural después de dicho disturbio, a tales comportamientos se les conoce como resistencia y resiliencia respectivamente (Seybold *et al.*, 1999). Para entender como el suelo puede modificar la respuesta de la degradación y sus escalas espaciales y temporales es necesario recordar que el suelo es el soporte y sustento de la vegetación que en él se desarrolla y es a su vez producto de cinco factores que controlan su formación: material parental, clima, biota, topografía y tiempo (Brady y Weil, 2000). Además es útil considerar lo dicho por Monger y Bestelmeyer (2006), quienes establecen que los factores de formación del suelo: topografía y material parental; además del mismo suelo son factores importantes en el cambio o conservación de la composición vegetal de un sitio, ya que hay numerosas ligas y lazos de retroalimentación que ocurren entre ellos y el microclima, la vegetación y los animales que en ella conviven. De tal manera que de su interrelación con el grado de disturbio o degradación podremos esperar diferentes niveles o grados de cambio en la vegetación (incluso en su composición [Herrick *et al.*, 2006]), clases de suelo y su capacidad productiva.

La heterogeneidad del suelo expresado como diferentes tipos o clases de suelo generado, por ejemplo, por la degradación del mismo (Wilding, 1985), puede afectar la evolución de los patrones de vegetación (Bestelmeyer *et al.*, 2006). Por lo que tanto el suelo como la vegetación presentarían una distribución espacial que podría estar ligada a características propias de la condición actual del suelo, como la disponibilidad de humedad (McAuliffe, 2003; Snyder y Tartowski, 2006), que a su vez modificaría los procesos que hacen disponibles los nutrientes para las plantas (Rodríguez-Iturbe, 2000). Por las implicaciones de tales cambios espaciales se hace necesario determinar la magnitud y forma de dicha variabilidad espacial mediante el uso de herramientas estadísticas geoespaciales (Isaaks y Srivastava, 1989; Dí, *et al.*, 1989). El objetivo del estudio fue determinar las diferencias en productividad del estrato herbáceo de diferentes niveles de degradación del suelo de un pastizal semiárido, a partir de la definición de grupos con perfiles de suelo semejantes y mapas digitales de rendimiento de materia seca, mediante el uso de herramientas estadísticas geoespaciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en un área de agostadero de 53 ha, que se localiza en los 22° 54' Norte y 102° 33' Oeste, a una altitud media de 2,285 msnm. La precipitación promedio anual en la región es de 400 mm. La vegetación dominante es "pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera (Serna y Echavarría, 2002a). El área de estudio es una microcuenca, la cual cuenta con un cauce principal que es una cárcava con profundidad variable de hasta 5 m. La fisiografía varía de ondulada a escarpada. Los suelos son predominantemente arenosos (63-87%), con pH moderadamente alcalino (pH ~ 7.8), bajo contenido de nutrimentos, materia orgánica (0.1-2.7%) y sales. De acuerdo con el sistema de clasificación de la WRB (2006), los suelos son, en su

mayor parte, del tipo Leptosol y, en menor proporción, del tipo Kastanozem, con un horizonte petrocálcico de profundidad variable.

Se realizaron mediciones periódicas del contenido de materia seca del estrato herbáceo dentro del área excluida desde el año 2001 y hasta el año 2005, periodo en el cual se realizaron doce muestreos. Para ello se utilizaron cinco transectos distribuidos en el área siguiendo el criterio de representatividad de los pequeños grupos locales de vegetación, con lo que se obtuvo un total de 51 puntos de medición, los cuales se encontraban separados a 50 m. Para coleccionar la muestra se usó un cuadrante 0.5 X 0.5 m, y se cosecho sólo el material herbáceo, que fue secado hasta peso constante.

Los valores de materia seca fueron interpolados, con lo que se obtuvo un mapa digital de producción de materia seca por cada muestreo. Con el fin de obtener valores de sitios que se caracterizaron por su morfología, se seleccionaron 50 puntos fijos repartidos en los grupos con perfiles de suelos semejantes (GPSS) obtenidos del análisis geoestadístico de la morfología del suelo (Echavarría y Serna, 2007), y los doce mapas fueron muestreados individualmente con la ayuda del sistema de información geográfica IDRISI (Eastman, 1999). Los datos digitales obtenidos se analizaron por medidas repetidas con la ayuda del programa SAS (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agrupación de perfiles de suelo semejantes (GPSS) condujo a la delimitación de seis GPSS (Figura 1) los cuales han sido denominadas (Echavarría y Serna, 2007) como: 1) de “baja degradación” (GPSS “BD”), por ser la única que presenta un horizonte A en suelos de tipo Kastanozem; 2) de “mediana degradación” (GPSS “MD”) con suelos tipo Kastanozem, pero con un perfil en el cual se perdió el horizonte A; 3) de “alta degradación” (GPS “AD”) ya que los horizontes A y B han desaparecido, por lo que actualmente es un suelo tipo Leptosol; 4) de “alta degradación con desarrollo posterior” (GPSS “ADDP”), el cual es una variante del anterior por su desarrollo *in situ*, también del tipo Leptosol; 5) de “alta degradación con acumulación de carbonatos” (GPSS “ADAC”) cuyo origen condicionó su desarrollo, también del tipo Leptosol; y 6) de “alta degradación con desarrollo limitado” (GPSS “ADDL”) que es un horizonte somero de depósito y cuyo espesor es de cinco centímetros, también del tipo Leptosol.

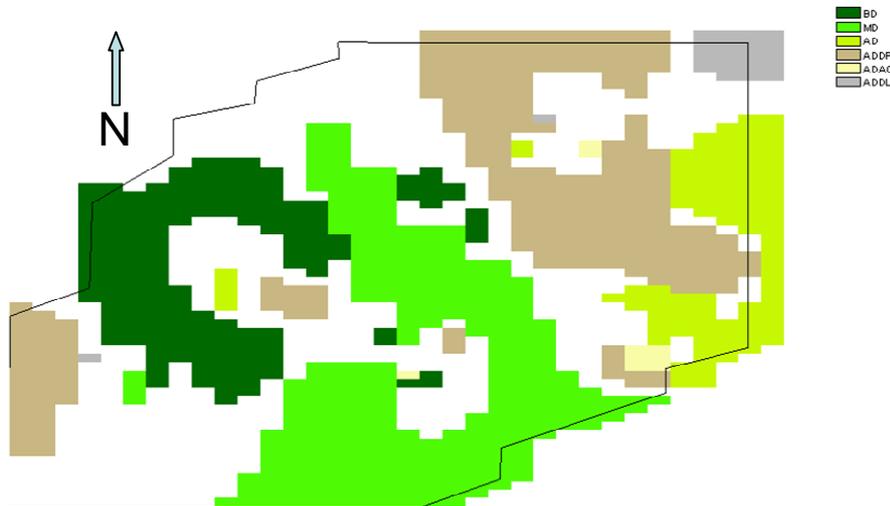


Figura 1. Distribución de los grupos con perfiles de suelo semejantes (GPSS) dentro del área de estudio.

En la Figura 2 se presenta el comportamiento productivo de los seis GPSS presentes en el área de estudio. Dado que el sitio de estudio fue intensamente pastoreado durante los años 2000 y 2001, se puede considerar que la valoración del crecimiento vegetativo fue igual en todos los suelos, es decir con valores cercanos a cero (Figura 2). Posteriormente, el área fue excluida al pastoreo del 2002 al 2005 y solo se aplicó un tratamiento de pastoreo rotacional en toda el área.

El análisis de medidas repetidas indicó que la interacción suelo–tiempo fue significativa ($P < 0.001$), lo cual se explica por la influencia del manejo y la presencia de lluvias inusuales. Durante 2002 y 2003 se presentaron precipitaciones pluviales acumuladas anuales de 590 y 620 mm, respectivamente, que fueron muy superiores a la precipitación pluvial acumulada media anual que es de 400 mm. Por el contrario, el trienio previo (1999, 2000 y 2001) fue de bajas precipitaciones pluviales acumuladas anuales (373, 156 y 303 mm, respectivamente). Las repercusiones del periodo de sequía y el fuerte pastoreo que se realizó en el área, explica el porque los valores de materia seca iniciaron en valores cercanos a cero en 2001. La exclusión al ganado y el repunte en valores de precipitación a partir de 2002 y durante 2003, produjo un fuerte impacto en los valores de materia seca (Figura 2), observándose valores altos a partir de Julio de 2002 y los cuales se mantuvieron en ascenso hasta el año 2005.

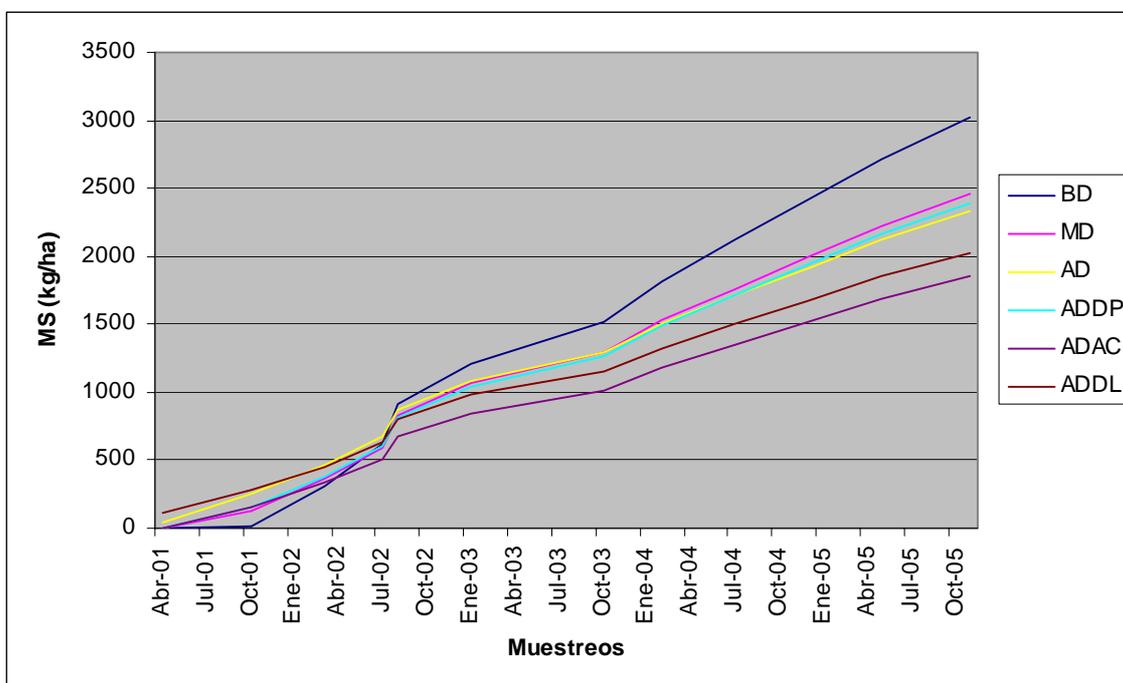


Figura 2. Producción de materia seca a través de un periodo de cinco años para los seis grupos con perfil de suelo semejantes (GPSS) en un pastizal semiárido.

Las diferencias de rendimiento entre los GPSS a través de los cinco años de evaluación también fueron significativas ($P < 0.05$). El GPSS que presentó la mayor productividad de materia seca a través del tiempo fue el GPSS "BD". Los valores medios y sus desviaciones se presentan en el Cuadro 1. Este grupo de suelos representa la condición edáfica más desarrollada (con cuatro horizontes bien definidos) y conservada (sin pérdida de horizontes superficiales) del área experimental, es decir que el perfil de estos suelos no se ha degradado fuertemente por el efecto la erosión hídrica. Por lo que su nivel productivo expresado como rendimiento medio de material herbáceo podría representar el potencial de producción de materia seca de la zona, y en los estudios de degradación o definición de la condición del pastizal debiera ser considerado como el punto de referencia de óptima condición del sitio. El valor medio máximo de producción observado también ocurrió en este grupo de suelos y fue de 2983 kg ha^{-1} (Cuadro 1).

El segundo grupo de suelos definido como GPSS "MD", presentó un valor medio de producción de $1158.6 \text{ kg ha}^{-1}$, con un valor máximo de 2313 kg ha^{-1} (Cuadro 1). La diferencia de este grupo de suelos con respecto al tipo de suelo anterior (GPSS "BD"), se atribuye a la pérdida por erosión del horizonte superficial A de aproximadamente 19 cm de grosor. De tal forma que el horizonte inmediato inferior A_0 (Echavarría y Serna, 2007) ahora cumple la función de horizonte superficial. Aunque la diferencia en valores medios de producción fue de apenas 181.8 kg ha^{-1} , la diferencia en el valor medio máximo, después de cinco años de observaciones, podría ser de 670 kg ha^{-1} (Figura 2), la cual ya es una diferencia importante que potencialmente se ha ido perdiendo por el efecto degradativo de la erosión.

El tercer grupo de suelos definido como GPSS "AD", muy probablemente ha perdido el horizonte superficial A y el horizonte subsuperficial B (Echavarría y Serna, 2007) que en suma representarían 44 cm de grosor del suelo original (19 y 25 cm respectivamente). Las diferencias de producción de materia seca entre el grupo de suelos AD y el grupo BD fueron de 168 y 554 kg ha⁻¹, para la producción media y media máxima respectivamente. Es de llamar la atención la capacidad productiva de este suelo (GPSS "AD"), que a pesar de perder una cantidad de suelo importante mantuvo en promedio valores de producción de materia seca ligeramente superiores a los obtenidos para el grupo GPSS "MD" (Cuadro 1), y al final del período de muestreo mostró niveles de producción muy similares a los de este último grupo de suelos (Figura 2).

Los suelos del grupo GPSS "ADDP", también presentaron valores de producción de materia seca promedio semejantes al grupo GPSS "AD" (Cuadro 1). En este caso, también se cree que los suelos de este grupo perdieron los horizontes superficial A y subsuperficial B (Echavarría y Serna, 2007) por efecto de la erosión hídrica. Aunque en este caso el grosor del suelo perdido podría alcanzar un metro de profundidad. Las diferencias de producción de materia seca entre el grupo de suelos ADDP y el grupo BD fueron de 202.5 y 619 kg ha⁻¹, para la producción media y media máxima respectivamente. Al igual que para los suelos del grupo "AD", es importante hacer notar que la capacidad productiva del grupo de suelos GPSS "ADDP" mantuvo valores promedio de producción de materia seca similares al grupo de suelos GPSS "MD" (Cuadro 1), e incluso al final del período de muestreo mostró niveles de producción ligeramente superiores al grupo de suelos GPSS "AD" (Figura 2).

Los suelos del grupo GPSS "ADDL" continuaron reduciendo los valores de producción de materia seca promedio con respecto a los cuatro grupos de suelos cuyos resultados se presentaron en los párrafos anteriores (Cuadro 1). También en este caso existe la probabilidad de que los horizontes superficial A y subsuperficial B se hayan perdido por efecto de la erosión hídrica alcanzando un grosor de alrededor de 130 cm (Echavarría y Serna, 2007). Esto produjo efectos en su productividad ya que las diferencias de rendimiento de materia seca entre el grupo de suelos ADDL y el grupo BD fueron de 288.8 y 1148 kg ha⁻¹, para la producción media y media máxima respectivamente. El impacto sobre la productividad de este grupo de suelos fue con respecto al rendimiento máximo observado cuya diferencia en productividad alcanzó valores superiores a la tonelada de materia seca por hectárea. Lo que indicó una gran variación en la calidad del suelo de este grupo. Echavarría y Serna (2007), reportan un horizonte superficial con una profundidad promedio de 5 cm, de textura predominantemente arenosa pero con un contenido de materia orgánica de 1,2% (en base a peso) y el más alto contenido de nitrógeno inorgánico del área de estudio. Estas dos últimas variables podrían explicar el buen comportamiento de la producción de materia seca en ciertos sitios del grupo de suelos, sin embargo, los valores muy bajos en el rendimiento máximo no pueden explicarse con la información disponible.

Los grupo de suelos (GPSS "AD", "ADDP" y "ADDL") son clasificados de acuerdo a su condición edáfica actual como Leptosoles (WRB, 2006) o suelos de desarrollo muy pobre. Sin embargo, se ha planteado la posibilidad de que sean suelos formados a partir de la roca madre local (Echavarría y Serna, 2007) y de una mayor edad que los suelos de los grupos GPSS "BD" y "MD", por lo que podrían haber estado sujetos durante mayor tiempo a los procesos de eluviación e iluviación (Birkeland, 1999), lo que podría explicar, al menos parcialmente, los rendimientos de materia seca obtenidos.

Cuadro 1. Comparación de medias, desviación estándar y valor máximo de materia seca en los tipos de suelo identificados.

Tipo de suelo	Producción media (kg ha ⁻¹)	Significancia	Valor medio máximo (kg ha ⁻¹)	Desviación estándar (kg ha ⁻¹)
BD	1340.4	a	2983	1219
MD	1158.6	a cd	2313	1098
AD	1172.7	a c e	2429	872
ADDP	1137.9	bc e f	2364	984
ADDL	1051.6	b de g h	1835	754
ADAC	909.8	bc e f h	2007	730

El grupo de suelos GPSS "ADAC" mostró el mayor impacto en la reducción de su productividad por efecto de la degradación como erosión hídrica. Al igual que para los grupos GPSS "AD", "ADDP" y "ADDL" es muy probable que haya perdido los mismos horizontes superiores por efecto de la erosión alcanzando en este caso el máximo grosor de pérdida con alrededor de 180 cm (Echavarría y Serna, 2007). En este caso las diferencias en producción media y media máxima fueron de 430.6 kg ha⁻¹ y 976 kg ha⁻¹, respectivamente. Estos valores representan la pérdida potencial de productividad atribuible a degradación, la cual ha sido reportada principalmente para suelos agrícolas (Ortiz y Solano, 1992). La profundidad media de suelo perdido se estima en 180 cm. Asimismo, tal como en los otros suelos, es notoria su capacidad de producción (Cuadro 1) a pesar del nivel de degradación a que han sido sometidos. La menor productividad de este grupo de suelos con respecto al GPSS ADDL, a pesar de tener un horizonte superficial mas desarrollado con alrededor de 50 cm de profundidad, puede ser debido a que su contenido de materia orgánica y nitrógeno inorgánico es menor (Echavarría y Serna, 2007). Aunque este grupo de suelos no representa una superficie de consideración dentro del área de estudio (Figura 1). Durante el período de muestreo este grupo de suelos fue el que mostró la más baja recuperación de la producción en materia seca del material herbáceo (Figura 2).

La información presentada hace patente la necesidad de tomar en cuenta la condición actual del suelo del pastizal en la toma de decisiones en cuanto a monitoreo, manejo y rehabilitación. Ya que, por ejemplo, aún a pesar de sus promedios de producción media de materia seca, los suelos GPSS "AD", "ADDP" y "ADAC" por su estado avanzado de degradación no soportarían un pastoreo intensivo o la resiembra de especies nativas o inducidas, debido a contar con perfiles de suelo muy delgados. Mientras que los suelos GPSS "BD" y "MD" muy probablemente podrían soportar ese tipo de manejo y rehabilitación. Por otro lado los suelos GPSS "ADAC" simplemente tendrían que ser excluidos para evitar la pérdida del horizonte superficial que poseen.

CONCLUSIONES

1. Se determinaron las diferencias en productividad del estrato herbáceo de seis grupos con perfiles de suelo semejantes (GPSS), apartir del uso de herramientas estadísticas geoespaciales.
2. El grupo con perfiles semejantes de suelo de baja degradación definido en este estudio, puede ser considerado como el punto de referencia en trabajos futuros de monitoreo y manejo de los pastizales de la región central del estado de Zacatecas.
3. Cuatro de los grupos con perfiles de suelo semejantes que tienen un perfil de suelo muy delgado (indicador de un alto nivel de degradación), mostraron rendimientos de materia seca similares a las del grupo con perfiles de suelos semejantes de mediana degradación que solo ha perdido el horizonte superficial.
4. Es vital para el estudio y manejo de los sitios de pastizales en la región, tomar muy en cuenta la condición actual del suelo del pastizal, tanto en estudios básicos relacionados con el estado actual de los recursos naturales como en la toma de decisiones en cuanto a monitoreo, manejo y rehabilitación.

LITERATURA CITADA

- Bestelmeyer, B.T., J.P. Ward, K.M. Havstad. 2006. Soil-geomorphic heterogeneity governs patchy vegetation dynamics at an arid ecotone. *Ecology*. 87(4): 963-973.
- Birkeland, P.W. 1999. *Soils and geomorphology*. Oxford University Press, New York.
- Brady NC, R.R. Weil. 2000. *Elements of the nature and properties of soil*. 12th edition. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc., 2000: p. 34.
- Dí J.H., B.B.Trangmar, R.A. Kemp 1989. Use of geostatistics in designing sampling strategies for soil survey. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1163-1167.
- Eastman, J.R. 1999. *IDRISI32: Guide to GIS and image processing*. Clark labs, Clark University. Worcester, MA 01610-1477, USA.
- Echavarría F.G., y A. Serna. 2007. Niveles de degradación del suelo de un pastizal semiárido: I Características y Distribución. IV. Simposium Internacional de Pastizales. San Luis Potosí, SLP, México. (En esta misma publicación).
- Herrick, J.E., B.T. Bestelmeyer, S. Archer, A.J. Tugel, J.R. Brown. 2006. An integrated framework for science-based arid land management. *J Arid Environ.* 65: 319-335.
- Holechek JL, R.D. Pieper, C.H. Herbel. 1995. *Range management: Principles and practices*. 2nd ed. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc. 526 p.
- Isaaks E. H., Srivastava R. M., 1989. *Applied geostatistics*. Oxford University Press. New York.
- IUSS Working group WRB. 2006. *World reference base for soil resource 2006*. 2^o Edition. World Soil Resources Reports N^o 103. FAO. Rome.
- McAuliffe, J.R. 2003. The interface between precipitation and vegetation. Pp. 9-27. *In*: J.F. Weltzin, G.R. McPherson (eds.). *Changing precipitation regimes and terrestrial ecosystems: A North American Perspective*. The University of Arizona Press. Tucson, AZ
- Peters, D.P.C., K.M. Havstad. 2006. Nonlinear dynamics in arid and semiarid systems: Interactions among drivers and processes across scales. *J Arid Environ.* 65: 196-206.
- Monger, H.C., B.T. Bestelmeyer. 2006. The soil-geomorphic template and biotic change in arid and semiarid ecosystems. *J Arid Environ.* 65: 207-218.
- Ortiz F., P., V.D. Solano R. 1992. La erosión del suelo y la producción de avena en la sierra de chihuahua. *Memorias del XXV congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del suelo*. Acapulco, Guerrero, México. P393.
- Rodriguez-Iturbe, I. 2000. Ecohydrology: A hydrologic perspectiva of climate-soil-vegetation dynamics. *Water Resour Res.* 36(1): 3-9.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Desertificación

- Serna P., A y F.G. Echavarría. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Pérdidas de suelo. *Téc Pecu Méx.* 40(1): 37-53.
- Serna P., A y F.G. Echavarría. 2002b. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. II. Escurrimiento superficial. *Téc Pecu Méx.* 40(1): 55-69.
- SAS. (1992). *SAS/STAT Users' Guide*. (Release 6.08). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Seybold C. A, J.E. Herrick, J.J Brejda. 1999 Soil resilience: A fundamental component of soil quality. *Soil Sci* 1999; 164(4): 224-234.
- Snyder, K.A., S.L. Tartowski. Multi-scale temporal variation in water availability: Implications for vegetation dynamics in arid and semi-arid ecosystems. *J Arid Environ.* 65: 219-234.
- Wischmeier WH, D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA, Agric., Handbook 537, U.S. Government Printing Office., Washington, D.C. USA. 58 p.
- Whisenant, S.G. 1999. Repairing damaged wildlands: A process-orientated, landscape-scale approach. Cambridge, U.K: Cambridge University Press. 312 p.
- Wilding, 1985. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. IN: D.R. Nielsen and J. Bouma (Ed). *Soil spatial variability*. Wageningen, Pudoc, 1985. Proceedings of a workshop of the ISSS and the SSSA, Las Vegas, Nov 30-01 dec, 1984. 166-196 pp.
- Wood MK, Blackburn WH. 1984. Vegetation and soil responses to cattle grazing systems in the Texas rolling plains. *J Range Manage.* 37(4): 303-308.
- WRB. 2006. IUSS Working group. World reference base for soil resources. 2nd edition. World soil resources reports No. 103. FAO, Rome, Italy.

VALOR NUTRICIONAL Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BOVINOS EN VEGETACIÓN SECUNDARIA (ACAHUALES) EN QUINTANA ROO

Edgar Enrique Sosa Rubio *

Eduardo José Cabrera Torres

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 3.5 Carretera Chetumal-Bacalar. (983) 83 20167. sosa.edgar@inifap.gob.mx

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el rancho El Consuelo del INIFAP en Quintana Roo, con el objetivo de evaluar la composición botánica y el valor nutricional de la dieta de bovinos bajo condiciones de pastoreo en vegetación secundaria (acahuales). La composición de la dieta fue determinada utilizando tres bovinos fistulados de esófago. Las muestras colectadas fueron analizadas por medio de la técnica microhistológica. Los resultados indicaron que existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la dieta seleccionada por los bovinos entre épocas. En promedio, los arbustos fueron las especies más seleccionadas (45.5%) seguidos de las gramíneas (39.5%), y las herbáceas (13.1). En general, los bovinos presentaron una mayor preferencia hacia las arbustivas, comparadas con las gramíneas y herbáceas, durante la mayor parte del año. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre estaciones del año en el contenido de PC y en la digestibilidad *in Vitro* de la materia orgánica (DIVMO) de la dieta de los bovinos. Los valores más altos de PC (14.7%) y de DIVMO (73.2%) fueron observados durante la primavera, cuando los bovinos obtuvieron una dieta con 64% de arbustos. La calidad de la dieta disminuyó conforme avanzó la etapa de madurez del forraje de los acahuales.

INTRODUCCIÓN

El Estado de Quintana Roo tiene actualmente alrededor de 1.8 millones de hectáreas aptas para el desarrollo de actividades ganaderas (SARH, 1993). La ganadería regional se base en el pastoreo de algunas gramíneas introducidas, que ocupan cerca de un 10% de la superficie potencialmente apta para esta actividad, siendo subutilizada una superficie de 1.5 millones de hectáreas de selva baja y vegetación secundaria. Esta última emerge como resultado del manejo tradicional de tierras que se abren al cultivo, a través del sistema tumba, roza y quema, y que son abandonadas después de pocos años de uso agrícola. En la actualidad, aproximadamente 70 mil hectáreas de selva son abiertas al cultivo cada año en el estado de Quintana Roo (Solano, 1994).

El conocimiento existente de las comunidades con vegetación secundaria en el país es escaso. Sin embargo, se ha determinado que las plantas que forman parte de este tipo de vegetación tiene características importantes, como rápido crecimiento y mecanismos de dispersión muy eficientes (Sosa, y Col. 1990). Con respecto a la composición florística de estas comunidades, ésta es altamente variable y depende de las fuentes de semillas y del número de plantas colonizadas y sobrevivientes en el sitio. De manera general, se ha establecido que al principio el número de especies es reducido, pero conforme las condiciones del medio mejoran, tiende a incrementarse (Sosa y Col. 1990). Dadas las características de composición florística, como diversidad de especies, hábitos de crecimiento, valor nutricional y palatabilidad, estas áreas constituyen una fuente importante de forraje para el pastoreo extensivo de animales domésticos

y fauna silvestre, así como fuente de productos maderables, forestales y medicinales (Ortega y Col. 1999).

El conocimiento de los hábitos alimenticios del ganado doméstico en apacentamiento, así como su preferencia por ciertas especies presentes en estas áreas es fundamental en el diseño de sistemas efectivos de pastoreo, planeación y desarrollo de prácticas de mejoramiento de las mismas. Estos estudios, en combinación con el análisis químico para determinar su valor nutricional, son útiles para detectar deficiencias nutricionales y estructurar programas de suplementación a los animales bajo libre apacentamiento durante períodos críticos (Heady, 1994). Existen numerosos factores que influyen en la preferencia de los herbívoros por las especies vegetales, algunos factores son: variaciones estacionales en la fisiología del animal, diferencias en el valor nutritivo de las plantas, cambios en la composición, estructura y producción de forraje de las comunidades vegetales a través del año (Hodgson 1982).

Diversos trabajos relacionados con la selección de la dieta de herbívoros domésticos y silvestres se han realizado en el centro y norte del país (Chávez, 1986; Chávez, 1995; González, 1989; Habib, 1982). Por el contrario, información sobre la composición botánica y la calidad de la dieta de bovinos en áreas tropicales, específicamente con vegetación nativa, es escasa (Ortega, 2000; Villanueva, 1999) no obstante que estas áreas presentan una enorme diversidad florística, importante para la producción de herbívoros domésticos y silvestres.

El presente estudio tuvo como objetivos determinar la composición botánica, el valor nutricional de la dieta y los índices de preferencia de bovinos apacentando áreas con vegetación secundaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental "El Consuelo" del INIFAP en Quintana Roo, localizado en el ejido de Bacalar a 21°30' latitud norte y 89°29' longitud oeste, a 10 msnm, con temperatura promedio de 27.6°C y una precipitación media anual de 1300 mm. El período de mayor precipitación comprende los meses de junio a noviembre, donde se registra el 70% de la misma. Los suelos del área de estudio son los denominados luvisoles crómicos, caracterizados por tener buen contenido de materia orgánica.

El área de estudio, de acuerdo al tipo de vegetación, es clasificada como bosque secundario joven (acahual) de aproximadamente 5 años de edad, anteriormente conformado por selva mediana subperennifolia. El acahual está dominado por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, y es utilizada por fauna y animales domésticos. La composición florística del área fue determinada por el método de líneas de Canfield (Bonham, 1989). Para llevar a cabo la identificación de cada una de las especies presentes en el área de estudio, se tomaron muestras de referencias (tres pos especie), colectándose tallos, hojas y fruto, las cuales fueron secadas y posteriormente identificadas con el apoyo de los herbarios de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal y del INIFAP.

Una muestra completa de cada parte de las plantas fue molida en un molino tipo Willey con malla de 1 mm, y posteriormente montada en laminillas que sirvieron para preparar las claves histológicas de referencia (González, M.H. 1990). Estas claves consistieron en dibujos y microfotografías (con la ayuda de un microscopio de contraste de fases con cámara integrada) de las características del tejido vegetal (estomas, tricomas, cristales, etc.) de cada una de las especies, para formar la colección de referencia.

La colecta de las muestras de la dieta se hizo durante tres días consecutivos por mes, utilizando tres novillos con fistulas esofágicas. Los muestreos fueron llevados a cabo por la mañana después de retirar la cánula y colocar la bolsa colectora con arneses. Los bovinos fueron dietados durante la noche para evitar la regurgitación del alimento y la contaminación de la muestra. Durante el período de muestreo, los novillos pastorearon libremente el área de estudio hasta obtener suficiente muestra, lo cual ocurrió entre los 45 y 60 minutos. Las muestras obtenidas fueron secadas a 55°C durante 48 horas y posteriormente molidas con un molino Wiley con malla de 1 mm. Para la estimación de la composición botánica de la dieta se tomó una porción de la muestra para el montaje de laminillas (cuatro por muestra). Se leyeron sistemáticamente 25 campos por laminilla para un total de 100 campos por muestra. Con la lectura de las laminillas se obtuvo el número de especies que aparecen en la dieta (datos de frecuencia) por período de muestreo. Estos datos fueron convertidos a densidad, de acuerdo a la fórmula descrita por Curtis y McInstosh (Curtis, J. y Col. 1950).

Para estimar el índice de preferencia (IP) de los animales para cada una de las especies en la dieta, se empleó la siguiente fórmula (Cook, W.C. 1986):

$$IP = (\% \text{ composición en la dieta}) (100) / (\% \text{ frecuencia de la planta}) (\% \text{ composición florística})$$

A otra porción de las muestras obtenidas por los animales fistulados se les determinó su contenido de materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y la digestibilidad *in Vitro* de la materia orgánica (DIVMO) (Tejada, I. 1985). Esta última fue determinada con base a una doble digestión de la muestra, previamente usando líquido ruminal y después una solución de pepsina.

Las muestras de la composición botánica y química de la dieta fueron agrupadas por estación (primavera, verano, otoño e invierno). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar; la composición de medias para detectar diferencias entre estaciones se hizo por medio de la prueba de Duncan (Spiegel, 1991).

RESULTADOS

Composición Florística

La relación de especies encontradas en el área de estudio se presenta en el Cuadro 1. Un total de 59 especies, 54 géneros y 30 familias están presentes en el acahual. Las familias con mayor número de géneros fueron: Rubiaceae (4), Verbenaceae (4) y Leguminosae (8). Las arbustivas son las especies dominantes, sobresaliendo, *Hibiscus tiliaceus*, *Guetarda combsii* y *Chrysophillum mexicanum*. En las gramíneas sobresale *Hyparrhenia ruffa* y *Panicum fasciculatum*; mientras que en las herbáceas *Solanum verbasifolium* y *Arabidea floribunda*.

Otras especies importantes observadas fueron: *Guazuma ulmifolia*, *Cecropia optusifolia*, *Bursera simaruba*, y *Lysiloma bahamense*. En Quintana Roo, especies como *Lysiloma bahamense*, *Dalbergia glabra* y *Bahuinia divaricata* se encuentran aún en estado silvestre y se debe en gran medida al desconocimiento de la gente sobre su utilidad. En cuanto al valor como especies forrajeras, 15 de las encontradas están descritas como buenas forrajeras, 12 como de valor regular y 10 como malas forrajeras; de las restantes se desconoce su valor forrajero.

Cuadro 1. Relación de especies presentes en el acahual, Bacalar, Quintana Roo.

Gramíneas	Arbustivas y Arbóreas	Herbáceas
<i>Hyparrhenia ruffa</i>	<i>Acacia</i> sp.	<i>Pasciflora factida</i>
<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Pouteria campechiana</i>	<i>Arabidea floribunda</i>
<i>Panicum fasciculatum</i>	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	<i>Solanum verbasifolium</i>
	<i>Simarouba glauca</i>	<i>Cornutia grandifolia</i>
	<i>Cecropia optusifolia</i>	<i>Desmoncus quasillarius</i>
	<i>Guetarda combsii</i>	<i>Viguera dentata</i>
	<i>Cocoloba</i> sp.	<i>Smilax mollis</i>
	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	<i>Cnidocolus souzal</i>
	<i>Zuelamia guidonia</i>	<i>Centrocoma pubescens</i>
	<i>Lantana cámara</i>	<i>Pteridium aquillinum</i>
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Zexmenia frutescens</i>
	<i>Eugenia axillaris</i>	<i>Hamelia patens</i>
	<i>Alseis yucatanensis</i>	<i>Cissampelos pererae</i>
	<i>Eugenia</i> sp.	<i>Smilax spinosa</i>
	<i>Croton glabellus</i>	
	<i>Dalbergia glabra</i>	
	<i>Swartzia cubensis</i>	
	<i>Bourrenia oxyphillaria</i>	
	<i>Petrea volúbilis</i>	
	<i>Malmea depressa</i>	
	<i>Eupatorium</i> sp.	
	<i>Metopium brownei</i>	
	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	
	<i>Cydista potosina</i>	
	<i>Acacia Cornigera</i>	
	<i>Bursera simaruba</i>	
	<i>Thevetia gaumeri</i>	
	<i>Nectandra</i> sp.	
	<i>Bahuinia divaricada</i>	
	<i>Lysiloma bahamense</i>	
	<i>Sida acuta</i>	
	<i>Chiococca alba</i>	
	<i>Vitex gaumeri</i>	
	<i>Psidium sartorianum</i>	
	<i>Senna occidentalis</i>	
	<i>Bahuinia jenninsii</i>	
	<i>Spondias mombin</i>	
	<i>Annona affprimigenia</i>	
	<i>Psidia psipula</i>	
	<i>Lenchocarpus rugosus</i>	
	<i>Sabal yapa</i>	
	<i>Manilka zapota</i>	

Composición Botánica de la Dieta

La composición botánica de la dieta de los novillos por mes se presenta en el Cuadro 2. Los períodos de muestreo corresponden a los meses de noviembre de 1997 a octubre de 1998. Un total de 53 diferentes especies de plantas estuvieron presentes en la dieta de los novillos fistulados, lo que corresponde al 81.5% de las especies del acahual. El 1.1% de las especies consumidas por los bovinos no presentó características que permitieran su identificación histológica. Del total de especies presentes en la dieta, 8 arbustivas y 10 herbáceas fueron consumidas esporádicamente por los bovinos en algunos meses del año. Estas plantas, en forma individual, constituyeron menos del 2% de la dieta. El 17.4% restante correspondió a especies no consumidas por los animales.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el consumo de los diferentes grupos de especies en las épocas del año, siendo las arbustivas y las gramíneas las más seleccionadas a lo largo del estudio (Figura 1). Un total de 33 especies de arbustivas fueron seleccionadas por los bovinos en los acahuales, en diferente proporción, a lo largo del año. Estas plantas formaron parte importante de la dieta en las épocas de menor precipitación: primavera (abril y mayo) y otoño (septiembre y octubre). En estos periodos más del 60% de la dieta de los bovinos estuvo compuesta por arbustivas. Entre las especies que formaron parte importante de la dieta en diferentes periodos destacan: *Hibiscus tiliaceus*, que contribuyó con un 42.5% de la dieta en el mes de mayo, *Guetarda combsii* estuvo presente en la dieta con un 14% o más en los meses de escasa precipitación (febrero y marzo) y *Chrysophyllum mexicanum* que fue importante en el mes de marzo (20.3%), y al final de la época de lluvias (>20%; Cuadro 2).

Las gramíneas contribuyeron a la mayor parte de la dieta de los bovinos durante la época de mayor precipitación (junio 78%, julio 74.6% y agosto 66.6%). En este periodo las tres especies de gramíneas más importantes fueron *Panicum fasciculatum*, *Leptochloa virgata* y *Brachiaria decumbens* (Cuadro 2).

Comparadas con las arbustivas y las gramíneas, las herbáceas fueron consumidas en menor porcentaje, y nunca llegaron formar más del 20% de la dieta dentro de la época. La mayor contribución de las herbáceas a la dieta de los bovinos en acahuales ocurrió durante el verano.

Índices de Preferencia

La preferencia por las diferentes clases de plantas fue muy variada a lo largo del año. En general, el IP fue más alto en las arbustivas, comparado con las gramíneas y las herbáceas (Cuadro 3). Las arbustivas fueron altamente preferidas en las épocas de invierno (nortes) y primavera (seca). *Hibiscus tiliaceus*, *Guetarda combsii* y *Eugenia axillaris* fueron altamente preferidas por los bovinos entre los meses de diciembre a abril. Durante este tiempo *H. tiliacis* presentó valores de preferencia desde 2.5 hasta 4.9, *G. combsii* de 2.3 a 4.8 y *E. axillaris* de 3.2 a 4.9. La preferencia por gramíneas fue mayor en los meses de máxima precipitación; *Panicum fasciculatum* (2.9, 2.7 y 2.5) y *Brachiaria decumbens* (4.2, 3.4 y 2.1) presentaron altos índices de preferencia durante los meses de julio, agosto y septiembre, respectivamente. Las herbáceas presentaron los IP más bajos. Con la excepción de *Arabidea floribunda*, *Solanum verbasifolium*, *Cnidoscolus souzal* y *Centrocema pubescens*, las demás herbáceas presentaron IP cercanos a 1.0 o inferiores.

Composición química de la dieta

La información obtenida sobre las variables evaluadas se muestra en el Cuadro 4, e incluye los resultados encontrados durante los 12 meses de muestreo, agrupados por estación. El análisis

estadístico de la información mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en el contenido de MO, PC, y DIVMO.

El mayor contenido de PC en la dieta se presentó en la primavera y el menor en el invierno; durante el verano y otoño los animales seleccionan dietas con contenidos similares ($P > 0.05$) de PC. Los bovinos seleccionaron dietas con mayor digestibilidad durante la primavera y el verano ($> 70\%$), mientras que las dietas del otoño e invierno fueron de alrededor del 60%.

DISCUSIÓN

Composición botánica de la dieta

Las variaciones en el consumo entre los diferentes tipos de especies en el acahual reflejaron las fluctuaciones estacionales en la selectividad de los bovinos. Los arbustos formaron la dieta base del ganado durante las épocas de primavera, otoño e invierno (Figura 1), épocas en las que estas especies, a diferencia de otras, presentan material verde que es consumido por el ganado. Las arbustivas y arbóreas son importantes para los bovinos debido a que tienen un valor nutricional alto y están disponibles la mayor parte del año (Ortega y Col. 1999). En el norte de México se ha llegado a encontrar que las arbustivas pueden formar hasta el 84% de la dieta de los bovinos durante la época de seca (Soltero, 1980). En acahuales de más de 20 años, en la región tropical de México, las arbustivas llegan a formar en muchas ocasiones la única fuente de forraje de los bovinos en pastoreo (Ortega y Col. 1996).

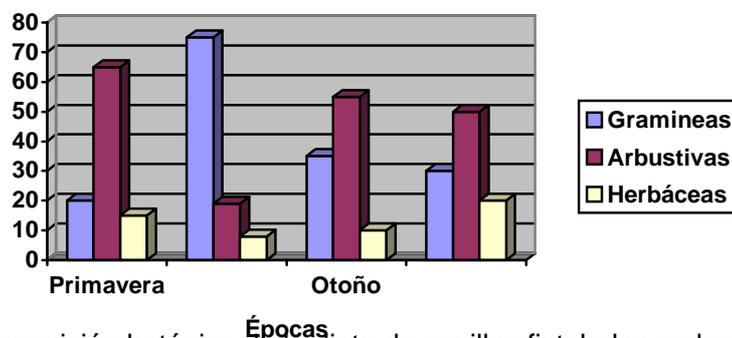


Figura 1. Composición botánica de la dieta de novillos fistulados en las distintas épocas del año, en Bacalar, Quintana Roo (%)

La utilización de las gramíneas fue muy alta en el verano; este comportamiento estacional probablemente se debió a que en esta época se presenta el período de mayor precipitación, el cual está relacionado con un incremento en la producción de materia verde succulenta y en la calidad de las gramíneas, lo que quizá propició un mayor consumo de estas especies (Hodgson, 1982). Las gramíneas fueron seleccionadas en menor grado en las otras épocas del año, cuando su producción y calidad disminuyó afectando su consumo.

A pesar de que normalmente los animales no seleccionan su dieta en la misma proporción de las especies presentes en el área de pastoreo, y de que la tendencia general de los bovinos es de seleccionar gramíneas para constituir la mayor parte de la dieta, en este estudio las especies dominantes y más seleccionadas en los acahuales fueron las arbustivas. Esto indica que los bovinos pueden desarrollar preferencias y seleccionar dietas de acuerdo a la vegetación presente en el área de pastoreo (Provenza y Col. 1990).

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México; 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Productividad

Cuadro 2. Composición botánica por mes de la dieta de novillos fistulados en Bacalar, Quintana Roo.

	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
GRAMINEAS												
<i>Hyparrhenia ruffa</i>	29.3	12.0	12.5	9.5	20.3	23.7		5.9	5.6	13.8	1.8	11.8
<i>Panicum fasciculatum</i>	23.6	14.2	23.9	4.2	1.9	2.4		42.5	32.7	25.2	7.6	6.7
<i>Leptochloa virgata</i>								15.4	25.2	12.7		6.7
<i>Brachiaria decumbens</i>	4.4	9.3	2.8	1.6	0.9	6.1		14.3	11.1	14.9	6.9	9.7
SUBTOTAL	57.3	35.5	39.2	15.3	23.1	37.2		78.1	74.6	66.6	16.0	31.9
ARBUSTIVAS												
<i>Lysiloma bahamense</i>						1.2			9.0	3.9	0.9	4.4
<i>Hibiscus tiliaceus</i>		5.8	18.6	6.8	2.9	3.6	42.5			0.6	21.6	9.7
<i>Simarouba glauca</i>			0.9				1.8	0.9		0.9		9.7
<i>Zexmenia frutescens</i>								0.9	12.7			
<i>Cecropia obtusifolia</i>		4.8	1.8		0.9	12.6		0.9	1.6		12.7	
<i>Guetarda combsii</i>	0.8	4.8	1.8	20.4	14.5		17.9	0.5		1.8	0.9	5.7
<i>Cocolaba sp.</i>			1.8		0.9	3.6						
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>		3.0		5.0	20.3	7.4	14.0	8.2	2.6	0.2	25.2	21.8
<i>Zuelamia guidonia</i>	0.8	4.0						0.9				
<i>Lantana cámara</i>		3.0	1.8		0.9					1.8	0.9	
<i>Guazuma ulmifolia</i>				0.8	0.9		11.8	0.3				
<i>Eugenia axillaris</i>	20.2	12.0	10.5	27.0	2.9							
<i>Croton glabellus</i>				0.8								3.7
<i>Dalbergia glabra</i>				5.0	6.0	1.2						
<i>Swartzia cubensis</i>				0.8	3.5		1.8	0.9		0.9		
<i>Petrea volúbilis</i>				0.9							2.7	1.8
<i>Malpighia glabra</i>					4.9	1.2						
<i>Hamelia patens</i>						1.2	1.8				5.6	
<i>Senna occidentales</i>						3.6						
<i>Lenchocarpus rugosus</i>						1.2	1.8				2.0	
<i>Identificadas, <2% en la dieta por individuo</i>	2.5	1.0	0.9	0.8	0.9	2.4		1.8		3.5	1.8	
SUBTOTAL	24.3	38.4	38.1	68.3	59.5	39.2	39.4	15.3	25.9	13.6	74.3	56.8
HERBACEAS												
<i>Heliotropium sp.</i>			2.8									
<i>Arabidea floribunda</i>	3.4	1.9	1.8	1.6		8.6			17.0	0.9		
<i>Solanum verbasifolium</i>		19.9	11.5	1.6		1.2				2.0	4.7	
<i>Desmodium sp.</i>	8.4	0.9			0.9							
<i>Desmoncus quasillarius</i>	0.8		1.8	1.6	3.9							
<i>Alvaradoa amorphoides</i>							1.6	2.9				
<i>Psidium sartorianum</i>												2.8
<i>Cnidocolus souzal</i>				3.3	4.9	9.9					0.9	0.9
<i>Centroema pubescens</i>				0.8		3.6	7.9				4.0	
<i>Pteridium aquillinum</i>				3.3								
<i>Identificadas, <2% en la dieta por individuo</i>	2.5		0.9	1.6			1.6	3.7		2.7	1.0	
<i>No identificadas</i>	2.5	1.8	2.7	0.8	1.8	2.4	0.8					
SUBTOTAL	17.6	24.5	21.5	14.6	11.5	25.7	11.9	6.6		19.7	8.8	8.4

Estudios llevados a cabo en áreas donde predominan las arbustivas, resaltan la importancia del uso múltiple de éstas como la contribución que pueden tener a la dieta de animales silvestres y domésticos, tanto para Centroamérica como para el sureste de México (Pezo, 1997). Solamente en el estado Quintana Roo, de las 64 especies que se mencionan de uso múltiple, 17 son conocidas como especies de elevado valor forrajero (Provenza, 1990, Pulido, 1993), similar a lo observado en este trabajo. El conocimiento de la selectividad y época de pastoreo de las diferentes especies arbustivas y arbóreas por los bovinos en los acahuales puede contribuir a definir estrategias de manejo de estas áreas.

Las herbáceas no contribuyeron en más del 20% de la dieta de los bovinos en los acahuales. Sin embargo, algunas herbáceas están presentes en las épocas de poca disponibilidad en calidad y cantidad del forraje de otras especies (invierno y primavera), por lo que su contribución a la dieta de los bovinos puede ser de relativa importancia debido a su elevado valor nutricional. Diversos estudios relacionados con la dieta de rumiantes pastoreando vegetación nativa demuestran lo anterior (Pfister, 1986; Schacht, 1990).

A pesar que en este estudio no se observó una diferencia en el consumo de las herbáceas entre épocas, otros autores han encontrado fluctuaciones en el consumo de estas plantas, así como también de las gramíneas y arbustivas en diferentes sitios, épocas y años de muestreo (Chávez, 1986; Chávez, 1995).

Índices de preferencia

Se pudo observar que la preferencia de los bovinos por las plantas presentes en el acahual varió a lo largo del año. Estos cambios en preferencia están por lo general asociados a diversos factores tales como fenología, estructura, disponibilidad y calidad de las plantas presentes para el consumo del animal (Forbes, 1995). En este estudio la preferencia de los bovinos hacia las diferentes plantas estuvo asociada a las etapas de mayor crecimiento de las gramíneas, y a las épocas en las que algunas arbustivas presentaron follaje verde. De este modo, los bovinos tuvieron una mayor preferencia por las gramíneas durante la época de lluvias y cambiaron su preferencia por las arbustivas en las épocas de nortes y seca (invierno y primavera), cuando las gramíneas se encuentran en etapa de floración y madurez. Se ha mencionado que los mayores índices de selectividad de algunas especies en determinadas épocas del año coinciden con los períodos de crecimiento de las mismas (Heady, 1994; Kirby, 1988). Así mismo, se menciona que los índices de preferencia no solo indican qué cantidad de plantas es consumida, sino también la frecuencia con que son seleccionadas.

Por otra parte, no todas las especies presentes en el área de estudio fueron consumidas por el ganado como es el caso de *Tabernaemontania amigdalifolia*, y *Cornutia grandifolia*, entre otras, lo que significa que los rumiantes en libre pastoreo seleccionan o prefieren sólo ciertas especies en determinadas estaciones y en una proporción muy diferente a la presente en el campo (Forbes, 1995; Kirby, 1988).

Composición química de la dieta

La gran diversidad de especies presentes en los acahuales, su disponibilidad y fenología afectó la composición química del forraje disponible a lo largo del año. El contenido de PC en las épocas de primavera, verano y otoño fue relativamente alto (>13%) permitiendo cubrir los requerimientos nutricionales de los novillos (NRC, 1984). Niveles similares de PC en la dieta de bovinos pastoreando áreas con dominancia de arbustivas y arbóreas, han sido mencionados anteriormente para selva baja caducifolia (Ortega y Col, 1996) y selva mediana subcaducifolia (Villanueva y Col, 1999). La poca fluctuación del contenido de PC en la dieta de los bovinos,

indica que estos pueden mantener consumos adecuados de este nutriente de las especies disponibles en el acahual.

Cuadro 3. Índices de preferencia* de los tipos de plantas más importantes Seleccionados por novillos en un acahual de Quintana Roo.

	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
GRAMINEAS												
<i>Hyparrhenia ruffa</i>	2.4	0.9	0.8	0.7	2.2	2.2		0.5	0.5	0.5	0.5	0.8
<i>Panicum fasciculatum</i>	1.9	1.0	1.8	0.4	0.9	0.7		2.9	2.7	2.54	1.9	1.7
<i>Leptochloa virgata</i>								0.7	1.4	0.6		0.8
<i>Brachiaria decumbens</i>	0.8	0.7	1.1	4.4	0.9	1.3		3.0	4.2	3.4	2.1	2.0
ARBUSTIVAS												
<i>Lysiloma bahamense</i>						2.1			0.9	1.4	1.1	1.7
<i>Hibiscus tiliaceus</i>		3.1	4.9	2.5	4.7	4.9	4.5			0.2	4.7	3.1
<i>Simarouba glauca</i>			0.2				0.3	0.4		0.7		
<i>Zexmenia frutescens</i>								0.6	0.7			
<i>Cecropia obtusifolia</i>		0.7	0.1		0.5	1.2		0.9	0.3		3.1	
<i>Guetarda combsii</i>	4.3	4.8	2.3	3.0	3.1		1.7	0.2		1.3	0.4	
<i>Cocolaba sp.</i>			0.2		0.7	0.9						
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>		1.0		1.3	4.4	0.7	2.0	0.8	1.2	0.2	3.7	4.3
<i>Zuelamia guidonia</i>	0.4	1.3						0.1				
<i>Lantana cámara</i>		0.9	3.2		1.3					1.0	0.6	5.0
<i>Guazuma ulmifolia</i>				0.1	1.2		1.3	0.7				
<i>Eugenia axillaris</i>	2.0	4.7	4.9	3.2	4.9							
<i>Croton glabellus</i>				0.5								
<i>Dalbergia glabra</i>				1.3	1.0	0.5						
<i>Swartzia cubensis</i>				0.7	2.0		0.7	0.3		0.3		1.4
<i>Petrea volúbilis</i>											1.2	
<i>Malpighia glabra</i>					2.0	1.5						0.9
<i>Hamelia patens</i>						1.3	1.0				3.2	0.9
<i>Senna occidentales</i>						0.9						
<i>Lenchocarpus rugosus</i>						0.3	0.7				1.0	
HERBACEAS												
<i>Heliotropium sp.</i>			1.3									
<i>Arabidea floribunda</i>	1.7	0.9	1.0	1.4		3.2				3.1	0.8	
<i>Solanum verbasifolium</i>		2.7	1.7	0.9		0.4					0.8	1.4
<i>Desmodium sp.</i>	2.2	0.1			0.2							
<i>Desmoncus quasillarius</i>	0.1		0.9	0.7	1.2							
<i>Alvaradoa amorphoides</i>							0.9	1.0				
<i>Psidium sartorianum</i>												1.4
<i>Cnidocolus souzal</i>				2.2	2.4	3.2					0.1	0.7
<i>Centrocoma pubescens</i>				0.4		1.7	2.2				2.2	
<i>Pteridium aquillinum</i>				1.0								

* Valores superiores o inferiores a la unidad indican alta y baja preferencia, respectivamente.

En la época seca, que coincide con la primavera, los bovinos seleccionaron la dieta con los niveles de PC más altos. El contenido de PC que se obtuvo en esta época es atribuible a un mayor consumo de arbustivas (73% de la dieta), las cuales tienen normalmente una concentración más alta de este nutriente comparado con las herbáceas y gramíneas. Sin embargo, la disponibilidad del forraje en la primavera puede llegar a ser una limitante seria y afectar negativamente el consumo de forraje (Ortega y Col. 1999). En estas áreas se ha observado que el ganado mantiene su condición corporal durante la época de sequía, aunque por lo general, no presentan ganancias de peso.

En general, los rumiantes que seleccionan una mayor proporción de arbustivas y arbóreas pueden obtener dietas con porcentajes de digestibilidad superiores al 50% (Ortega, 2000, Pfister, 1986). En este estudio las dietas de los bovinos con mayor digestibilidad fueron seleccionadas en la primavera, cuando el consumo de arbustos fue mayor, y en el verano, cuando el consumo de gramíneas en crecimiento fue superior a otras especies. Estos valores disminuyeron conforme avanzó la etapa de madurez de la vegetación de los acahuales. En general, la baja en la digestibilidad de la dieta de animales en pastoreo está frecuentemente asociada con el consumo de plantas con altos niveles de lignificación, lo que ocurre durante la época de madurez de la vegetación (Huston y Col. 1991).

Cuadro 4. Composición química promedio de la dieta de novillos Fistulados en Bacalar, Quintana Roo.

VARIABLE	Épocas				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
Materia Orgánica	84.1 ^a	82.1 ^b	84.3 ^a	82.6 ^b	83.2
Proteína Cruda	14.7 ^a	13.8 ^b	13.7 ^b	10.5 ^c	13.1
Digestibilidad <i>in Vitro</i> de la materia orgánica	73.2 ^a	70.4 ^b	62.0 ^c	59.9 ^d	66.3

^{a, b, c} Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

En conclusión, los resultados indican que una gran parte de las especies estudiadas en estas áreas son potencialmente buenas forrajeras. Este estudio representa un apoyo básico en las investigaciones sobre la utilización de la vegetación nativa y la identificación taxonómica de las especies encontradas en el área, lo cual permitirá apoyar futuros trabajos de investigación con otros animales herbívoros, domésticos o silvestres. La composición florística del área de estudio indicó que las especies arbustivas son las dominantes en los acahuales. Los bovinos que pastorean acahuales seleccionan dietas con una mayor proporción de arbustivas, y prefieren estas plantas sobre gramíneas y herbáceas la mayor parte del año. La composición química de la dieta indica que las épocas críticas para la producción animal son la primavera (seca) por las limitantes de disponibilidad de forraje, y el invierno por la calidad de la dieta obtenida.

LITERATURA CITADA

- Bonham, CH.D. Measurements for terrestrial vegetation. New York, NY, US: Wiley & Sons; 1989.
- Chávez, R.M.G., Barretero, H.R., Luna, L.M., Rodríguez, R. Calidad nutricional de la dieta de bovinos en dos sistemas de pastoreo en el noreste de Jalisco. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México, D.F. 1995:167.
- Chávez, S.a., Fierro, G.L.C., Peña, R.H, Sánchez, G.E., Ortiz, M.V. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos, en un pastizal mediano abierto en la región central de Chihuahua. Téc. Pec. Méx. 1986; (50) 90-105.
- Cook, W.C., Stubbendieck J. Range research: Basic problems and techniques. Denver, Co, US: SRM; 1986.
- Curtis, J. McInosh, R.P. The interrelations of certain analytic and synathetic ohytosociological characteristics. Ecol. 1950 (31): 434-455.
- Forbes, J.M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, Oxon, UK: CAB International; 1995.
- González, F., Chávez, A., Gutiérrez, J. Composición botánica de la dieta de ovinos en un matorral inerme parvifolio. Bol. Pastizales C.E. "La Campana" INIP-SARH; 1989; (13):1.
- González, M.H. Técnica histológica para determinar la composición de la dieta de herbívoros. Boletín técnico. UAAAN; 1990:60.

- Habib, P.R., Peña, N.J. Hábitos alimenticios del berrendo (*Antilocapra americana*) en la región centro de Chihuahua. Bol. Pastizales C.E. "La Campana" INIP-SARH. 1982; (13):6.
- Heady, H.F., Child, D.R. Rangeland ecology and management. Boulder, Colorado, U.S.: Westview Press; 1994.
- Hodgson, J. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J.B., editor. Nutritional limits to animal production from pastures. Farnham Royal, UK: CAB; 1982: 153-166.
- Huston, J.E., Pinchak, W.E. Range animal nutrition. In: Heitschmidt RK, Stuth JW, editors. Grazing management, and ecological perspective. Portland, Oregon, US: Timber Press; 1991: 27-64.
- Kirby, D. Humann, M. Forage preference of ewes under intensive and extensive rangeland management. SID. Res. J. 1986; 2(2): 36-42.
- Kirby, D. Parman, M., Pessin M, Humann, M. Dietary overlap of cattle and sheep on rotationally grazed rangeland. SID. Res. J. 1988; 4(3): 6-11.
- NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 6th rev. Ed. Washington, DC, US: National Academy Press; 1984.
- Ortega, R.L., Castillo, H.J., Rivas, P.F. Foraging behavior in Zebu cattle grazing deciduous forest. XVIII International grassland congress. Winnipeg, Canada. 1999: (5): 23-24.
- Ortega, R.L., Castillo, H.J., Rivas, P.F., Moguer, O.Y. Aprovechamiento de la vegetación de la selva baja caducifolia para la producción de bovinos en Yucatán. En: Monroy R, Colín H, Boyas J, editores. Los sistemas agroforestales de Latinoamérica y la selva baja caducifolia en México. IICA-INIFAP-UAEM. Cuernavaca, Mor; 2000: 39-48
- Ortega, R.L., Rivas, P.F., Castillo, H.J., Moguer, O.Y. Cattle grazing in deciduous forest of the Yucatán Peninsula. Fifth International Rangeland Congress. Salt Lake City, Utha, US. 1996 : 420-421.
- Ortega, S.J.A., Gonzalez, V.E.A., Ortega, R.L. Importancia de la vegetación nativa en la alimentación animal en zonas tropicales. Primer Simposio Internacional de ganadería tropical sostenible. Memoria Técnica No. 2. Huejutla, Hgo. 1999: 25-32.
- Pezo, D. Sistemas silvopastoriles. Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. Boletín Informativo. México, D.F.; FIRA; 1997; (29): 55.
- Pfister, J.A. Malechek, J.C. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. J. Anim Sci 1986; (63): 1078-1086.
- Provenza, F.D., Balph, D.F. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. In: Hughes R.N., editor. Behavioural mechanisms of food selection. Berlin and Heidelberg, Alemania: Springer-Verlag; 1990: 423-460.
- Pulido, M., Serralta, L. Lista anotada de las plantas medicinales de uso actual en el estado de Quintana Roo, México. CIQRO; 1993:45.
- SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1er. Informe de Gobierno del estado de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo. 1993.
- Schacht, W.H., Malechek, J.C. Botanical composition of goats diets in thinned and cleared deciduous woodland in northeastern Brazil J. Range Manage 1990; (43): 523-529.
- Solano, A.R. La ganadería: actividad destructora del medio ambiente?. Agroforestería de las Américas. 1994; 1 (3): 4-5.
- Soltero, G.S. Importancia del chamizo (*Atriplex canescens*) en la dieta de bovinos en pastoreo en una matorral microfilo de atriplex prosopis durante la época de sequía (tesis licenciatura). Chihuahua, Chih. Universidad Autónoma de Chihuahua; 1980.
- Sosa, R.E., Zapata, B.G., Moguer, F. Establecimiento y curvas de producción de cinco cultivares de *Leucaena leucocephala*. XXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Villahermosa, Tab. 1990: 160-162.
- Spiegel, M.R. Estadística. 2ª ed. México: Mc Graw-Hill Co.; 1991.
- Tejada, I. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. México. PAIEPEME, AC; 1985.
- Villanueva, J.E., Miramontes, H.M. Consumo voluntario de forraje y valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo en una selva mediana subcaducifolia (SMSc). XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Mérida, Yuc. 1999: 82.

RELATIONSHIP BETWEEN NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) AND FORAGE YIELDS IN MIXED PASTURES

Santillano-Cázares, J.^{3*}, J.L. Caddel¹, D.D. Redfean¹, H. Zhang¹, C.L. Goad²

¹Professor and Extension Department of Plant and Soil Sciences, Oklahoma State University.

²Professor Department of Statistics, Oklahoma State University.

³Professor and Research Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México. Tel.: 444-852-40-53, Ext. 103. santillano64@hotmail.com

ABSTRACT

Mixed pastures are typically highly variable in forage yields both in time and space. For pasture management and researching activities, obtaining quick, reliable, convenient, and non destructive estimates of forage yields in pastures would be useful to make informed decisions. Normalized difference vegetation index (NDVI) is a widely used index that has been used with encouraging results to estimate grain yields of annual crops like wheat (*Triticum aestivum* L.) and corn (*Zea mays* L.). In mixed pastures, little information exists concerning the degree of association between NDVI and forage yield. The objective of this research was to test a hand-held sensor for estimating relative differences of forage yield in mixed grass-legume pastures. During five seasons, NDVI measurements were collected from five fertilizer treatment strips in four pastures. Forage yields were measured immediately after scanning. In four of five seasons, the correlation coefficients (r) were significant but inconsistent. The last two seasons, because of drought, yields were extremely low and the relations were of opposite sign, negative in the spring of 2004-2005 ($r = -0.75$, $P < 0.001$) and positive during in the summer ($r = 0.98$, $P < 0.001$). We propose that the relationship is simply random under such of low yields. Contrastingly, in the summer of 2004-2005, when high forage yields were recorded, an $r = 0.68$ ($P < 0.001$) was observed, but the correlation substantially increased in the fall of 2005-2006 ($r = 0.76$, $P < 0.001$), when forage yields decreased substantially. This evidencing that a probable loss of sensitivity of NDVI occurred as a result of high forage yields compared to when lower forage yields were recorded. It was concluded that NDVI is not a reliable estimator of forage yields in mixed pastures due to a loss of sensitivity under extremes of forage production levels and because a substantial fraction of the yield is often composed by non green forage, while NDVI was designed to detect green tissue.

INTRODUCTION

In mixed pastures, besides the complexity of including multiple species, these systems are typically highly variable in forage yields both in time and space. Obtaining quick, reliable, convenient, and non destructive estimates of forage yields in pastures would be beneficial to pasture management and research activities. Spectral reflectance is a tool that has been long used in the assessment of amount of several plant parameters like biomass and condition of the vegetation. The principles of the spectral reflectance technology rely on the amount and composition of light reflected from the vegetation. Vegetative indices result from combining two or more spectral bands and several indices have been developed to serve different purposes in the evaluation of different variables of interest of vegetation (Jackson and Huete, 1991).

Although with limitations, NDVI has been reported to correlate with certain physical properties of the vegetation canopy like leaf area index, vegetation cover, vegetation condition, and biomass (Carlson and Ripley, 1997). Encouraging results have been obtained using NDVI as a tool to predict grain yield in early stages of growth of corn (Teal et al., 2006) and winter wheat [Mullen

et al. (2003); Raun et al. (2001)]. Most of these studies have gone through a series of tests to determine the latest developmental stage at which the crop's canopy reflectance can maintain a good relation with NDVI. For wheat it has been established between Feekes physiological growth stage 4-6 (Raun et al., 2001) and for corn at V8 (Teal et al., 2006). Another popular variable to which NDVI has been related has been the leaf area index (Curran, 1983).

Other researchers contend, or at least, restrict the value of NDVI as a predictive instrument to indirectly measure biomass and other vegetative parameters. Aparicio et al. (2000) and Aparicio et al. (2002) pointed out that one limitation of NDVI to estimate total dry matter was that when full canopy cover is achieved (at leaf area index of 3) in wheat, further increments in leaf area index didn't substantially change NDVI. Carlson and Ripley (1997) stated that, without doubt, NDVI was a deficient index to estimate total biomass because of an asymptotic performance of NDVI once full canopy closure was achieved. They explained that this occurred because nearly all the incident red light was absorbed by the upper leaf layer of a fully closed canopy. Near infrared radiation (NIR) is transmitted and reflected to lower levels of the canopy, that are unable to fully reflect back all the reflected light because of the blocking effect of higher layers of leaves in the canopy. Babar et al. (2006) found that indices based on only NIR were superior to NDVI or simple ratio (SR) in their power to estimate plant biomass of wheat genotypes.

Hill et al. (1999) identified eight general types of pastures using advanced very high resolution radiometer NDVI. However, it was not possible to distinguish within each pasture type the species composition due to difficulties in distinguishing between perennials, annuals, and native types where temporal conditions caused an accelerated senescence or where open woodlands confused profiles between improved and native pastures. Hill et al. (2004) reported that R^2 of around 0.70 were found between NDVI readings of pastures of Australia and pasture growth rates. They concluded that estimations of pasture growth rate based on NDVI are promising.

If NDVI was reliable in detecting relative differences in forage yields, calibration curves could be generated to estimate actual forage yields. Despite its potential value, NDVI has not been extensively tested to detect differences in forage production in mixed pastures. The objective of this research was to test a hand-held sensor for estimating relative differences of forage yield in mixed grass-legume pastures.

MATERIALS AND METHODS

This research was conducted at the Eastern Research Station located near Haskell, OK., with coordinates of 35° 44' north latitude and 95° 38' west longitude. The station consists of 120 ha and is located in the Cherokee Prairie Resource Area, which represents approximately 2.6 million hectares of eastern Oklahoma pasture land. Elevation of the station is about 180 m with a mean historic annual precipitation averaging 1040 mm with about 60% of this precipitation usually occurring from April through September. In the winter, the mean minimum temperature is 0° C, and in the summer the mean maximum temperature is 33° C (Townsend et al., 1987).

An area of 53 ha of the research station was designated for cattle grazing that had been managed as four pastures from 1978 to 1988. In 1989 a grazing demonstration was initiated using several pastures and some of the cow herd at the Eastern Research Station. For other activities, three of the four pastures were divided into two smaller pastures resulting in a total of seven pastures. Within these seven pastures, four were used to conduct the present study. Although many species of forage grasses have been planted through the years in the different pastures on the station, the predominant forage grasses were tall fescue [*Festuca arundinacea* Schreb. = *Lolium arundinaceum* (Schreb.) S.J. Darbyshire] and bermudagrass (*Cynodon*

dactylon L.). Forage legumes (*Trifolium repens* L., *T. pratense* L., *T. vesiculosum* Savi, and *Medicago sativa* L., etc.), annual cool-season grasses (*Bromus* spp.) and warm-season grasses (*Digitaria* spp.) were also present in small quantity. More detailed descriptions of these pastures were provided by Caddel et al. (2005) and Redfearn et al. (2006).

One site (block) of 30 × 122 m was identified within each of the four different pastures. The sites were sloped (ranging from 1.5 to 3.7 %) and were located at a similar elevation gradient. Each site was relatively long and parallel with the natural slope of the land and perpendicular to water retention terraces. The four sites consisted of different soil series. Site 1 included Choteau (Fine, mixed, active, thermic Aquic Paleudolls) and Parsons (Fine, mixed, active, thermic Mollic Albaqualfs), sites 2 and 3 included only Choteau, and site 4 consisted of Dennis (Fine, mixed, active, thermic Aquic Argiudolls) and Choteau (Gray and Nance, 1978). These soils although were somewhat different from each other, shared some common characteristics (low permeability, for example) because they are geographically associated (or competing) soils (National Cooperative Soil Survey, 2006).

Five fertilizer treatments were applied in five 3.5 × 120 m strips, during the summer of each of three years. Fertilizer treatments consisted of the application of N (150 kg ha⁻¹ N), P (150 kg ha⁻¹ P₂O₅), K (200 kg ha⁻¹ K₂O), NPK (150, 150, and 200 kg ha⁻¹ N, P₂O₅, and K₂O, respectively), and a control; lime was applied to the NPK treatment only in the first year at a rate of 670 kg ha⁻¹ ECCE. Years were counted from August 1 to July 31. Thus, each year included part of two calendar years: 2003-2004, 2004-2005, and 2005-2006. Seasons were defined according to the season when the forage grew, independently of the date of harvest. The “fall season” included the forage grown after the September 1 and before the termination of the growing season, during late fall to early winter. The “spring season” included the first forage grown after winter. And the “summer season” included the forage that grew after the first grazing rotation and before August 31 each year. All seasons included four harvests (one for each pasture) and were somewhat variable in their calendar dates of initiation and termination, depending on changing growing conditions from year to year and when the pasture was scheduled to be utilized.

Beginning in the spring of 2005, until the end of the research in the summer of 2006 (five seasons), NDVI measurements were taken from the canopies just before clippings were made to measure forage yields, prior to grazing. Sensor readings were made from the center of each fertilizer strip for approximately 40 to 50 m to obtain a single mean NDVI value representative of the entire fertilizer strip. Seasons of canopy scanning and forage harvests are provided (Table 1).

A hand held sensor (GreenSeeker® -Ntech Industries, Ukiah, CA) was used to measure NDVI. The formula used to calculate NDVI is: $\rho\text{NIR} - \rho\text{Red} / \rho\text{NIR} + \rho\text{Red}$, where ρNIR is the fraction of emitted near infrared radiation returned from the scanned area (reflectance) and ρRed is the fraction of emitted red radiation returned from the scanned area (reflectance) (Tucker, 1979). These calculations are automatically made by the sensor and NDVI values were directly obtained from PDA unit integrated to the sensor. Emitted and reflected light by the sensor was red (671 ± 6 nm) and near infrared (780 ± 6 nm). Technical details of the sensor are provided by Stone et al. (1996) and Raun et al. (2001).

Table 1. Seasons of NDVI measurements and forage harvest in pastures of the Eastern Research Station, near Haskell, OK.

Season/Year †	Pasture
Spring 2004-2005	1
Spring 2004-2005	2
Summer 2004-2005	1
Summer 2004-2005	2
Summer 2004-2005	3
Summer 2004-2005	4
Fall 2005-2006	1
Fall 2005-2006	2
Fall 2005-2006	3
Fall 2005-2006	4
Spring 2005-2006	1
Spring 2005-2006	2
Spring 2005-2006	3
Spring 2005-2006	4
Summer 2005-2006	1
Summer 2005-2006	2

† Two measurements in spring 2004-2005 and two in the summer of 2005-2006 are missing because scanning of pastures started after two pastures had been already grazed and because of malfunction of the sensor, respectively.

Clippings were made with a flail harvester to a stubble height of 10 cm during the period of NDVI readings. Fresh forage was weighed in the field and subsamples of approximately 0.5 kg from each plot were weighed and dried to determine the percent dry matter. Dry matter yields per unit area were calculated. Forage yields reported are the average of five plots (microreliefs) per fertilizer strip.

Correlation coefficients (r) along with associated probability levels were obtained for all pairs of yield-NDVI measurements for each season from spring 2004-2005 until the summer 2005-2006 (PROC CORR, SAS Institute, 2003). Number of pairs of observations per season was not equal throughout this research because of measurements in the spring of 2004-2005 started after two of the pastures had been already grazed and in the summer of 2005-2006 ten observations were missing because of malfunction of the sensor.

RESULTS AND DISCUSSION

The relationship between forage yield and NDVI was inconsistent (Table 2). In four of five seasons NDVI was significantly related with forage yield but from the four significant, the last two had extremely low forage yield levels and had opposite sign relations, negative in the spring, and positive in the summer. From these two seasons it is suggested that the relationship of yield to NDVI under such of low yield levels, seems to be random. Taylor et al. (1998) reported that under low forage yields, correlation coefficients between various radiance light spectrums (including NDVI) with forage yields, decreased dramatically compared with those of high yields.

On the other hand, there is a documented weakness of NDVI to relate with vegetative biomass under full canopy coverage and/or with high forage yields (Carlson and Ripley, 1997; Serrano et al., 2000; Aparicio et al., 2000). In agreement with these reports, our results showed a loss of sensitivity of NDVI under high production levels, as observed during the summer of 2004-2005. In this season r was 0.68 ($P < 0.001$); however, a substantial increase in r was observed during the fall of 2005-2006 ($r = 0.76$, $P < 0.001$), when much lower forage yields were recorded.

Table 2. Mean yields, NDVI values, coefficients of correlation, probability levels, and number of pairs of observations of five seasons during two years in pastures of the Eastern Research Station, near Haskell, OK.

Season/Year	Yield (Mg ha ⁻¹)	NDVI	r	P	n
Spring 2004-2005	1.19	0.73	0.49	0.214	8
Summer 2004-2005	5.23	0.67	0.68	<0.001	20
Fall 2005-2006	1.72	0.33	0.76	<0.001	20
Spring 2005-2006	0.20	0.51	-0.75	<0.001	20
Summer 2005-2006	0.26	0.60	0.98	<0.001	10

Besides the inefficacy of NDVI to relate with forage yields when biomass is too low (Taylor et al., 1998) or too high (Curran, 1983; Carlson and Ripley, 1997), the inherent variability of pastures is high and seems to be playing a role as well. According to Curran (1983), one of the problems between leaf area index and NDVI result from variability in the substrate (senescent vegetation or bare soil underlying the green canopy). In mixed pastures containing both annual and perennial cool-season and warm-season grasses, we observed that the senescent fraction is almost always present at any given time and is often a substantial fraction of yield. This fraction, however, is highly variable to visualize from a vertical perspective. The visibility (or invisibility) of the substrate depend on the conditions provided for the green fraction of the vegetation and these can change over a short period of time or space.

Taylor et al. (1998) reported large spatial variability in a monoculture of bermudagrass. Variability of forage was suggested to have occurred due to differences in soil fertility. Smith and Stephens (1976) reported a range on forage yields in pastures of Australia from 5,000 to 14,000 kg ha⁻¹, and concluded that soil moisture was the major factor limiting pasture growth during part of the growing season. Therefore, it is suggested that temporal and spatial heterogeneity of the appearance of the herbage canopy in mixed pastures may represent an additional challenge for NDVI to accurately relate with forage biomass.

In mixed pastures, unlike in annual monoculture crops, all present species have seasonal growing patterns that are variable over time, depending on environmental conditions. Hill et al. (1999) argued that seasonal changes represented an obstacle to improve the reliability of NDVI to detect large scale differences among pasture species. Aparicio et al. (2002) concluded that NDVI lacked value as to estimate total biomass in wheat (*T. turgidum* L.) because low predictive ability for specific environment/growth stage conditions.

Varying environmental conditions, natural or man-dictated, affect differently the group of species in a mixed pasture. The dynamics of change within the pasture's canopy can be highly variable in space and time, causing the predictive value of the relationship of NDVI-forage biomass to be

seriously compromised. Each time a pasture is scanned for NDVI measurements, there is a new set of conditions influencing the balance among growing and senescent material. Annual bromes, for instance, have been observed to vary in the time at which they start growing in the spring from year to year; these annual species along with tall fescue are the only bright green forage growing mixed at the canopy level or underneath the brown bermudagrass. Nevertheless, the appearance of the canopy in the pasture changes depending on how much bermudagrass grew after grazing the previous season and the condition for the cool-season annuals and for tall fescue to grow in the spring.

The presence of variable senescent vegetation in time and space was reported by Curran (1983), when he indicates *“As vegetation senesces, the near-infrared leaf reflectance does not significantly decrease. However, the breakdown of plant pigments causes a rise in red reflectance. Therefore if the amount of senescent vegetation in a canopy increases, the positive relation between near-infrared reflectance and green leaf area index will probably remain unchanged whereas the relation between red reflectance and green leaf area index will weaken and probably disappear (Curran, 1980c). This is a problem in semi-natural vegetation, particularly grasslands, where there is some senescent vegetation in the canopy throughout the year”*.

Longer duration experiments and the use of other vegetative indices may yield more promising results than NDVI on the stability of the relationship with forage yield in mixed pastures. Babar et al., (2006) found that near infrared based indices highly correlated with wheat biomass at late developmental stages (heading and grain filling), i.e., when canopy had already reached maximum biomass production. This may be indicative that near infrared based indices, instead of indices intended to measure canopy photosynthetic area could perform better than NDVI in estimating differences in biomass forage yields in mixed pastures.

Because of its short duration and because of restricted to only one location, we recognize the results of this study are not conclusive. However, we expect that at least it can serve as background information to plan more conclusive research about the potential of NDVI to relate to forage yield in mixed, terraced pastures. Given the large influence of the variation caused by terraces in soil fertility [Santillano-Cázares et al. (in review)] and forage yields [Santillano-Cázares et al. (unpublished data)], we would suggest to take into account microrelief points as part of the treatment structure and its interactions with fertilizers and seasons.

CONCLUSIONS

These results suggest that the utility of NDVI is severely limited as a tool to indirectly estimate forage yield in mixed pastures. Observations made in this study agree with previous reports that NDVI functions independently of forage biomass production at relatively low and relatively high levels. In addition, the species present in mixed pastures vary in the proportion to the total forage produced and in greenness over time due to changing environmental conditions. These two problems in mixed pastures minimize NDVI's ability to relate to forage biomass. Normalized difference vegetation index does not work accurately in relating with forage biomass on mixed pastures because frequently a substantial fraction of the yield is composed by non green forage and NDVI was designed to relate with green biomass and before full canopy closure.

REFERENCES

- Aparicio, N., D. Villegas, J. Casadesus, J.L. Araus, and C. Royo. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agron. J.* 92:83-91.
- Aparicio, N., D. Villegas, J.L. Araus, J. Casadesus, and C. Royo. 2002. Relationship between growth traits and spectral vegetation indices in durum wheat. *Crop Sci.* 42:1547-1555.
- Babar, M.A., M.P. Reynolds, M. Van Ginkel, A.R. Klatt, W.R. Raun, and M.L. Stone. 2006. Spectral reflectance to estimate genetic variation for in-season biomass, leaf chlorophyll, and canopy temperature in wheat. *Crop Sci.* 46:1046-1057.
- Caddel, J.L., D.D. Redfearn, and R.L. Woods. 2005. Sustainable grass-legume pastures for cow-calf herds: a case study. XX International Grassland Congress -- offered papers. p. 788.
- Carlson, T.N., and D.A. Ripley. 1997. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sens. Environ.* 62:241-252.
- Curran, P.J. 1983. Multispectral remote-sensing for the estimation of green leaf-area index. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. Math. Phys. Engin. Sci.* 309:257-270.
- Gray, F., and E. Nance. 1978. Modern detailed soil survey: Eastern research station, Haskell. Research report (Oklahoma Agricultural Experiment Station) P-769. Stillwater, OK.
- Hill, M.J., G.E. Donald, M.W. Hyder, and R.C.G. Smith. 2004. Estimation of pasture growth rate in the south west of Western Australia from AVHRR NDVI and climate data. *Remote Sens. Environ.* 93:528-545.
- Hill, M.J., P.J. Vickery, E.P. Furnival, and G.E. Donald. 1999. Pasture land cover in eastern Australia from NOAA-AVHRR NDVI and classified Landsat TM. *Remote Sens. Environ.* 67:32-50.
- Mullen, R.W., K.W. Freeman, W.R. Raun, G.V. Johnson, M.L. Stone, and J.B. Solie. 2003. Identifying an in-season response index and the potential to increase wheat yield with nitrogen. *Agron. J.* 95:347-351.
- National Cooperative Soil Survey. 2006. Choteau series. Available on-line at: <http://www2.ftw.nrcs.usda.gov/osd/dat/C/CHOTEAU.html>.
- Raun, W.R., J.B. Solie, G.V. Johnson, M.L. Stone, E.V. Lukina, W.E. Thomason, and J.S. Schepers. 2001. In-season prediction of potential grain yield in winter wheat using canopy reflectance. *Agron. J.* 93:131-138.
- Redfearn, D.D., J.L. Caddel, and R.L. Woods, Jr. 2006. Sustainable grass-legume pastures for cow-calf herds. American Forage & Grassland Council Abstracts.
- Serrano, L., I. Filella, and J. Peñuelas. 2000. Remote sensing of biomass and yield of winter wheat under different nitrogen supplies. *Crop Sci.* 40:723-731.
- Santillano-Cázares, J., H. Zhang, J.L. Caddel, D.D. Redfearn, and C.L. Goad. Spatial and temporal variability of soil fertility in terraced pastures. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (in review).
- SAS Institute, Inc. 2003. SAS version 9.1. Cary, NC.
- Smith, R.C.G., and M.J. Stephens. 1976. Importance of soil-moisture and temperature on growth of improved pasture on northern tablelands of New-South-Wales. *Aust. J. Agric. Res.* 27:63-70.
- Stone, M.L., J.B. Solie, W.R. Raun, R.W. Whitney, S.L. Taylor, and J.D. Ringer. 1996. Use of spectral radiance for correcting in-season fertilizer nitrogen deficiencies in winter wheat. *Trans. ASAE* 39:1623-1631.
- Taylor, S.L., W.R. Raun, J.B. Solie, G.V. Johnson, M.L. Stone, and R.W. Whitney. 1998. Use of spectral radiance for correcting nitrogen deficiencies and estimating soil test variability in an established bermudagrass pasture. *J. Plant Nutr.* 21:2287-2302.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México; 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Productividad

- Teal, R.K., B. Tubana, K. Girma, K.W. Freeman, D.B. Arnall, O. Walsh, and W.R. Raun. 2006. In-season prediction of corn grain yield potential using normalized difference vegetation index. *Agron. J.* 98:1488-1494.
- Townsend, M., R. Long, G.F. Scott, and R. R. Gilbertson. 1987. Soil survey of Muskogee County Oklahoma. USDA Soil Conservation Service and Forest Service in cooperation with Oklahoma Agricultural Experiment Station and Oklahoma Conservation Commission.
- Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ.* 8:127-150.

¹COMPORTAMIENTO POSTDESTETE DE BECERROS PASTOREANDO 12 Y 24 h PRADERAS DE RIEGO.

Juan José Alfaro Mendoza* José Eduardo Bello Martínez y Humberto Cuéllar Torres.
Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de San Luis Potosí

RESUMEN

El comportamiento postdestete de pastoreo a 12 y 24 h en praderas de *Lolium perenne* durante una estancia de 140 días fue estudiado con el objetivo de medir la respuesta de aumento de peso (AP) perímetro torácico (PT) y altura a la cruz (AC). Para ello se utilizaron 4 hembras y 3 machos de la raza Hereford y Angus. Los tratamientos experimentales fueron: TA con 12 h de pastoreo más 1 Kg de silo de maíz y el TB con 24 h de pastoreo más 1 Kg de heno de alfalfa con un diseño experimental doble reversible simple. Los AP y PT fueron no significativos ($P>0.05$) en el primer período con 983 g^{-1} y un PT de 143.33 cm para becerros y para becerras 914 g^{-1} y un PT de 147.25 cm, el segundo período registró respectivamente 761 g^{-1} con un PT de 155.33 cm y 671 g^{-1} con un PT de 157 cm, sin embargo existe diferencia significativa ($P<0.05$) entre periodos experimentales. La AC es diferente ($P<0.05$) 116.5 cm en becerras vs 112.66 cm becerros. Concluyendo que el comportamiento posterior al destete es igual, y los mejores AP son en los primeros 70 días con forraje del 15 al 17% de proteína y es indistinto pastorear 12 y 24 h complementando con heno de alfalfa o silo de maíz.

Palabras clave: praderas, destete, becerros, crecimiento.

ABSTRACT

The post weaning in the pasturing of 12 and 24 hours at *Lolium perenne* during a dwelling of 140 days should be examined. The objective was evaluated the increase of weight (IW) the thoracic perimeter (TP) and the height of the cross (HC). 4 heifers and 3 steers Hereford and Angus were used, the experimental treatments were: TA with 12 h of pasturing plus 1 Kg of corn silo and the TB with 24 hours of pasturing plus 1 Kg of alfalfa hay with a simple reversal trials. The IW and TP were equal ($P>0.05$) in the first period with 983 g^{-1} and TP of 143.33 cm for steers and for heifers 914 g^{-1} and TP of 147.25 cm; the second period respectively registered 761 g^{-1} with a TP of 155.33 cm and 671 g^{-1} with a TP of 157 cm, but there is a difference ($P<0.05$) between post weaning periods. The HC is different ($P<0.05$) 116.5 cm to heifer vs 112.66 cm to steers. In conclusion the post-weaning behavior is the same and the best IW are in the first 70 days with forage of the 15% to 17% of protein and is indistinct pasturing 12 and 24 h complemented with alfalfa hay or corn silage.

Keywords: calf, growth, grass, steer, heifer

¹ Facultad de Agronomía Km. 14. 5 Carretera San Luis-Matehuala Tel. 01 444 852 40 56.
Wess_trouth@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Investigaciones sobre crecimiento y desarrollo de becerros (Ochoa, 1980; Alfaro, 1998) han presentado avances y en parte sugieren un crecimiento eficiente posterior al destete en praderas de riego, es por esta razón que el comportamiento posterior al destete deberá de ser investigado en la integración de factores de sexo, peso del ganado, calidad del forraje disponible y tiempo de pastoreo. Por ello, el objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento posterior al destete en términos de aumento de peso, perímetro torácico y altura a la cruz, pastoreando 12 y 24 h praderas de riego con especies introducidas como *Lolium perenne*, combinadas con *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus* durante 140 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía de la UASLP. En noviembre del 2003 y fueron sembrados 15000 m² con 50% de *Lolium perenne*, 25% de *Lolium multiflorum*, 20% de *Festuca arundinacea* y 5% de *Lotus corniculatus*, y para fines de mantenimiento se aplicaba una lámina de riego de 12 cm cada 15 días con una fertilización de 50 unidades de Nitrógeno y un pastoreo rotacional de 4 potreros. El hato experimental estuvo formado por dos grupos: 4 becerras y 3 becerros de la raza Angus y Hereford.

Los tratamientos experimentales fueron: TA con 12 h de pastoreo en 70 días más 1 Kg al día de silo de maíz y el TB con 24 h de pastoreo en 70 días más 1 Kg al día de heno de alfalfa. Se utilizó un diseño experimental doble reversible simple. Las variables medidas fueron: aumento de peso (AP), perímetro torácico (PT) altura a la cruz (AC) y para las constantes ruminales se utilizaron 2 novillos fistulados en rumen de la raza Angus y Hereford, midiendo el área de pH, ciclo ruminal y temperatura ruminal a las 0 y 4,6,8,12,16, 20, 24 h post alimentación.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los AP y PT fueron no significativos ($P > 0.05$) en el primer período con 983 g⁻¹ y un PT de 143.33 cm para becerros y para becerras 914 g⁻¹ y un PT de 147.25 cm; para el segundo período se registró respectivamente 761 g⁻¹ con un PT de 155.33 cm. y 671 g⁻¹ y un PT de 157 cm, pero la comparación entre períodos son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) esto significa que el mayor AP se presenta en los primeros 70 días. Lo anterior demuestra, que si se analiza de manera lineal el crecimiento en los 140 días podría ser calificado como eficiente 872 g⁻¹ y 792.5 g⁻¹.

Sin embargo, los resultados experimentales ayudaran a plantear un mejor análisis del AP y la estancia de manejo en praderas. Otra explicación puede atribuirse a los niveles de proteína en el forraje durante los primeros 70 días (Febrero-Marzo) con rangos del 17 al 15% y para los siguientes 70 días (Abril-Mayo) los niveles correspondieron al 14%, por lo que puede argumentarse que en los primeros 70 días post destete las praderas cumplen satisfactoriamente los requerimientos para aumentos de peso mayores a 900 g⁻¹ sin que la disponibilidad del forraje sea limitante, esto a su vez estará respaldado con los resultados de la variable de PT, debido a que no fue significativa ($P > 0.05$) y al respecto existen investigaciones que han señalado la alta correlación entre el AP y el PT.

La AC resultó diferente ($P < 0.05$) 112.5 y 116.5 cm en becerras vs 110.33 y 112.66 cm en becerros para el primer y el segundo período respectivamente, estas diferencias argumentan la precocidad de las hembras y posiblemente por la edad al nacimiento no mayor a 2 meses con

respecto de los becerros. Todos los resultados también pudieron verse influenciados por su estancia en la pradera desde su nacimiento hasta la finalización, porque se induce a un consumo temprano de forraje para estimular el funcionamiento adecuado de un rumen sano y activo, ya que al cortar la relación alimenticia del becerro con la vaca lo hace más independiente, además de reducir riesgos de enfermedades y bajos aumentos de peso por manejo antes y después del pastoreo; por ello, los resultados de los parámetros ruminales como el área pH registrada de 6.5 a 7, los ciclos ruminales de 32 a 35 s y las temperaturas en líquido ruminal que fueron de 37 a 38°C, permiten establecer un buen funcionamiento del rumen posterior al destete con una digestión óptima de la fibra y una adecuada cantidad de ácido propiónico (Davis,1993).

Otra causa es el acceso al forraje de alta calidad proteica (15-17%) con pastos como *Lolium perenne* (2000; Fields y Sand, 2000), ya que los requerimientos nutricionales señalados en el NRC (1998) para bovinos con un pesos de 200 a 250 Kg se cumplen satisfactoriamente con la producción promedio mensual de la pradera (2.8 t de materia seca ha⁻¹ con el 15 y 17% de PC). Lo relevante de estos resultados, es que permite establecer bases de manejo para un crecimiento igual o superior a 900g⁻¹ posterior al destete. Por todo lo anterior, se concluye que los AP para becerros y becerras son estadísticamente iguales (P>0.05) a pesar de sus diferencias de nacimiento no mayores a 2 meses y que por efecto de las horas de acceso al pastoreo de 12 y 24 h más su complemento de heno de alfalfa o silo de maíz resulta indistinto su utilización y el mejor crecimiento se presenta en los primeros 70 días post destete por lo tanto el comportamiento postdestete es más eficiente en los primeros 70 días sin influir el sexo, la calidad del forraje (15-17% de PC) y el tiempo disponible de pastoreo de 12 y 24 horas.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, M JJ. 1998. Comportamiento de raza, sexo y peso del ganado en praderas de riego. En: XII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. P 13.
- Davis, C. 1993. Alimentación de la vaca lechera alta productora. U Illinois. P14.
- Fields, M. and R, Sand. 2000. Factors affecting calf crop. U.E.A.P. Pp105-183.
- National Research Council (NRC) 1998. Beef Cattle. ENA, Washington, D.C.
- Ochoa, O C. 1984. Sistema de producción en praderas una alternativa. En: 2º Simposium Internacional sobre Ganadería. UGRCH., SARH. Chihuahua PF1

CALIDAD NUTRITIVA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN SITU* DE CUATRO ZACATES NATIVOS DE LA REGION CENTRAL DEL ESTADO DE DURANGO

Murillo, O¹. M, Reyes E, O¹, Herrera T. E¹, Juárez R. A¹, Cerrillo, S. A¹, Gonzáles G. H², Carrete, C. O. F³ y Gonzáles, G. F³

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5. Tel (618) 1-18-99-32. e-mail: muom58@hotmail.com. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. ³Centro Experimental Valle del Guadiana-INIFAP.

INTRODUCCIÓN

Una característica común de las áreas de pastizal en la zona de los valles centrales del estado de Durango, es la baja productividad debida a las condiciones naturales y al sobrepastoreo ya que mas de 85 % de los predios de la zona presentan este tipo de problema, lo que se ve reflejado en bajos índices productivos y reproductivos del ganado bovino (Murillo et al., 2005). Se ha reportado que en el noreste de México los animales en pastoreo consumen una gran variedad de plantas entre las que destacan los zacates. Aunque algunos de ellos son consumidos por los rumiantes, no se conoce su calidad nutritiva y por lo tanto se desconoce su contribución nutricional en la dieta de animales en pastoreo (Ramírez et al., 2001). Los estudios sobre la composición química de la dieta de animales bajo condiciones de libre pastoreo son necesarios para un manejo adecuado de los animales y del pastizal (Ramírez et al., 2001). A pesar de la utilidad que tiene el conocimiento de la composición química de las diferentes especies vegetales presentes en los pastizales, es necesario complementarlo con estudios adicionales que reflejen la magnitud y la eficiencia con la cual los componentes químicos de los pastizales son utilizados por los animales (Murillo et al., 2006). Uno de estos estudios complementarios es la degradabilidad ruminal *in situ* del forraje consumido por el ganado en pastoreo. La estimación de la degradabilidad *in situ* proporciona un indicativo de los aportes de nutrientes de las dietas de rumiantes en pastoreo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad nutritiva y la cinética de la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca de cuatro zacates nativos de la región central de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área en la que se colectaron las muestras fue un agostadero de la zona central de Durango. El área de muestreo se ubica a los 104° 32' 21 '' longitud oeste y 24° 22' 00'' latitud norte. Con una altitud de 1800 msnm y un clima seco templado con lluvias en verano (BS₁K). La región presenta una temperatura y una precipitación pluvial media anual de 17.5 °C y 450 mm, respectivamente (INEGI, 2003).

Colección de muestras

Usando un muestro aleatorio simple se colectaron muestras de los siguientes zacates: Navajita (*Bouteloua gracilis*), Banderilla (*Bouteloua curtipendula*) Popotillo plateado (*Bothriochloa barbinodis*) y Pata de gallo (*Chloris submutica*) (Ostle, 1983; Herrera y Pámanes, 2006). Los muestreos se realizaron en el verano, durante 3 días consecutivos y se colectaron muestras de aproximadamente 500 g de material por especie vegetal. Las plantas se colectaron a ras del

suelo con tijeras de acero inoxidable (Ramirez et al 2001). Cada muestra se secó bajo sombra a temperatura ambiente hasta obtener peso constante; para la determinación de la calidad nutritiva se molieron en un molino Willey con malla de 1 mm y de 2 mm para la determinación de la degradabilidad ruminal de la materia seca.

Calidad nutritiva

A los zacates les determinaron los contenidos de materia seca (MS); materia orgánica (MO); cenizas (C); proteína cruda (PC); fibra detergente neutro (FDN); fibra detergente ácido (FDA); lignina (AOAC, 1994) y digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) (Ankom, 2004).

Degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca

La degradabilidad ruminal de la materia seca de los zacates se determinó usando la técnica de la bolsa de nylon (Orskov y McDonal, 1979). Para ello se utilizaron 2 vacas fistuladas del rumen de 600 Kg de PV las cuales durante la prueba se alimentaron con heno de una mezcla de pradera a libre acceso. Se usaron bolsas de nylon de 10 x 20 cm de poliéster, micro-filamento blanco, selladas con calor y libres de ceniza y nitrógeno, con un tamaño de poro de 53 μm (ANKOM[®]) a las cuales se les pusieron 10 g de muestra molida de cada zacate. Las bolsas se incubaron en el rumen por periodos de 6, 12, 24, 36, 48 72 y 96 h. Posteriormente se lavaron con agua circulante y se secaron en una estufa a 60° C durante 48 hrs. La degradación en la hora "0" se estimó en bolsas sin incubar en el rumen, lavándolas de la misma manera que en los periodos antes mencionados (Orskov y McDonal, 1979). Al residuo de cada bolsa en cada periodo de incubación de la determinó su contenido de materia seca (MS).

Análisis estadístico

Para estimar los parámetros de degradación de la MS, los porcentajes de degradación de la MS se ajustaron a la ecuación: $P = a + b(1 - e^{-ct})$ propuesta por Orskov y McDonald (1979). Donde **P** es la degradación a un tiempo **t**; **a** es la porción de la MS solubilizada al inicio de la incubación (tiempo 0); **b** es la porción de la MS lentamente degrada en el rumen, **c** es la tasa constante de degradación de la fracción **b** y **t** es el tiempo de incubación; se calculó la degradabilidad potencial (**DP**) por medio de **a+b**.

Los valores de calidad nutritiva así como los valores individuales de **a**, **b**, **c**, y **a+b** se sometieron a un análisis de la varianza para un diseño completamente al azar. Para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey (Hicks y Turner, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad nutritiva

En el cuadro 1 se presenta la calidad nutritiva de los zacates evaluados. Como se observa, los contenidos de MS de los zacates Banderilla, Popotillo Plateado y Pata de Gallo fueron iguales ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Calidad nutritiva de los zacates

	Zacates				Media	emm
	Navajita	Banderilla	Popotillo	Pata de Gallo		
MS (%)	93.43 ^a	91.1 ^b	91.7 ^b	92.2 ^{ab}	92.1	.95
MO (%)	91.7 ^a	89.8.0 ^b	91.3 ^{ab}	89.6 ^b	90.6	.12
PC (%)	5.3 ^a	4.8 ^a	3.3 ^b	4.2 ^a	8.8	.22
FDN (%)	81.2 ^b	82.2 ^{ab}	84.0 ^a	83.0 ^{ab}	82.6	.31
FDA (%)	59.6 ^b	62.2 ^a	60.9 ^{ab}	60.5 ^{ab}	60.8	.14
L (%)	11.1 ^b	12.1 ^{ab}	13.1 ^a	12.5 ^{ab}	12.2	.10
DIVMS (%)	43.2 ^a	42.2 ^{ab}	40.0 ^b	42.5 ^{ab}	41.9	.62

^{abc} Medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes (P < 0.05)

No se observaron diferencias en los contenidos de MO de los zacates Banderilla, Popotillo Plateado y Pata de Gallo (P > 0.05). El contenido más alto de PC se observó en el zacate Navajita (5.3 %) y el más bajo en el zacate Popotillo Plateado (3.3 %); aunque no se observaron diferencias en los contenidos de PC en los zacates Navajita, Banderilla y Pata de gallo (P > 0.05); sin embargo, ambos valores fueron diferentes al contenido de PC del zacate Popotillo Plateado (P < 0.05). Los contenidos de PC observados en el presente estudio, en los zacates Navajita y Banderilla no coinciden con los reportados por González y Ochoa (1983); ellos encontraron contenidos de PC de 8.7% y 7.1% en los zacates Navajita y Banderilla respectivamente. Sin embargo, Báez (1986) encontró contenidos de PC de 4.5 % en el zacate Banderilla y 4.3 % en el zacate Navajita; los cuales coinciden en parte con nuestros resultados. En un estudio realizado por Ramírez y Velázquez (1990) encontraron un contenido de PC de 7.8 % en el zacate Popotillo plateado el cual superior al encontrado en este estudio. Las diferencias observadas en la composición química y particularmente en los contenidos de PC de los zacates evaluados en este estudio comparados con otros estudios similares, pueden atribuirse a varios factores, ente los cuales se encuentran el método de recolección de muestras, tipo de suelo, variedad, altura sobre el nivel del mar entre otros (Gutiérrez, y Villalobos, 1983).

El contenido más alto de FDN se observó en el zacate Popotillo plateado (84.0 %) y el más bajo en el zacate Navajita (81.2 %) y fueron significativamente diferentes (P > 0.05). Ramírez et al. (2001) encontraron valores de FDN en el zacate Navajita de 89.6 %. Este contenido de FDN es superior al observado en el zacate Navajita evaluado en este estudio. Al respecto Minson (1990) señala que las gramíneas independientemente del estado fenológico y genero, unas más que otras tienden a concentrar carbohidratos estructurales.

Los contenidos de FDA fueron iguales en los zacates Navajita, Popotillo plateado y Pata de gallo (P > 0.05). El contenido de L vario de 11.1% en el zacate Navajita a 13.1% en el zacate Popotillo plateado y ambos contenidos de L fueron diferentes entre si (P < 0.05).). No se observaron diferencias en la DIVMS de los zacates Navajita (43.2 %), Banderilla (42.2 %) y Pata de gallo (42.5 %) (P > 0.05). En un estudio realizado por Gonzáles y Ochoa (1983) en el que evaluaron la DIVMS de los zacates Navajita y Banderilla encontraron valores de DIVMS de 39.0 % y 43.1 % respectivamente. En otro estudio desarrollado por Ramírez y Velazquez (1990) registraron valores de DIVMS de 55.4 %, 57.8 % y 58.3 % para los zacates Popotillo plateado, Banderita y Navajita, respectivamente.

Parámetros de degradabilidad ruminal

En el cuadro 2 se muestran los parámetros de degradabilidad de la materia seca de los zacates evaluados en este estudio. Como se puede observar la fracción de la MS soluble “a” fue igual para los zacates Navajita, Banderilla y Pata de gallo ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Parámetros de degradabilidad de la materia seca de los zacates

	Zacates				Media	emm
	Navajita	Banderilla	Popotillo	Pata de Gallo		
a (%)	12.6 ^a	12.3 ^a	11.3 ^b	11.8 ^{ab}	12.0	.08
b (%)	58.8 ^a	56.6 ^{ab}	51.3 ^c	54.5 ^b	55.3	.036
a+b (%)	71.4 ^a	68.9 ^{ab}	62.6 ^c	66.3 ^b	67.31	.041.
c (%/h)	2.0 ^a	2.0 ^a	1.0 ^a	2.0 ^a	7.0	012

^{abc} Medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes ($P < 0.05$)

El valor más bajo de la fracción “a” correspondió al zacate Popotillo plateado (11.3 %) y fue igual a la del zacate Pata de gallo (11.8 %) ($P > 0.05$); no obstante, fue diferente a la fracción soluble de los zacates Navajita y Banderilla ($P < 0.05$). Ramírez et al. (2001) encontraron valores de 22.2 % en la fracción de la MS soluble “a” en el zacate Navajita. Este valor es superior al encontrado en la fracción “a” en el presente estudio. Lo anterior puede deberse a las diferencias en los contenidos de proteína cruda de ambos zacates evaluados.

En la fracción potencialmente degradable “b” se obtuvo una media de 55.3 % entre las cuatro zacates evaluados. El valor más alto de la fracción “b” se observó en el zacate Navajita (58.8 %) y el más bajo en el zacate Popotillo plateado (51.3 %) y fueron diferentes entre si ($P < 0.05$). Estos resultados difieren de los reportados por Ramírez et al. (2001) quienes encontraron en el zacate Navajita un valor de la fracción “b” de 27.3 % No se observaron diferencias en la degradabilidad potencial “a+b” de los zacates Navajita (71.4 %) y Banderilla (68.9 %) ($P > 0.05$); aunque la degradabilidad potencial del zacate Navajita, fue diferente a la del zacate Pata de gallo (66.3 %) ($P < 0.05$). El valor más bajo de “a+b” correspondió al zacate Popotillo plateado (62.6 %) y fue diferente al de los otros zacates evaluados ($P < 0.05$).

El valor promedio de las tasas constantes de degradación “c” fue 1.7 %/h y no se registraron diferencias en este parámetro en los zacates evaluados ($P > 0.05$). Ramírez et al. (2001) encontraron valores de 4.1 %/h en la tasa constante de degradación “c” del zacate Navajita. A pesar de las reducidas tasas de degradación de los zacates evaluados, se puede decir que presentaron valores adecuados de degradabilidad ruminal de la materia seca, lo cual está asociado con el potencial de los rumiantes para mantener niveles adecuados de producción ya que es un indicativo de la capacidad de los forrajes para aportar nutrientes a la flora ruminal (Preston y Leng, 1990).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, indican que los zacates Navajita, Banderilla, Popotillo plateado y Pata de Gallo, a pesar de su reducido contenido de proteína cruda y altos contenidos de fibra, pueden ser considerados buenas fuentes de nutrientes para los rumiantes en libre pastoreo; puesto que muestran regulares tasas de digestión ruminal. En este sentido es necesario mencionar, que los rumiantes en pastoreo son selectivos y que raramente consumen un zacate en lo individual; es decir, los zacates forman parte de una dieta seleccionada por el ganado en apacentamiento. No obstante lo anterior, en la época seca la dieta consumida por los rumiantes no cubre los requerimientos nutricionales de los animales. Por ello, las

investigaciones en el área del manejo de los pastizales, deben orientarse a crear variedades de zacates que se adapten a las condiciones de aridez de los agostaderos del norte de México. Lo anterior contribuirá sustancialmente a mejorar la productividad de los rumiantes en pastoreo en estas zonas.

LITERATURA CITADA.

- Ankom, 2004. Determinación de la digestibilidad *in vitro* de los forrajes por el método Daisy. p 4.
- AOAC, 1994. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemist. Washington.
- Baez, R. 1986. Recuperación de Agostaderos. INIFAP. p 34.
- González O. R y G. J. Ochoa. 1983. Deficiencias Nutricionales en los Agostaderos del Norte de Durango. Resúmenes de la XVII reunión AMPA. p 34
- Gutiérrez A. J. L. y Villalobos V. G. 1983. Valor Nutritivo de la Dieta Seleccionada por Ganado en Pastoreo en el Noroeste de Chihuahua. Resúmenes de la XVII Reunión AMPA. p 35.
- Herrera A. Y y Pamanes G. D. S. 2006. Guía de pastos para el ganadero del Estado de Durango. IPN. p 35.
- Hicks C. R. and R. Turner. 1999. Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Oxford University Press. p 223.
- INEGI. 2003. Anuario Estadístico Durango. México
- Murillo O. M., Reyes O., Palacio C., Carrete F., Ruiz O. y Herrera T. E. 2005. Consumo voluntario y valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano arbosufrutescente en dos épocas de año. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac. p 125.
- Murillo, O. M., Reyes E, O., Ruiz B. O., Herrera T. E., Juárez R. A. S. Cerrillo S A., Nevares C. G., y Montoya E. R. 2006. Producción de gas *in vitro* del forraje consumido por bovinos en pastoreo en dos épocas de año. XXXIV Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Mazatlán (Sin) p 24.
- Orskov E. R. and P. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weigh according to rate of passage. J. Agric. Sci. Cambr. 92:499.
- Ostle, B. (1983). Estadística Aplicada. Editorial Limusa. P 123
- Ramírez, M. F. y J. Velazquez, 1990. Plantas de Agostaderos. Rancho. 54: 25
- Ramírez, R. G., A. Enríquez y F. L. Gonzáles. 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. Ciencia UANL.3: 314.

ACTUALIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL PASTIZAL MEDIANO ABIERTO EN ZACATECAS

Ramón GUTIÉRREZ LUNA*, Guillermo MEDINA GARCÍA y Mario D. AMADOR RAMÍREZ
Campo Experimental Zacatecas-INIFAP., km 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo, Víctor Rosales, Calera, Zac.,
(478) 98 50198, ramong@zacatecas.inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México las tierras consideradas como pastizal representan el 40.1% de la superficie total del país (Bernardon *et al.*, 1977). La vegetación natural que cubre algunos los suelos de las zonas semiáridas de México es del tipo pastizal mediano abierto localizado principalmente en el Desierto Chihuahuense, ocupando alrededor de 8 millones de hectáreas (COTECOCA, 1980). En Zacatecas los pastizales mediano abiertos representan aproximadamente 2.5 millones de hectáreas (Figura 1).

En esta comunidad los herbívoros encuentran gran cantidad de forraje (Gauthier *et al.*, 2003). Sin embargo los pastizales además de proveer de alimento a los animales también juegan un papel importante en la conservación de los recursos naturales así como del hábitat (NRC, 1994).

En Zacatecas la ganadería es una de sus principales actividades. Ésta se desarrolla bajo el sistema de producción extensivo realizándose en 5.5 millones de hectáreas correspondientes al 75% de la superficie estatal (SEDAGRO, 2004), donde la producción de forraje se ve supeditada a la precipitación, tanto a través del tiempo como del espacio. Debido a la variabilidad del clima en Zacatecas la productividad del pastizal mediano abierto es variable por lo que en ocasiones se requieren hasta 20 ha de pastizal para mantener a una unidad animal por año sin embargo, existen sitios del pastizal con gran potencial productivo donde sólo se requieren de 5 ha por unidad animal al año.

Un aspecto crítico en la ganadería extensiva, es que la producción animal se encuentra restringida, particularmente cuando se somete el recurso natural a una carga superior a su capacidad, aunado al apacentamiento continuo del pastizal. Con ello la capacidad de sustento es afectada, ya que las plantas del pastizal no logran recuperarse satisfactoriamente para ser reutilizadas por los animales.

La información cuantitativa sobre la condición ecológica de los pastizales es poca, aislada y vaga para el estado de Zacatecas, no obstante, la literatura específica, menciona que el monitoreo de la condición del pastizal es un punto clave para proporcionar el manejo óptimo que permita la sustentabilidad de los recursos naturales y donde se maximice la productividad, conservación y rentabilidad de la actividad pecuaria.

Estudios realizados en el Desierto Chihuahuense precisan acerca de la necesidad de efectuar estudios a largo plazo sobre la caracterización cuantitativa de cambios en la vegetación del pastizal de diferentes biomas como respuesta a clima y apacentamiento. En parte los estudios realizados por Holechek *et al.*, 1994, aclaran que los recursos del pastizal tienen la capacidad de sustentar a los animales domésticos, biológicamente sustentable, rentable y compatible con fauna silvestre.

Según Bonham (1989), los atributos de la vegetación son características que describen a las comunidades vegetales terrestres. La caracterización de la vegetación se refiere al estudio de la

estructura y composición florística del ecosistema. Esta caracterización es útil en varios aspectos, como son: la elaboración de estudios de impacto ambiental, como apoyo para el diseño de planes de manejo de los ecosistemas, y en estudios de ecología del paisaje. Los atributos más registrados son frecuencia, densidad y cobertura.

Gutiérrez *et al.*, (2006) al evaluar la cobertura vegetal sobre el suelo a través del tiempo, encontró que el tipo de uso es determinante en su condición, y observó que la cobertura basal sobre el suelo en el apacentamiento rotacional diferido también responde al tiempo, decreciendo (60.04, 38.20, 37.42, y 21.02 %) en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

En pastizales, la cobertura vegetal es un indicador que puede contribuir a establecer la condición del pastizal, además puede reflejar el impacto que sobre la vegetación tiene el uso de los animales, tal como es expuesto por Navarro *et al.*, (2002). De ahí que el primer análisis que debe hacerse de la vegetación; es una descripción de las coberturas vegetales, con lo que se determina el porcentaje ocupado por cada uno de los diferentes estratos (herbáceo y arbóreo). Es importante tener en consideración, que la cobertura no sólo es importante por su riqueza biológica, sino también por el papel que juega en la conservación de suelos y en la regulación del ciclo hidrológico.

Respecto a producción de forraje promedio de diferentes localidades del pastizal en el estado de Zacatecas, Gutiérrez *et al.*, (2004 y 2006), registraron valores promedio de 300 kg/ha cuando el pastizal es utilizado bajo el esquema extensivo (tradicional) de producción animal, con diferencias de hasta 300% más de producción bajo esquemas rotacionales de apacentamiento contra uso extensivo.

La estabilidad de agregados del suelo identifica la integridad biótica, dado que el contenido de materia orgánica en el suelo funciona como material cementante que flocula las partículas del suelo; además, la cual es continuamente renovada por la actividad de microorganismos del suelo y las raíces de las plantas del pastizal (Pellant *et al.* 2005). Además facilita conocer el grado de desarrollo estructural del suelo y su resistencia a la erosión.

Debido a que la determinación de carga animal es un factor crítico en el manejo ordenado de los pastizales, se debe realizar en principio preferentemente o a través del manejo del rancho. Para lo anterior, es necesario cuantificar la producción promedio que podrá ser consumida por el ganado; el tipo de ganado utilizado; y finalmente se determina cuánto tiempo puede permanecer en cada potrero el hato.

En la determinación de carga animal existen dos pasos necesarios. Primero, para que el muestreo sea confiable y estadísticamente analizable, se sugiere que el muestreo sea aleatorio (Pieper, 1973). Segundo, es necesario definir el tamaño óptimo de muestreo, que permita tomar decisiones en el manejo del pastoreo, a fin de evitar la sobre-utilización o sub-utilización de los recursos naturales.

Respecto a la composición botánica, en la parte central del Estado Gutiérrez *et al.*, (2006), bajo dos esquemas de uso registraron 41 especies vegetales más en las áreas de pastoreo rotacional diferido que en las áreas de pastoreo continuo. Composición botánica, esta variable representa la diversidad de flora en un sitio ecológico o comunidad vegetal. Ella expresa la calidad de sitio, además de brindar información del manejo a que ha sido sometido el recurso natural vegetal. Los ecosistemas de las regiones áridas presentan condiciones de alta fragilidad, en donde los factores climáticos, fisiográficos, edáficos y de vegetación están

íntimamente relacionados, condicionando la utilización de sus recursos naturales (Ningu *et al.*, 1996).

OBJETIVO

El objetivo fue caracterizar el pastizal mediano abierto del estado de Zacatecas a fin de determinar la capacidad de carga animal que contribuya a tomar decisiones respecto al manejo de la vegetación nativa.

METODOLOGÍA

El área de estudio correspondió al pastizal mediano abierto (PMA) del estado de Zacatecas, donde se inició el muestreo desde el norte hasta el sur (Cuadro 1), ubicando 17 puntos de muestreo.

Cuadro 1. Localidades de muestreo de la condición del PMA en el estado de Zacatecas. 1er. Trimestre 2007

Localidad	Sitio	Coordenadas	
		Longitud	Latitud
Autopista Fresnillo (5 km antes de Zorros)	1	102,8415	23,20578
Zorros	2	102,8895	23,22796
Rancho Grande	3	102,8875	23,23366
Flores García	4	103,4738	23,88988
Carr. Nieves Camacho Km. 12	5	103,0113	24,09029
Ignacio Allende	6	103,4891	23,80400
Nueva Australia	7	102,8330	22,82038
Mesa de Fuentes	8	102,8916	22,98517
Rancho La Copa	9	103,4637	23,66325
Nicolás Bravo	10	103,3290	23,66822
Noria de Ángeles	11	101,9250	22,43873
Ejido Pánfilo Natera	12	102,1438	22,64536
Viboritas	13	102,5488	22,57124
Laguna Honda	14	102,5160	22,57392
Rancho Marengo	15	102,4736	22,55936
Ejido Calera	16	102,9164	22,89844
Benito Juárez	17	102,7506	22,69285

Los atributos de vegetación del pastizal registrados fueron: 1) producción aérea, 2) cobertura basal, 3) estabilidad de agregados y 4) composición botánica.

La cobertura basal, fue determinada en campo, usando la Línea de Canfield modificada; a través de un cuadrante de 20 puntos separados 5 cm uno de otro de ahí que la línea de muestreo fue de 1.0 m. (Bonham, 1989). Donde el registro corresponde a lo que la punta de la aguja toca a nivel basal, ignorando cualquier contacto aéreo de planta o cualquier material.

Las variables registradas fueron: suelo desnudo, grava, roca, materia orgánica (vegetal o animal), cobertura de gramíneas y plantas de hoja ancha. Se efectuaron muestreos en número de seis repeticiones por localidad, en cada muestreo se anotó para cada uno de los 20 puntos del marco las siguientes categorías: a) Grava, b) Roca, c) Suelo desnudo, d) Materia orgánica (vegetal o animal), e) Hierba y f) Pasto.

La cobertura se transformó a porcentaje considerando los 20 puntos del marco como 100 % para cada muestreo, y de ahí, cada categoría a su porcentaje correspondiente. La producción aérea fue determinada en el mismo punto donde se cuantifico la cobertura basal, para ello se utilizó un cuadrante de 50 x 50 cm, (Olson y Cochran, 1998), se corto el material vegetal al nivel del suelo, y se determino la producción hasta peso seco constante en una estufa de secado a 55 °C.

Con respecto a la composición botánica, esta se determinó a través de un censo por localidad de muestreo, registrando las especies tanto herbáceas como arbustivas de cada localidad.

RESULTADOS

Producción de materia seca de forraje

Respecto a la producción aérea de plantas forrajeras, se determinó que las localidades 5,16, 2 y 17 formaron el grupo estadístico de mayor rendimiento con producciones de 92.9, 79.3, 70.1 y 66.0 g de materia seca por metro cuadrado, En el Cuadro 2 se presentan las medias de cada localidad y su significación estadística al nivel de $P>F$ en la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Cuadro 2. Diferencia Mínima Significativa de la producción de materia seca en 17 localidades del PMA. 1er. Trimestre 2007.

Localidad	Sitio	Producción (MS) g/m ²	Grupos Estadísticos
Carr. Nieves Camacho Km.12	5	92.94	A
Ejido Calera	16	79.34	A
Zorros	2	70.13	AB
Benito Juárez	17	66.07	AB
Autopista Fresnillo (5 km antes de Zorros)	1	47.98	BC
Rancho La Copa	9	36.63	CD
Rancho Marengo	15	34.49	CD
Laguna Honda	14	31.39	CD
Rancho Grande	3	29.15	CD
Nicolás Bravo	10	23.87	CD
Viboritas	13	21.09	CD
Flores García	4	18.75	CD
Mesa de Fuentes	8	14.19	D
Ejido Pánfilo Natera	12	12.00	D
Noria de Ángeles	11	11.71	D
Nueva Australia	7	10.09	D
Ignacio Allende	6	8.39	D

Nivel de significación DMS $P>0.01$

Cobertura

En el primer trimestre del 2007 se detectó en promedio regional que la cobertura vegetal sobre el suelo es de 29%, mientras que la protección por materia orgánica (animal y vegetal) es del 32%, sin embargo, la falta de protección al suelo, entre suelo desnudo más grava y roca representan 38% de la superficie.

La información anterior expresa que en el Altiplano Zacatecano el suelo desprovisto de vegetación en el **PMA** es 38.67 %. Esto refleja que este bioma posee gran capacidad para que a través del manejo del apacentamiento y de la carga animal se facilite recuperar la condición del pastizal. Pues al contrastar este comportamiento con lo planteado por MidWest Plan Service Iowa State University (2006) y Wikipedia (2007), es claro que el uso ordenado de los recursos del pastizal a través del pastoreo, mejora la condición del pastizal.

Al realizar el análisis de varianza por localidad sobre protección al suelo; se determino que la localidad 5, presento la mayor cobertura 15.17% seguido por la localidad 17 y 16 con 14.83% y 14.17 % respectivamente, sin embargo las localidades de menor protección al suelo fueron detectadas en la localidad 7 y 8 con 8.5% y 9.67% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cobertura total sobre el suelo en 17 localidades. 1er. Trimestre 2007.

Localidad	%	Grupos Estadísticos
5	15.17	ABCD
17	14.83	ABCD
16	14.17	ABCDE
9	14.50	ABCDE
1	14.00	ABCDE
6	13.33	ABCDE
15	13.33	ABCDE
11	12.50	ABCDE
3	12.17	CDEF
2	12.00	CDEF
13	11.67	DEF
10	11.17	EF
14	10.67	EF
12	10.17	F
4	10.83	F
8	09.67	F
7	08.50	F

Nivel de significación DMS $P > 0.01$

Una alta productividad aérea no implica necesariamente que exista gran protección al suelo, comportamiento que es observado en los Cuadros 1 y 2 respectivamente. Sin embargo, la tendencia general es que existe correspondencia entre alta productividad y alta cobertura al suelo.

Carga Animal

Debido a la gran variación estatal del pastizal mediano abierto, así como de la distribución de su precipitación en Zacatecas; existen sitios donde 1.5 ha son suficientes para sustentar a una unidad animal en los meses de abril a junio. Otras localidades para el mismo periodo requieren de hasta 16 ha para sustentar a la misma unidad animal (Cuadro 4).

Cuadro 4. Carga animal con base a producción de MS kg ha⁻¹ por localidad y determinación de superficie requerida por UA por año. 2007.

Localidad	MS kg ha ⁻¹	Ha UA ⁻¹ Año ⁻¹
1	479.8	11.25
2	701.3	7.70
3	291.5	18.52
4	187.5	28.80
5	929.4	5.81
6	83.9	64.36
7	100.9	53.52
8	141.9	38.05
9	344.9	15.66
10	238.9	22.60
11	117.1	46.11
12	120.0	45.00
13	210.9	25.60
14	313.9	17.20
15	344.9	15.66
16	793.4	6.81
17	660.7	8.17

Cada determinación de carga animal presente en el Cuadro 3 debe de multiplicarse por 0.60 a fin de permitir un remanente de 40% de la producción aérea, para proteger los puntos de crecimiento de los zacates y favorecer el rebrote posterior a una defoliación. Ya que de no favorecer este remanente se retrasa la recuperación de los puntos de crecimiento de los zacates, los cuales se encuentran a nivel del suelo; además de que se limitan las estaciones de pastoreo a través del año.

Estabilidad de Agregados del suelo

Respecto a la estabilidad de los agregados del suelo, se determinó que existe diferencia entre los sitios de muestreo, donde aquellos suelos ubicados inmediatamente bajo los zacates y los arbustos mostraron mayor estabilidad. Tal respuesta de estabilidad de agregados del suelo coincide con lo reportado por Serna y Echavarría (2002) para la parte central de Zacatecas, al encontrar que en una asociación de nopales con arbustos y pastizales el suelo perdido varío de 0.4 hasta 40 kg/ha/año.

La categorización de Pellant *et al.*, (2005) muestra que aquellos suelos más estables corresponden a los que poseen mayor contenido de materia orgánica. Este aspecto de estabilidad de agregados es importante porque expresa la vulnerabilidad de los suelos a ser erosionados además de brindar mayor capacidad a los suelos a la infiltración.

En general, el pastizal mediano abierto del estado de Zacatecas se encuentra en la categoría 6, la cual implica alta estabilidad frente a erodabilidad hídrica.

Respecto a la comparación de sitios se encontró que aquellos lugares con mayor porcentaje de suelo desnudo, fueron las localidades Noria de Ángeles, Mesa de Fuentes, Rancho Marengo excepto Ejido Calera, mientras que la localidad Flores García fue la que mostró mayor vulnerabilidad a la erosión (Cuadro 5).

Cuadro 5. Estabilidad de agregados del suelo desnudo en el pastizal mediano abierto de Zacatecas. 2007.

Localidad	Media	Grupos
Noria de Ángeles	6.0	A
Mesa de Fuentes	6.0	A
Rancho Marengo	6.0	A
Ejido Calera	6.0	A
Benito Juárez	5.8	AB
Viboritas	5.8	AB
Zorros	5.7	AB
Laguna Honda	5.7	AB
Carr. Nieves Camacho Km. 12	5.7	AB
Nueva Australia	5.7	AB
Nicolás Bravo	5.5	AB
Rancho Grande	5.5	AB
Ignacio Allende	5.3	AB
Autopista Fresnillo (5 km antes de Zorros)	5.3	AB
Ejido Pánfilo Natera	5.2	AB
Rancho La Copa	5.2	AB
Flores García	4.5	B

Letras iguales= estadísticamente iguales al nivel de Tukey $P \leq 0.05$

Este comportamiento revela que en suelos desnudos la estabilidad de agregados es muy variable con un valor promedio de 5.6 y una varianza de 0.5, sin embargo en suelos protegidos bajo zacates o arbustos se determinó que los suelos fueron más estables dado que en promedio su estabilidad fue de 5.9 y 5.98 respectivamente con varianzas inferiores al suelo desnudo (0.1 y 0.02 respectivamente), en términos generales suelos bajo arbustos son más estables.

Composición Botánica

Respecto al número de especies localizadas por sitio, las opuntias fueron las especies dominantes, esto es relevante dado que en época de estiaje satisface parcialmente necesidades nutrimentales al ganado. Respecto a las gramíneas el género *Bouteloua* se localizaron en todos los sitios, siendo navajita y banderilla las principales especies.

CONCLUSIONES

Se determinó que existe alta variabilidad entre sitio y sitio del PMA, lo cual implica que la utilización a través del ganado debe ser precisada en cada propiedad, ya que solo así se aspirará a un manejo sustentable a través del tiempo de forma rentable. Los sitios de mayor y menor producción se localizaron en la parte central de Zacatecas, lo cual implica que aún con condiciones similares el manejo es factor fundamental para conservar a los pastizales del estado.

La carga animal (CA) máxima para sugerida para el año 2007 son: Localidad 5 con 5.8 ha/UA/año, para la localidad 16 su CA es de 6.81 ha UA/año, para la localidades 6 de menor

productividad la carga animal sugerida es 64.36 ha/UA/año. Lo anterior, es relevante dado que el extremo de mayor requerimiento de superficie para sustenta a la UA/año solo se observaba en el Semiárido, implicando por tanto que existe una marcada baja en la capacidad de carga animal en el estado de Zacatecas de 228%.

LITERATURA REVISADA

- Bernardon F., K. Salinas., M. Figueroa y M. Atilano. 1977. Pastizales naturales. SEP. SET. FAO. México. 25 p.
- Bonham, C.D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. Edit. Willey Interscience. 338 p.
- Chanasyk, D.S. and C.P. Woytowich. 1987. Sediment yield as a result of snowmelt runoff in the Peace River Region. *Can. Agr. Eng.* 29:1-6.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1980. Memoria para el estado de Zacatecas. SARH- Subsecretaria de Ganadería. 243 p.
- Fernández G., M.E. and B.D. Allen. 1999. Testing a non-equilibrium model of rangeland vegetation dynamics in Mongolia. *J. Appl. Ecol.* 36:871-885.
- Gauthier, D.A., A. Lafón, T.P. Toombs, J. Hoth. and E. Wiken. 2003. Grasslands: Toward a North American Conservation Strategy. Co-published by: Commission for Environmental Cooperation & Canadian Plains Research Center University of Regina. 99 p.
- Gutiérrez L., R. G.M., García y M.D.R., Amador. 2004. Estado Actual de los pastizales de la zona central del estado de Zacatecas. En: IV Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Delicias, Chih. pp 130-37.
- Gutiérrez L., R. F. G. Ch., Echavarría, H. G., Salinas, M. D. R., Amador, M. J. N., Flores y M. Á. O., Flores. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto Científico Núm. 9. INIFAP- Campo Experimental Zacatecas. 38 p.
- Heady, H.F. 1956. Changes in a California annual plant community induced by manipulation of natural mulch. *Ecol.* 37:798-812.
- Heady, H.F. 1965. The influence of mulch on herbage production in an annual grassland. *In: Proc. 9th Internatl. Grassl. Congr. Sao Paulo, Brazil.* 391-394 pp.
- Heady F. and R.D. Child. 1994. Rangeland ecology and management. Westview Press Inc. USA. 518 p.
- Holechek, J.L., A. Tembo, A. Daniel, M.J. Fusco. and M. Cardenas. 1994. Long term grazing influences on Chihuahuan desert rangeland. *Southwestern Naturalist* 39:342-349.
- Hooper, J.F., and H.F. Heady. 1970. An economic analysis of optimum rates of grazing in the California annual type grassland. *J. Range Mgmt.* 23:307-311.
- MidWest Plan Service. 2006. The ABCs of Pasture Grazing. Iowa State University, Ames, Iowa 50011-3080.
- Naeth, A., W.Bailey, D.J. Pluth, D.S. Chanasyk. and R.T. Hardin. 1991. The impact of grazing on litter and hydrology in mixed prairie and Fescue grassland ecosystems of Alberta. *J. of Range Management* 44: 7-12.
- National Research Council (NRC). 1994. Rangeland health: new methods to classify, inventory, and monitor rangelands. National Academy Press, Washington D.C. 200 p.
- Navarro J.M., Galt D, J. Holecheck, J. McCormick. and F. Molinar. 2002. Long-term impacts of livestock grazing on Chihuahuan Desert rangeland. *J. Range Manage* 55:400-405.
- Ningu, J. K., J. T. Jácome, S. E. S. Gómez. and R.P. Áviles. 2006. The Effects of North America Free Trade Agreement on Mexican Environmental Policy (1994-2004). *American Journal of Environmental Sciences* 2 (1): 5-8, ISSN 1553-345X

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México; 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Productividad

- Olson, K. C. and R. C. Cochran. 1998. Radiometry for predicting tallgrass prairie biomass using regression and neural models. *J. Range Manage* 51:186-192
- Pellant M., D.A. Pyke, P. Shaver. and J.E. Eric. 2005. Interpreting indicators of rangeland health, version 4. Technical Reference 1734-6. U.S. Department of the interior. Bureau of land Management, National Science and Technology Center, Denver, CO. BLM/WO/ST-00/001+1734/REV05. 122 pp.
- Pieper R.D. 1973. Técnicas de medición para vegetación herbácea y arbustiva. 1er. Edición en español. Univ. Estatal de Nuevo México. 78 p.
- Quintas, I. 2001. Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC II. Manual del usuario. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 65 p.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Zacatecas (SEDAGRO). 2004. Plan Ganadero del estado de Zacatecas 2004-2010. 114 p.
- Serna P., A. y F.G. Ch., Echavarría. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Pérdida de suelo. *Téc Pecu Méx* 40:37-53.
- Serrato S., R. C. C.M., Valencia, O. F., Del Rio. 1999. Interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. *TERRA*, 17 (1):27-34.
- Wikimedia Foundation Inc. 2007.
http://es.wikipedia.org/wiki/impacto_ambiental_potencial_del_manejo_de_ganado_y_terreno_de_pastoreo. Fecha de consulta 17-05-2007.

COMMON GRAZING RANGELANDS IN MÉXICO. LIMITING FACTORS FOR SUCCESSFUL UTILIZATION

Quero^{1*}, C. A. R.; L. Miranda¹ J., A. Hernández G¹., and M. Mellado² B.

¹ Campus San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Iturbide 73, Salinas, SLP.78600, México. queroadrian@colpos.mx; queroadrian@hotmail.com; tel/fax +52-496-9630240

² Animal Sciences Department. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

ABSTRACT

Extensive grazing production systems, managed in a sustainable manner, are the natural aptitude suitable for Mexican arid lands for renewable richness production. There is not better option for higher inputs under grazing conditions than the achievement of the best grassland condition for animal production. Asian and African successful communal grazing societies have been based on unanimous respect to grazing rules, supported by practical experience and the interest of communal leaders to resources preservation. These organizational aspects to graze, have been absent within the Mexican common grazing lands. During four generations of massive access to land property in Mexico, Ejido land has provoked the reduction of the primary production potential for the rangeland with the consequent desert advancement. An influential factor for rangeland degradation is the fact that Ejido's free grazers, who own most of the rangeland vegetation harvesting tools (cattle), show no interest on efficiency neither on resources conservation. There is an important lack of rules for common rangeland resources utilization, annihilating both the individual initiatives to improve the rangeland as well as the utilization, for the rangeland improvement, of the very valuable expertise acquired through first hand experience during daily activities within the rangeland. Drought and low winter temperatures are constant conditions in arid rangelands; hence, all the activities must be adjusted to its continuous presence. In order to impact rangeland conditions basic short-term and low-cost goals for rangeland utilization should be established, among these are: rules for grassland resources utilization, free grazers elimination, promotion for cultural activities (favoring the grassland stability), and an equal rangeland benefits and products distribution among the land shareholders. There is an important technology gap to establish perennial valuable forage species under rain-fed conditions which requires attention, mainly for cropping land reclamation under rain-fed conditions. Grazing management, land tenure, and social aspects have affected rangeland resources conservation and productivity within the arid lands of Mexico.

Key words: common grazing, rangeland desertification, ejido grazing, arid rangeland management, grazing philosophy.

INTRODUCTION

It is well known that land tenure (Singelmann, 1978; Gates, 1988) as well as agricultural and rangeland products commercialization schemes (Liverman, 1990), in Mexico have deeply affected the stability of arid lands, the economy of peasants, the opportunities for rangeland improvement. During colonial times, Mexican rangelands were an important richness source, due to the fact that its use, was defined by several factors: wild animals, frequent wars, violent

native groups, cattle thieves, isolation, as well as the hacendado's unique management decisions on land resources utilization. Nowadays, Mexican rangelands have become an important cheap hand labor producer, mainly after 1940, reducing life quality, education, health and nutritive opportunities for the rangeland inhabitants in a constant manner (Baer, 1990). The non-existent concern for the energy fluxes of the rangeland has caused a degradation of grazing lands and has substantially eroded genetic resources (plant/animal); this situation favors or brings about soil erosion, drastic changes in population composition (predominance of women, elderly people, and children) within the rangeland villages, and it also promotes extreme poverty among the semiarid rangelands inhabitants. The importance for sustainable agriculture in the dry Mexican ecosystems has been widely indicated (Muñoz, 2002); however, before the implementation of any rangeland development project, it is important to characterize each particular production system. It is essential to prevent that rangeland-supporting programs become eternal palliatives, that do not reach the population or the rangeland condition (Thoms and Betters, 1998; Lynam, 2005). Although there is a myriad of available technology to support rangeland improvement in Mexico, the lack of economic and technological risk capacity from the peasants have affect the opportunities to arrest desertification advancement. Several experiences and ideas do exist about how to reach the rangeland condition and support its improvement. The objectives of this review are to expose the author's ideas to support the rangeland and inhabitants opportunities for integral development.

Plants for grazing

Native range plant communities are well adapted to recurrent droughts and winter temperatures, which constitute the main limiting production factor for the arid rangelands vegetation (Briske, 1991). Low temperatures as well as drought cause that the grasses, important forage source, enter in dormancy; thus photosynthesis and productivity are reduced. If the rainy season is good, vigorous species, achieved through good grazing management, will render higher forage production and better quality levels for longer periods, as well as other ecological benefits. Grass ability to endure drought, within arid ecosystems, is probably related to a high level of water infiltration due to the water flux from stems as well as the retained run-off among tillers (Nash *et al.*, 2003). Hence, a sound extensive grazing production system is indicated for these rangeland production schemes.

Scarce rain-fed crop production under scattered and poor rain events, characteristic of arid lands, as well as the high cost of irrigation infrastructure, defines extensive grazing production as the main income source for huge land surfaces within northern Mexico's rangelands. On the other hand, ruminants represent the basic mean to transform sun energy caught by plants into protein and valuable byproducts through grazing. Hence, it is important to review, on a regular basis, the aspects that define actual rangeland condition as well as requirements to enhance plant productivity and persistence within the grassland. Although grazing *per se* does not condition the desertification process (Evans and Geerken, 2004), Mexican grazing production systems do not maintain a stocking rate according to forage availability; and this is worsened by the high risk agriculture, stubble grazing, common land property, and a poor cattle production culture or technology. One of the factors favoring that the arid rangeland grazing production becomes a devastating tool for the ecosystem is: the lack of rules to use common or shared resources, and this has reduced the income of the population who depends on it. Within arid rangelands, a perennial grasses higher cover is a good organic matter and water retention indicator (de Soyza *et al.*, 1997). Excessive trampling or consumption will eliminate the main supporting factors increasing wind and water effects as erosion determinants: plant span (Van de Ven *et al.*, 1989), plant nutrient reserves for survival, as well as the C source for soil microbial

activity (Zhu *et al.*, 2005). Hence it is important to understand plant growth dynamics and utilization to achieve better rangeland conservation.

The good news for extensive grazing producers are that the world beef demand will increase within the next years (Delgado, 2005) and this demand must be supplied by efficient and less polluting production systems (Kibblewhite, 2005), due to the fact that residue management increases costs as well as public pressure on intensive production systems. Cow-calf extensive systems will continue to be an important source for the beef cattle market (Bowman, 2005). Grazing animal production, dominant within arid rangelands, will render better results for farmers with the best rangeland condition; this can be attained through good management and rangeland improvement practices such as: grazing enterprise efficiency, marketing strategies, and lower production costs.

Expected changes of land property in Mexico may be a higher source for financial certainty and support for productive enterprises; however, rain-fed systems primary productivity will continuously be conditioned by drought and winter temperatures. Despite any resultant, land property structure or the productive land organization, ecological principles must be observed in order to attain stable production systems under those constant premises. Hence, it is a pertinent action to achieve the integration of a solid grazing management scheme as fast as possible in order to promote that the grazing production systems do not affect the arid rangeland ecosystems in Mexico, whose stability has been put under risk (Briske, 1993). Rangeland productivity must become again a well-being generator (economic, educative, cultural, etc.), producing citizens technically qualified that look and take advantage of opportunities for the rural family integral development.

RANGELAND AND GRAZING

There are two equitable to the ecosystem grazing models: equilibrium model and dynamic model (Rowntree *et al.*, 2004). The equilibrium model is based on the principle that vegetation is tied to long term conditions, mainly rain and physiography, pursuing toward climax conditions, according to water availability on the long term. The dynamic model is based on the high variability of rain as vegetation conditioner and hence the rangeland's grazing carrying capacity. Optimal carrying capacity allows vegetation to achieve successive stages of climax. Grazers and vegetation will reach equilibrium through continuous adjustments within a dynamic relation. Overgrazing will maintain the vegetation under sub-climax conditions, dominated by pioneer plant species with low dry matter production and palatability. Optimal carrying capacity combines grazing (with long term data to define it), rest from grazing, livestock rotation, as well as a careful use of fire. Fixed carrying capacity under grazing will produce regular overgrazing events and hence, grazing population must be dynamically adjusted. As long as the vegetation recovers from drought or winter, the carrying capacity may increase. Plant condition determines the carrying capacity and the water precipitation defines vegetation condition (Rowntree *et al.*, 2004).

There have been emergency plans to support drought effects in Mexico's arid rangelands, and these became eternal and inefficient palliatives, due to the fact that these support the inefficient herd maintenance and do not reduce grazing pressures for the rangeland within a due time. Under such circumstances, any normal recurrent drought is considered as extreme phenomenon, due to the dynamic relation among plant condition and carrying capacity, as well as the mismanagement of the communal rangeland. Any normal drought becomes an emergency under the lack of standards. On the other hand, no plans for forage abundance exist.

The paradox: for Mexican arid ecosystems, production scarceness is a serious problem and production abundance too. There is a lack of preventive plans for both, as it has been proved during the last years with excellent precipitations (2002- 2007) in several Chihuahuan desert regions.

The Worst Combination for Rangeland Condition

Due to the fragility of the arid rangeland ecosystem, rain-fed agriculture is not recommended in these areas. The best way to support rangeland recovering is to allow the expansion of perennial species managed under minimum tillage, and this promotion will result in an increased plant productivity and rangeland ecosystem stability. Cropped lands left under secondary succession and grazing have shown higher erosion compared with the non-cropping areas only overgrazed even during long periods (Evans and Geerken, 2004; Rowntree *et al.*, 2004).

Rain-fed agriculture and grazing disturbed areas combination, strongly accelerates rangeland erosion. Crop production under rain-fed agriculture systems within arid rangelands must be avoided through annual tillage. Arid rangeland's vegetation is well adapted to drought modalities; however, animal grazing pressure during the drought season, the most sensible phase for forages, results from the personal interest or the cattlemen's experience as well as from human relations arranged for the administration of rangeland resources, through land property systems (Walker and Janssen, 2002). Unfortunately, poor development and spread of rangeland management techniques as well as a lack of basic rules focused on grassland conservation, has placed the rangeland ecosystem under risk giving as a result the desertification advancement.

These aspects promote, through continuous recurrence, not only losses on money but on opportunities for economical development and ecosystem stability for future generations. Rangeland ecosystem degradation, as well as cattle production systems does not demand an immediate solution; however, these conditions reduce development opportunities and quality of life, generally on a gradual and continuous basis. When soil movements are noticed by the shareholders, the rangeland has already lost: plant cover, productivity, desirable species and it has been affected by animal and plant genetic resources erosion. Few weeks of intensive drought, even days, depending on the rangeland's history of use, combined with a lack or delayed response on grazing pressure adjustments, promote all kind of economic and ecological damage: 1. Cutback of cattle productive parameters. 2. Reduction of cattle sale prices. Hence, cattlemen sustain the rangeland's grazing pressure, in order to avoid a cheap price for their cattle, despite rangeland's condition deterioration, even reinforcing cattle supplementation. 3. Soil particle size reduction due the combination of drought and trampling beyond piospheres: high impact areas under grazing, mainly on the water, food, and mineral sources (Nash *et al.*, 2003). 4. Soil exposition to wind and water effects (Lobe *et al.*, 2001; Su *et al.*, 2004). 5. Lost of the rangeland's production potential. 6. Productive and desirable species density reduction. 7. Toxic, thorny and less productive species increase, among other factors. Organic carbon and soil nutrients losses reduce rangeland's water retention ability, modifying soil structure and its biological properties, as well as exposing these to desertification forces (Su *et al.*, 2004). These changes occur with higher intensity during drought events even at low frequency or intensity, and its effect is strongly related to the rangeland site history of use.

Rangeland abuse is difficult to overcome in the short term through natural plant succession in the time, as well as, improvement practices; and it becomes irretrievable without visionary management. Hence, it is very important the efficient detection of imminent drought events and the promotion of speedy activities to reduce its effect on rangeland condition. Opportune grazing

pressure reduction in the rangeland as well as promotion of key plant species vigor, which survive natural and extreme recurrent droughts, are the best allies to control Mexican rangelands degradation. Rangeland ecosystem stability is more important than forage production optimization (forage compensatory growth; McNaughton, 1979). Productive standpoint becomes irrelevant when the ecosystem (Briske, 1993) and the rural communities immerse in the rangeland existence are under risk, because of desert advancement effects. In order to preserve rangeland ecosystems as well as a sustained productivity, it is a must that shareholders establish and respect rangeland utilization rules (Ash and McIvor, 2005), becoming expert active managers and promoters of an optimal rangeland condition. Unfortunately, these aspects for common grazing areas in Northern Mexico are not practiced.

Unavoidable Arrangement

If rangeland preservation for future generations is intended, there is an unavoidable arrangement to be established in order to promote a balanced utilization of rangeland resources within the common property:

To establish, enforce and respect rules for common grazing land use

Ejido council, as the principal authority for the common lands, promotes, supports, and change rules with the members consent; however, within an assembly meeting, the influence of skilled leaders is higher, and regrettably they have particular interests on the common land resources utilization. Women participation that would impact the basic family unit parameters: health, education, nutrition, etc., is practically non-existent during these meetings. Neither differential animal property with respect to shareholders membership nor the cattle number allowed for member is ever commented under the council meetings. Decision on the animal number maintained under grazing, relies under the personal interest and economical capacity of each member to manage and sustain the cattle, during famine or drought. However, constant overgrazing of the common rangeland must not be considered as “traditional custom” management, it must be discussed and grazing rules must be firmly established in the Ejido council assembly. There are no rules or leader’s interest for the rangeland conservation, as it occurs within successful common land pastoral tribes. Owing to the lack or use of land rules, there is not official or NGO program or technical strategy that will overcome the precarious rangeland condition to rangeland healthy levels (Ash and McIvor, 2005).

Climatic information algorithms proportion highly confident and precise information and these must be utilized for early or fast detection of imminent droughts, this information is becoming a valuable tool to reduce the desertification effects on the rangeland, based on computational and space technology available to date. Traditional lack of precise information can be easily overcome in order to take opportune decisions to promote rangeland’s well being (Thornton, 2005). Abused rangelands vegetation, will lack of a good productive response capability once the natural conditions (temperature and humidity) are optimal for photosynthesis, during the rainy season. Incident sun energy over most of arid Northern Mexico is adapted as heat, reflected and transformed into carbohydrates with a low efficiency due to poor plant coverage. Rangeland condition demands rules for its use through its condition expression. The problem surges from the lack of social and political interest within Mexico; rangeland ecosystem maintenance and improvement importance has not been conceptualized as a priority, although, the desert advancement effects on rural and urban villages immerses within it.

Low cost-short term goals to support rangeland condition and rural economy:

1. To establish rules for rangeland resources utilization and promotion. These rules must be established within the Ejido and must have as its main objective to promote and support both rangeland and inhabitants condition.
2. To detect and eliminate free grazers. Grazing disorder has been a constant within the common land systems in Mexico. Free grazers have taken advantage, consciously or unconsciously, from this lack of rules for rangeland utilization. These herders have become the main enemy of the rangeland due to their lack of interest on cattle production efficiency, as well as rangeland condition improvement. They observe the cattle as the tool to harvest the sun energy before than other Ejidatarios. Also these cattlemen are the first to take advantage for drought and scarce cattle production supporting programs.
3. To promote an even distribution of rangeland resources among the shareholders. Rangeland production must reach all the land shareholders in order to achieve their interest on the resource conservation and enhancement. Grassland forage production must benefit all Ejido members regardless harvesting tools (cattle) availability. Similarly, other rangeland resources must be directed to benefit all the communal members.
4. Support for technologies, investments in technology development, to establish rain-fed prairies, plant production, and grass transplanting under arid conditions are the best options to support rangeland conservation.

After overgrazing control in Australia's arid rangelands, it was proved that maintaining dry matter productivity above 2 tons of dry matter per hectare was effective for controlling run-offs (Kemp and Michalk, 2005). Since 1966, within the Mexican arid rangelands, dry matter production is variable, according to the condition and site; however, it has been reported to be around 450 kg ha⁻¹ y⁻¹ (González, 1966), and it is scarcely probable any increment. In an overgrazed rangeland, wind and water are transformed from important allies to non-mercy enemies.

Organization to Produce

Prevalent common grazing systems in Mexico are similar to the street commerce style, the lack of grazing rules originated from the Ejido council, generates a great disorder on the resource condition for Ejido land as well as the surrounding properties (Ejidal or private; Ruttan and Mulder, 1999). This dominant disorder hinders the success of plans for rangeland preservation and improvement as well as plans to increase grassland production and improvement of the rural population condition (Ash and McIvor, 2005). The ejidatario's perception is always to harvest the rangeland and there is a constant lack of activities to support its condition. Facing a lack of organization, official programs that support rangeland condition become low impact-short term palliatives. Abusive use of rangeland resources will not be reduced if the following practices are not performed: respect to rules of use, even distribution of rangeland products, integration of rangeland supporting activities as important components of the Ejidatario's production culture, and the understanding of the ecological rules that drive rangeland condition.

Conservation is referred to the actions or activities to control resources degradation (Ruttan and Mulder, 1999); however, in nature, resources are harvested without consideration of its effect on future availability: harvesting efficiency hypothesis (Kaplan and Hill, 1992). Anthropologically, natural resource conservation is a cognitive process and must be acquired. Property shareholders on any rangeland surface on Ejido or Communal land do not invest on its improvement, unless there is a tangible individual benefit for the shareholders, a common situation under any land property system. It is clear that this benefit does not come from

grassland's forage production due to the variable harvesting tools availability (cattle). Within the ejido land, cattle owners (not necessarily ejido members -avecindados) will be the only ones to take advantage of the grassland's primary productivity. Common land property has been considered a huge inhibitor of ecologic conservation in Mexico (Haenn, 2006). Opening new cropping areas to produce rain-fed highly variable amounts of corn or beans, as product for the peasants, represents for them an exclusive product, opposite to other rangeland products. For such reason, this process will continue to occur although the ecological cost is not visualized or estimated neither by the peasants (Scherr, 2000), nor by rural intellectuals or society in general.

Successful grazing societies are regulated by both tribal traditions (Duany, 1999; Ruttan and Mulder, 1999), and natural resources preservation interest, and production has been sustained for generations (McCabe, 1990; Erdenebaatar, 2003) as the basis for its persistence. Within Ejido land, grassland products or services harvesting, must be expedite, under prevalent conditions, due to the fact that other member may utilize the product, in fact, rangeland resources are appropriated by the first Ejidatario with resources to use it. Hence it is important, for taking advantage from grassland's products to be ready to detect and use them. Supporting Ejido programs, hire and pay the Ejidatarios to work on improvements or infrastructure assembling on their own land, contradictory for any economically viable enterprise, in this arrangement the contracted area may be protected from common grazing during the program duration, but it will be utilized as common resource on the first opportunity. Supporting programs have been abundant in the past in Mexico and they persist today (DOF, 2003). The benefits to the grassland condition from such programs will keep failing as long as there is not a settlement and respect of rules for grassland utilization (Lynam, 2005). Nowadays, forage perennial species are considered as an important crop and can be submitted to the official Program for Production Support (PROCAMPO) and they are viable to receive financial support for its establishment. This opportunity to support the rangeland has had a low impact, due to the lack of technology to establish and manage rain-fed prairies in arid environments in Mexico, furthermore, grass species seed cost and availability are other limiting factors. However, PROCAMPO inclusion is an important step to both reduce land tillage on a yearly basis and to recognize land cropping as an important opportunity for the production of an exclusive product for peasants. Technical developments to ensure rain-fed prairies (particular product for the common farmer), establishment represents an important gap to be solved.

Private landlords neighboring common grasslands, have a variable relation with Ejido cattlemen, due to the fact that cattle will naturally attempt to reach good pastures and water facilities, disregarding artificial land limits. Under such conditions even if the private land producer is interested in improving its rangeland, it becomes difficult to promote and attain its best condition. Differences among degrees of rangeland use between neighbors with paddocks with different management get standardized. As a result, private owners are discouraged to improve their rangeland condition, due to the fact that they will be sustaining someone else's cattle; let alone the problematic to maintain its own cattle within their property.

Rangeland Management Culture

Grazing domestic animals modifies rangeland according to their number and these changes are related to the grassland's forage potential production: direct effect on the soil structure by trampling, soil organic matter content (due to continuous resources harvesting), and the modification on plant composition, among other important aspects. The maintenance of these three components under an "educated" utilization will be reflected on long term survival for grazing production schemes and quality life for the rangeland's inhabitants (Thurow, 1991).

Balancing these three aspects are the basic activities for farmers willing to preserve rangeland resources and those three aspects are independent from financial support. Continuous lacking of a benefit relation among most of the Ejido shareholders toward rangeland resources has affected the development of a culture to support the grassland. Some of the basic activities we do not observe among Ejidatarios include:

a. Vegetative material collection, splicing and planting as activities to reinforce rangeland condition. Roadsides micro-basins as well as isolated areas lacking water availability for animal consumption, result naturally excluded from high grazing pressures, conforming areas containing good vigorous native or introduced plant species, mainly grasses for transplanting during the well established rainy season in areas of low plant density.

b. Valuable species plant production from seed. Plant establishment from seed, especially perennial grasses, is difficult to achieve due to both drought intensity and duration, even within the rainy season, also for the low biological activity within cropping areas. Establishment through seed requires traditional agronomic tillage and does not reduce the risk of failure due to the drought, even with good germination levels. Within an overgrazed rangeland, perennial grasses are difficult to recover, even excluding grazing; it may take more than 20 years to recover adequate density of perennial grasses (Rietkirk *et al.*, 1997; Valone and Sauter, 2005); hence, it is very important to support rangeland recovering promoting active solutions.

c. Establishment of strategies and agreements for rangeland relief from grazing animal pressure. This must be done when the drought is detected by satellite information combined with computer algorithms (Watts *et al.*, 2000) for weather prediction, as occurs within developed economies (Ruso, 2004), rangeland management under transition schemes (Bestelmeyer *et al.*, 2004), as well as the evaluation of the weather and its effect on grazing systems (Evans and Geerken, 2004).

d. Valuable plant species maintenance under excellent vigor. Plant physiology importance is not well understood by the Ejidatarios as well as its benefits. For them, forage utilization overcomes plant survival importance. A vigorous plant responds to good environmental conditions: water availability, soil nutrients availability, and good temperatures, and this response is based on good root carbohydrates accumulation to face hard environmental conditions: drought, winter and domestic animal grazing as a man integrated new challenge for plants. Basic principles must be integrated to the Ejidatarios' experience on rangeland management: 1) Drought is a constant phenomenon on the arid ecosystems where they are immersed. 2) It is necessary to allow key valuable species of forage to accumulate good root nutritive reserves; it has to be done before the arrival of limiting winter temperatures. Grazing must be stopped at least four weeks before frost conditions begin. Root reserves, as well as remaining stubble, for plant growth areas protection against frozen temperatures, are important aspects to promote the survival of the most utilized forages by cattle (key species) during drought or winter. Once extreme low temperatures season has finished, cattle may consume the stubble without posing a big risk for the plants; other basic activities include: grazing exclusions for rangeland condition dynamics evaluation, seed and plant production areas, rain water harvesting infrastructure (there are for every budget), etc.

We do not know the kind of cultural practices that would be observed as a result of a combination of factors as: individual tenacity combined with knowledge and promotion of plant species physiology, daily work, oral tradition, etc. We will never find if there is not an integration of the Ejidatarios toward rangeland dynamics. Education and policies toward the rangeland changes are basic requirements for grassland biodiversity conservation together with an efficient

production in the arid lands (Solh *et al.*, 2003). There is a wide availability of technology developed in Mexico for arid land management; however, its integration to rangeland conservation has been conditioned to the scarce Ejidatario's risk capacity, both, economically and technologically.

Culture for Cattle Production

Nowadays, due to market pressure, "cattle culture" posses new components to maintain industry cost-effectiveness as well as ecosystem persistence within healthy levels. Herds are comparable among years and among owners through diverse measures for efficiency, resultant from the cattleman ability and interest on efficiency improvements, without damage to their land productivity, these include: age at first calving, calving intervals, percentages of calving , weaning percentages, calve weaning weights, age to market, weight to several ages, weight to market, carcass weight, etc. Those represent important parameters to be improved through good management technology, without grassland detriment condition. Most Ejidatarios do not utilize those standard values to define herd efficiency. Valuable knowledge for herd efficiency parameters and the way to improve them will result in efficient production schemes and renewable resources from the rangeland, mainly, due to the fact that supporting rangeland condition will be reflected on an increased and sustained productivity. Cultural support to the rangeland, unknown in Mexico, will result in a better life quality and income for land owners. The constant is to remain alert to rangeland and herd efficiency requirements. Programs for cattle culture promotion among the producers have been developed in Mexico (Roman *et al.*, 2001), those represent an excellent initiative; however, cattlemen assimilation has been extremely slow, mainly due to the scarce support to the program and to the generated advising dependence from the extensionist. The success of these programs for cattle production and culture promotion at least may result in efficient rangeland destruction, if it does not promote improvement rangeland cultural activities, opposed to free grazer's scheme. The best situation will result of the integration of cattle with rangeland culture.

CONCLUSIONS

- Livestock production on rangeland represents the soundest utilization of arid ecosystems. The challenge for arid rangelands is to produce under ecologically friendly conditions.
- Rangeland management schemes must consider drought and low winter temperatures as constant phenomena.
- Common land property systems tie peasants to inefficient production systems which have promoted migration.
- Any land property system resultant to PROCEDE program, must establish and enforce rules for grassland use. Traditional support for uncontrolled grazing must be eliminated.
- Rain-fed agriculture and stubble grazing is the fastest way to desertification.
- Technological development to improve successful rain-fed activities with perennial grasses, supporting arid rangelands is a requirement for research development.

CITED LITERATURE

- Ash AJ, Mc Ivor JG. 2005. Constraints to pastoral systems in marginal environments. *In: McGilloway DA (ed.) Grassland: a global resource.* Wageningen Academic Pub. pp. 17-28. Netherlands.
- Baer RD. 1990. Food policy, migration and malnutrition: the view from northwestern México. *Ecology and Food Nutrition.* 17: 245-251.
- Bestlemeyer BT, Herrick JE, Brown JR, Trujillo DA, Havstad KM. 2004. Land management in the American southwest: a state-and-transition approach to ecosystem complexity. *Environmental Management.* 34: 38-51.
- Bowman AF, Van der Hoek KW, Eickhout B, Soenario I. 2005. Exploring changes in world ruminant production systems. *Agricultural Systems* 84:121-153.
- Briske DD. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. *In: RK Heitschmidt, Stuth JW (eds.) Grazing Management. An Ecological Perspective.* Timber Press. pp. 27-63. Portland, Oregon, USA.
- Briske DD. 1993. Grazing optimization: a plea for a balanced perspective. *Ecological Applications.* 3: 24-26.
- de Soyza AG, Withford WG, Herrick JE. 1997. Sensitivity testing of indicators of ecosystem health. *Ecosystem Health.* 3: 44-53.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. 25 de Julio. *Reglas y Anexos de Operación para la Alianza para el Campo para la Reconversión Productiva.* SAGARPA. Mexico. 99p.
- Delgado CL. 2005. Rising demand for meat and milk in developing countries: implications for grassland-based livestock production. *In: McGilloway DA (ed.) Grassland: a global resource.* Wageningen Academic Pub. pp. 29-39. Netherlands.
- Duany W. 1999. Customary law and ways of life in transition among the Nuer of South Sudan. *In: Niamir-Fuller M (ed.) Managing mobility in African rangelands.* The legitimization of transhumance. FAO-BIIEE. pp. 124-147. London, UK.
- Erdenebaatar B. 2003. Mongolia case study 1: Studies on long-distance transhumant grazing systems in Uvs and Khuvsgul aimags of Mongolia. *In: Suttie JM, SG Reynolds (eds.) Transhumant grazing systems in Asia.* FAO. Plant Protection Series. No. 31. pp. 31-68. Rome.
- Evans J, Geerken R. 2004. Discrimination between climate and human-induced dryland degradation. *Journal of Arid Environments.* 57: 535-554.
- Gates M. 1988. Codifying marginality: The evolution of Mexican agricultural policy and its impact on the peasantry. *Journal of Latin American Studies.* 20: 277-311.
- González MH. 1966. Relación entre la condición de pastizal y la producción forrajera en diversos sitios de pastizal y tipos vegetativos en el estado de Chihuahua. Rancho Expt. La Campana. Chihuahua, México.
- Haenn N. 2006. The changing and enduring ejido: a state and regional examination of México's land tenure counter-reforms. *Land Use Policy.* 23: 136-146.
- Kaplan H, Kopishke K. 1992. Resource use, traditional technology, and change among native peoples of lowland South America. *In: Redford KH, C Padoch (eds) Conservation of neotropical forests.* Columbia University Press. pp: 83-107. New York.
- Kemp DR, Michalk DL. 2005. Grasslands for production and the environment. *In: McGilloway DA (ed.) Grassland: a global resource.* Wageningen Academic Publishers. pp. 193-208. Netherlands.
- Kibblewhite, M. G. 2005. Soil quality assessment and management. *In: McGilloway DA (ed.) Grassland: a global resource.* Wageningen Academic Publishers. pp. 219-226. Netherlands.
- Liverman MD. 1990. Drought impacts in México: Climate, agriculture, technology and land tenure in Sonora and Puebla. *Annals of the Association of American Geographers.* 80: 49-72.
- Lobe I, W Amenlung, Du Preez CC. 2001. Losses of carbon and nitrogen with prolonged arable cropping from sandy soils of the South African Highveld. *Europ. J of Soil Sci.* 52: 93-101.

- Lynam TP. 2005. Recreating pastoralist future. *In: Milne JA (ed.) Pastoral systems in marginal environments*. Proceedings of a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress. July 2005. Glasgow, Scotland. pp. 61-70.
- McCabe JT. 1990. Turkana pastoralism: A case against the tragedy of the commons. *Human Ecology*. 18: 81-103.
- McNaughton SJ. 1979. Grazing as an optimization process: Grass-ungulate relationships in the Serengeti. *American Naturalist*. 111: 515-525.
- Muñoz AE. 2002. La sequía ha obligado a cambiar sistemas productivos. Necesarias, acciones más eficientes en favor de zonas semidesérticas: Reed. La Jornada. May 25, 2002. Mexico city.
- Nash MS, Jackson E, Whitford WG. 2003. Soil microtopography on grazing gradients in Chihuahuan desert grasslands. *Journal of Arid Environments*. 55: 181-192.
- Rietkirk M, Van den Bosch F, Van den Koppel J. 1997. Site-specific properties and irreversible vegetation changes in semi-arid grazing systems. *Oikos* 80: 241- 252.
- Roman PH, Bueno H, Aguilar U, Pérez J, Koppel E, Rodríguez M. 2001. *Manual del modelo GGAVATT*. INIFAP-CIRGOC. Veracruz. Folleto Técnico No. 27. 91p. México.
- Rowntree K, M Duma, V Kakembo, J Thornes. 2004. Debunking the myth of overgrazing and soil erosion. *Land Degradation and Development*. 15: 203-214.
- Ruso E. 2004. Predicting invasions from satellite. *The Scientist*. 18: 24.
- Ruttan, L. M. and M. B. Mulder. 1999. Are East African pastoralist truly conservationists? *Current Anthropology*. 40: 621-652.
- Scherr SJ. 2000. A downward spiral? Research evidence on the relationship between poverty and natural resources degradation. *Food Policy* 25: 479-498.
- Singelmann P. 1978. Rural collectivization and dependent capitalism: The Mexican collective ejido. *Latin American Perspectives*. 5: 38-61.
- Sohl M, Amri A, Ngaido T, Valkoun J. 2003. Policy and education reform needs for conservation of dryland biodiversity. *Journal of Arid Environments*. 54: 5-13.
- Su YZ, Zhao HL, Zhao WZ, Zhang TH. 2004. Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification. *Geoderma* 122: 43-49.
- Thoms CA, Betters DR. 1998. The potential of ecosystem management in México's forest ejidos. *Forest Ecology and Management*. 103: 149-157.
- Thornton PK. 2005. Decision support for grassland systems in developing countries. *In: DA McGilloway (ed.) Grassland: a global resource*. Wageningen Acad. Publ. pp. 415-426. Netherlands.
- Thurow TL. 1991. Hydrology and erosion. *In: Heitschmidt RK, Stuth JW (eds.) Grazing Management. An Ecological Perspective*. Timber Press. pp. 141-159. Portland, Oregon, USA.
- Valone TJ, P Sauter. 2005. Effects of long-term cattle enclosure on vegetation and rodents at desertified arid grassland site. *Journal of Arid Environments*. 61: 161-170.
- Van de Ven TAM, Fryrear DW, Spaan WP. 1989. Vegetation characteristics and soil loss by wind. *Journal of Soil and Water Conservation*. 44: 347-349.
- Walker BH, Janssen MA. 2002. Rangelands pastoralist and governments: interlinked systems of people and nature. *Philosophical Transactions of the Royal Soc. of London*. B 357: 719-725.
- Watts CJ, Chehbouni A, Rodriguez JC, Kerr YH, Hartogensis O, de Bruin HAR. 2000. Comparison of sensible heat flux estimates using AVHRR with scintillometer measurements over semi-arid grassland in northwest México. *Agric. and Forest Meteorol.* 105: 81-89.
- Zhu YG, Kong WD, Chen BD, Nan ZB, Christie P. 2005. Soil microbial community: understanding the belowground network for sustainable grassland management. *In: McGilloway DA (ed.) Grassland: a global resource*. Wageningen Acad. Pub. pp. 209-218. Netherlands.

USO DE INNOVACIONES Y SU INFLUENCIA SOBRE LA VEGETACIÓN DE UN PREDIO GANADERO EN UN BOSQUE DE ENCINO EN ZACATECAS.

Fco. Antonio Rubio Aguirre^{1*} y Rafael E. Mier Pérez²

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Apdo Postal 18, Calera, Zac. Tel., 0149850198. Correo: frubio@inifapzac.sagarpa.gob.mx. ²Desarrollo Ganadero Bajío de San Rafael, mpio. de Sombrerete, Zac. Tel., 014339351433. Correo: eugemonreal@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se dan a conocer diferentes tecnologías ganaderas y su influencia sobre el componente vegetación en un predio ubicado en Sombrerete, Zac., en un bosque de encino con una superficie de 2380 ha y 38 pastas. Se documentaron las prácticas tecnológicas aplicadas a partir del año 1996 y durante un ciclo completo 2005-2006 se recabó en forma sistemática los días de uso y descanso de los potreros en donde apacentaron 463.8 U.A. Se determinó la fitomasa aérea del pasto por el método del cuadrante y el porcentaje relativo de vegetación mediante el método de línea de puntos, usando seis transectos de 45 m. La misma cantidad de muestreos fue realizada en un área ejidal adyacente a la pasta No. 22, en donde se realiza apacentamiento continuo sin control de carga animal. Los datos del rendimiento de fitomasa aérea se agruparon en un arreglo factorial 2x2, factor A: Época del año (nivel 1: secas y nivel 2: lluvias), y factor B: tipo de apacentamiento (nivel 1: Rotacional y nivel 2: continuo), con 20 repeticiones y la comparación de medias fue con Tukey al 0.05. Los resultados muestran que las prácticas tecnológicas más usadas son: pastoreo rotativo controlado con cerco eléctrico y ajuste de carga animal. Un 53.8% de los potreros fueron pastoreados entre uno a tres días a través del año, y un 86.5% de los potreros recibió más de 30 días de reposo por ciclo. Los resultados de producción de fitomasa aérea herbácea manifestaron diferencias ($P \leq 0.05$), siendo la combinación (tratamiento) lluvias-pastoreo rotacional el que produjo 40.5 g de forraje seco/0.5 m², mientras que la combinación lluvias-pastoreo continuo, produjo 2.96 g de forraje seco/0.5 m². Con pastoreo rotacional se encontró un 51.9% de cobertura aérea relativa de gramíneas vs. 16.96% en el área con pastoreo continuo.

INTRODUCCIÓN

La fuerte presión ejercida por la creciente población humana sobre los recursos naturales en los últimos 200 años, está provocando la desertificación de millones de hectáreas en el mundo (Becerra, 1998) y es menester considerar que su control va más allá de la implementación tecnológica porque entraña una multitud de factores sociológicos, económicos, políticos y de comercialización, no significando con esto que no exista una posible solución (FAO, 1993). En México en 70 millones de hectáreas de superficie pastal, se culpa a la ganadería como una de las principales causas del deterioro ecológico y se menciona que el problema total se encuentra en el uso de métodos de pastoreo continuo aparejados de una alta carga animal, lo anterior es correcto pero se olvida decir que la falta de inversión en capital y conocimientos con metas claras a mediano y largo plazo con la gente que realmente le interesa cuidar y hacer producir sus tierras, son otros de los principales aspectos a considerar si realmente se quieren revertir los problemas de la desertificación.

A partir de 1980 en México, se comenzaron a propagar nuevos conceptos (innovaciones) para la reconversión de la actividad pecuaria, los cuales se basaron en el Manejo Holístico de los Recursos, promovido en América por Savory (1988), en torno a lo anterior, varios predios del

norte y centro de México se integraron a esa nueva filosofía de trabajo, impulsados en gran medida por el FIRA-Banco de México (Ávalos y Col. 1996).

En relación a la adopción y uso de innovaciones Mendoza (1984) apunta que es un proceso de cambio que se inicia con su conocimiento y termina con la adecuación y uso de la misma, par lo cual de acuerdo a Galindo (1997), las etapas de ese proceso son: primer conocimiento, interés, evaluación, ensayo y adopción. En relación a lo anterior. Gómez y Col. (2006), al estudiar ranchos que usan prácticas de manejo holístico en el estado de Chihuahua, encontraron que dichos predios cuentan con una meta de largo plazo; protegen sus recursos; promueven capacitación y mayor integración de familiares y personal a la toma de decisiones; promueven asociación, contratan asesoría técnica y colaboran en extensionismo, lo que generó que hubiera: la adopción de mayor número de prácticas tecnológicas y con mas consistencia, enfocadas prioritariamente a recursos forrajeros en donde la mayoría de los indicadores de producción mostraron condiciones favorables con mayor riqueza y cobertura basal.

Cuando no se conoce a fondo la filosofía del “Holismo” dentro del sector ganadero, ha hecho que mucha gente mal entienda que la simple aplicación de un método de pastoreo va a resolver los complejos problemas por lo que atraviesa la actividad ganadera, incluso los denominados pastoreo “Savory” o “pastoreo de corta duración” tienen sus bases en el pastoreo racional inicialmente acuñado en Europa por Voisin (1962), de donde el propio Savory (1996), acepta haber tomado sus principios. De acuerdo a Fernández (Web: 2007), algunos de los seguidores en América de André Voisin han sido Vanoni y Lundberg en Argentina, Klocker en Chile, Lebrón en Paraguay, Pinheiro y Romero en Brasil; en Cuba por su parte, Guevara y Col. (Web, 2007) hacen una amplia revisión del pastoreo racional.

Otros autores que describen e ilustran también métodos o sistemas de pastoreo en otras regiones son: Pfost *et. al.* (1993), Correa (1999), Howery *et. al.* (2002), Ayanz (2003) y Beetz (2004). Para las zonas áridas y semi áridas de México Ávalos y Col. (1966) sugieren los periodos de pastoreo y descanso tanto para época de lluvias y periodo secos, y aunque falta información para muchas regiones ecológicas de México, Bernal-Flores y Col. (2006) han cuantificado el patrón de crecimiento estacional y la calidad nutritiva de pastos nativos en bosques de encino indicando los mejores momentos para su uso.

La hipótesis del trabajo plantea que es posible producir ganado bovino en los bosques de encino del estado de Zacatecas, sin deteriorar el recurso suelo y vegetación. El objeto del estudio es dar a conocer la influencia de las innovaciones aplicadas sobre la vegetación dentro del predio “Bajío de San Rafael”, mpio. de Sombrerete, Zac.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización, vegetación y suelo. El predio tiene una superficie de 2380 ha y se encuentra ubicado a una latitud de 23° 06' N, longitud 103° 43' W, a una altitud entre los 2480 y 2580 msnm., en el municipio de Sombrerete, Zac. Los datos de la estación climatológica ubicada en Milpillitas de la Sierra (CNA, 2007) la cual dista de 6.0 km al sitio de estudio (n=25 años) indican que la máxima precipitación recibida ha sido de 788.2 mm y la mínima de 285.5 mm, con una suma de medias mensuales de 502.4 mm, en donde se han obtenido temperaturas mínimas extremas de - 13.0 °C (enero del 2006), con mínimas en los años más fríos para los meses de mayo de - 4.0 °C; junio 2.0 °C; julio 5.0 °C; agosto 1.0 °C; septiembre 1.0 °C y octubre -5.0 °C. La vegetación arbórea es un bosque de encino y en el estrato herbáceo existe un pastizal dominado por especies del género *Muhlenbergia*. De acuerdo a muestreos hecho dentro y fuera del predio (n=6) y analizados en el Laboratorio Nacional de Fertilidad de suelos del INIFAP, el

suelo tiene textura franco arenosa, pH moderadamente ácido, fertilidad media, muy bajo contenido de fósforo y altos contenido de fierro y manganeso, sin problemas de sales. El predio colinda con el Ejido Refugio del los Pozos el cual fue constituido por decreto presidencial el día 29 de julio de 1936 y a partir del 27 de octubre del mismo año, se comenzaron a realizar acciones para su deslinde y cabal posesión (comunicación personal funcionario de la SRA de Zacatecas), lo cual indica que el cambio de tenencia de la tierra se dio hace 70 años. En un área vecina de este ejido, se realizaron muestreos de suelo y vegetación.

Historial de uso y problemática. El predio hace mas de 100 años se ha dedicado a la producción de carne de bovino. A partir del año de 1996, se hacen serios replanteamientos basados en la siguiente problemática: la actividad ganadera no estaba siendo económicamente rentable debido a las bajas eficiencias de producción ya que se obtenían en promedio 95 becerros (as) por año con pesos al destete de 165 kg, con una alto gasto para compra de pastura para complementar el hato durante la temporada de secas; se tenía que acarrear agua un bordo principal hacia otras partes del predio; se invertían muchas horas hombre para realizar las prácticas de manejo y prevención rutinarias debido a que el ganado era bronco; los toros permanecían con las vacas todo el año y el hato de ganado pastoreaba a libertad lo cual ocasionaba sobre uso y sub utilización de ciertas áreas, debido a una mala distribución del apacentamiento, repercutiendo esto sobre el deterioro de suelo y vegetación (Mier, 2005).

Tecnologías usadas a partir del año 1997. En base a la problemática antes citada, se opto por "cambiar de actitud" respecto a la forma de hacer ganadería y se comenzaron a visitar predios donde se aplicaban tecnologías modernas de manejo de pastizales, uno de los encargados recibió un curso sobre "Administración Holística de los Recursos", se invitó a consultores e investigadores para que aportaran ideas sobre las mejores prácticas de manejo de ganado y pastizal, y se en los últimos años se han realizado eventos demostrativos para productores y estudiantes en coordinación con el FIRA, INIFAP y otras instituciones.

A continuación se enuncian las principales tecnologías usadas de 1997 a la fecha son:

a) Pastoreo rotacional. Antes de la implementación de diversas prácticas tecnológicas solo se sostenían 180 cabezas de ganado, donde el hato era apacentaba en tres grandes potreros. A partir de abril del año 1997 se comenzaron a realizar las subdivisiones (Mier, 2005) y de esta fecha hasta fines del año 1999, se contaba con 12 potreros, en donde cada uno de ellos fue pastoreado hasta por 15 días continuos por ciclo; de los años 2000 al 2002 se incremento el numero de potreros a 20 y cada uno de ellos fue usado hasta nueve días consecutivos por evento; del año 2003 al 2006, se tenían un total de 38 pastas y cada una de ellas fue usada entre tres y seis días por ciclo. Para comprobar lo anterior durante el año 2005, se realizó un monitoreo anotando las fechas de entrada y salida del ganado por cada potrero, información que será descrita mas adelante.

Actualmente las pastas están distribuidas en tres centros en forma radial: Centro No. I con 4 potreros; Centro II, con 24 potreros y Centro III, con 10 potreros. Cada potrero tiene una superficie promedio de 60 ha. En la implementación del método de pastoreo rotacional, intervinieron a la par la aplicación de otras tecnologías como fueron el uso de foto celdas solares, el alambre liso electrificado usado en las divisiones internas para control del ganado, el cual también fue usado en las puertas internas las que constan de un solo hilo de alambre, un resorte y un gancho.

b) Ajuste de carga animal. De acuerdo a Mier (2005), antes de 1996 se contaba con 180 unidades animal, y estas fueron ajustándose conforme se realizaron más subdivisiones de potreros, lo anterior provocó que la distribución del ganado fuera cada vez mas uniforme en

cada uno de ellos y se aprovechara mejor la masa de pasto, del tal forma que de los años de 1997 a 1999 la carga animal se incrementó a 220 U.A.; de los años 2000 al 2002, se incrementó a 280, de los años 2003 al 2004 subió a 353 y los datos recabados de manera directa en este trabajo indican que para fines del año 2006 se contaba con un hato de 422 vacas vientres y vaquillas, 19 sementales y cinco equinos los cuales suman 463.8 U.A. para lograr sostener en 5.13 ha una unidad animal por año.

Las dos tecnologías antes citadas, fueron realizadas al parejo de la implementación de otras prácticas como fueron la construcción de nueve bordos de abrevadero, y el uso mas eficiente de un bordo principal de 16 Ha de espejo construido hace mas de 50 años, del cual se bombeó el agua hacia un depósito metálico de 40 mil de capacidad ubicado en una colina a una distancia entre ambos de 1480 m; de dicho depósito el agua es distribuida por gravedad a los tres centros del predio en donde existen bebederos metálicos, teniendo en total 12 km. de equipo para la conducción y distribución del agua en base a tubería de PVC de 2”.

Por otro lado, se realiza la práctica de complementación alimenticia al ganado en donde son apoyadas las vacas paridas de pobre condición corporal con pastura molida y maíz durante dos a tres meses del año, a las crías se le apoya mediante el método de *creep feeding* con un concentrado comercial al 18% de P.C., y los toros son apoyados con pastura de avena y maíz molido durante dos a tres meses antes del empadre. También todo el hato recibe sales minerales completas durante todo el año en base a un producto comercial. El ganado es de las razas Angus, Brangus y Charoláis y es desparasitado dos veces al año vía interna y externa, previniendo enfermedades con la vacuna de siete vías, además el ganado es sometido a pruebas de brucella y tuberculosis.

Del periodo del 6 de enero del 2005 al 6 de enero del 2006, se reportaron tres vacas muertas y dos enfermas. El predio es utilizado además por una manada de asnos semi silvestres, y una piara de cerdos de las poblaciones vecinas y cuenta con abundante población de venados, jabalíes, y otros herbívoros, de los cuales no se tiene cuantificada su carga. Abundan gran diversidad de aves como el guajolote silvestre, patos y gansos entre otros. En los últimos años se ha observado la presencia de águila real, dato que revela una tendencia positiva del hábitat.

Monitoreo de los tiempos de utilización (pastoreo) y descanso de potreros: Estas actividades se llevaron a cabo anotando todos los eventos realizados en relación al hato mayor compuesto por las vacas vientres, del día 6 de enero del 2005 al día 6 de enero del año 2006, en donde se fueron recabando de forma sistemática las fechas de días de pastoreo y descanso de cada potrero. La información obtenida se apunto en una libreta de campo de manera diaria y para efectos de este estudio fue agrupada en una distribución de frecuencia de clases.

Estimación del rendimiento de fitomasa del pasto. Se llevó a cabo en el potrero identificado con el No. 22 del Centro II. Este potrero fue escogido debido a que se encontraba adyacente al área testigo bajo el régimen ejidal en donde se aplica un pastoreo continuo sin control de la carga animal. El potrero fue geo referenciado con un GPS y encontrando que tiene una superficie de 68.3 ha. La fitomasa de pasto fue determinada mediante dos muestreos, realizados uno el día 18 julio (fin del periodo de estiaje) y el día 8 noviembre (fin del periodo de lluvias), del año 2005. La metodología consistió en arrojar un cuadrante metálico de 50 x 50 cm, al azar, por un total de 20 veces (n=20), acto seguido, en donde caía el cuadrante, la vegetación herbácea (hierbas de hoja ancha y gramíneas), fue cortada con una rozadera y a mano, a una utilización aproximada del 80%, a un doble muestreo para ajustar 0.5 m² de superficie y las muestras fueron colocada en bolsas de papel y puestas a secar a temperatura ambiente. La misma cantidad de muestreos fue realizada en el área ejidal adyacente a la pasta

No. 22. Los datos del rendimiento de fitomasa de pasto, fueron agrupados en un arreglo factorial 2x2, factor A: Época del año (nivel 1: secas y nivel 2: lluvias), y factor B: tipo de apacentamiento (nivel 1: Rotacional-predio y nivel 2: continuo-ejido), con 20 repeticiones. La comparación de medias fue con la prueba de Tukey al 0.05.

Estimación del porcentaje relativo de cobertura aérea de vegetación y suelo. Se realizó mediante el método de Línea de puntos (Pieper, 1978), dentro del potrero No. 22 C-II, para lo cual se realizaron seis muestreos al azar, con un cordel de 45 m de longitud, con nudos a cada 1.5 m de distancia y con la punta una varilla metálica, en cada punto se registro la vegetación aérea herbácea de gramíneas, hierbas de hoja ancha, hierbas de hoja angosta; arbustos, árboles, suelo desnudo, rocas, piedras, bostas y mantillo. La misma cantidad de muestreos fue realizada en el área ejidal vecina adyacente a la misma pasta No. 22. La información recabada se transformó a porcentaje relativo por componente muestreado.

Presencia de especies vegetales. Con la finalidad de conocer el tipo de especies vegetales presentes en el área de trabajo, el día 8 de noviembre del año 2005, en el mismo potrero No. 22, en un radio no mayor a 70 m, de manera dirigida se colectaron las especies que a simple vista se observaron en el área de muestreo dentro de ámbito de acción mas cercano al transecto identificado con el número uno. Los ejemplares de gramíneas y herbáceas de hoja ancha y angosta, se obtuvieron completos (parte aérea y parte subterránea) y se anotó si se encontraban dentro de la isla de fertilidad de una especie arbórea o si se encontraban en áreas abiertas; de los arbustos y árboles solo se colectó de tallos, hojas y frutos menor a 50 cm. Cada ejemplar fue puesto en una prensa de madera envuelto en papel periódico. Ya seco a cada ejemplar del material de plantas herbáceas se le midió la longitud (cm), la altura máxima de hojas (cm) y en una escala cualitativa se apuntaron la cantidad de tallos, cantidad de hojas, cantidad de semillas y follaje viejo o senescente, en escalas de: abundante, regular y pobre. Posteriormente fueron identificados en la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Numero de días de utilización (pastoreo) de cada potrero: La distribución de frecuencias de esta variable indica que a través del año un 53.8% de los potreros del predio fueron pastoreados por el hato vacuno entre uno a tres días; el 20.8%, entre cuatro a seis días; el 15.3%, entre siete a nueve días; el 7.7%, entre 10 a 12 días y solo el 2.19% de los potreros fueron pastoreados entre los 13 y 15 días/evento; esta último categoría corresponde a dos de los potreros ubicados en zonas de topografía abrupta y con superficies mayores a la media. En cuanto al momento optimo de aprovechamiento de las plantas forrajeras, Hodgson (1990) menciona que su aprovechamiento debe de ser cuando exista la mayor acumulación neta de forraje, lo cual coincide con los periodos de mayor cantidad de precipitación y temperatura adecuada. Para conocer si se estaba de acuerdo con lo mencionado por este autor, se hizo un análisis de los tiempos de uso durante el periodo de crecimiento activo del pasto, el cual de acuerdo a la información de climatológica durante el año 2005, la mayor precipitación ocurrió entre los meses de julio y octubre (416.4 mm), encontrando que de las 38 pastas en total dentro del predio, en 30 de ellas (un 85%) fueron pastoreados durante uno a tres días y solo el 15% de éstos se usaron entre cuatro y máximo cinco días.

Con base en lo anterior, se manifiesta que se estuvo respetando la segunda Ley propuesta por Voisin (1962) la cual dice que “el tiempo global de ocupación debe ser lo suficientemente corto para que el pasto cortado a diente por el animal en el principio de ocupación, no vuelva a ser cortado por el diente del animal en el mismo período”. Hendrix (2003) menciona que el sistema

ideal de rotación de pastoreo consiste en tener solo de uno a dos días de pastoreo en cada potrero. Aguirre y Col. (2002) trabajando con especies templadas en Durango bajo dos, tres y cuatro días de pastoreo, apuntan que conforme progresan los días de estancia en el potrero, los animales reducen el consumo ya que el animal dedica menos tiempo al apacentamiento en relación al tiempo de rumia, encontrando además que el grado de utilización es variable entre las especies de pasto, sugiriendo que el manejo del pastizal deberá de hacerse en base al periodo de crecimiento para las especies clave para la época específica. Lo anterior implica sin lugar a dudas un gran reto para el tomador de decisiones a cargo de predios con gran diversidad de especies como son los bosques de encino en donde no solo se consumen gramíneas sino diversas herbáceas de hoja ancho incluyendo arbustos y arbóreas.

No. de días de recuperación (descanso) de cada potrero: La distribución de frecuencias de esta variable indica que en algunas ocasiones durante el año el 13.5% de los potreros o sea unas 340 ha del total de la superficie del predio, tuvieron menos de 30 días de recuperación. A continuación se mencionan y discuten dos ejemplos de los casos encontrados: a) potrero 1 C-I, después de un descanso de mas de 207 días, se usa por tres días (27-29 julio), se descansa solo ocho días (30 julio al 6 de agosto) y es vuelto a usarse por un día (7 agosto) y posteriormente se vuelve a descansa 97 días (8 agosto al 12 de noviembre) y es vuelto a pastorearse por un día (25 noviembre), la pregunta es ¿pudieron verse afectadas las plantas al ingresar por un día a un potrero que solo contaba con seis días de descanso en un momento en que las plantas se encontraban en crecimiento activo?, la respuesta puede ser que sí, ¿que tanto? no se sabe, aunque no pudo haber sido mucho el daño debido a que el potrero contaba con cerca de siete meses sin ser pastoreado y es probable que el encargado debido a que sobraba aun masa de pasto haya decidido darle otra "pasada".

El otro ejemplo es con el potrero 22 C-II, el cual después de un descanso de al menos 122 días, se usa por ocho días (3 al 10 mayo), se descansa por 72 días (11 mayo al 21 julio) es vuelto a usarse por cinco días (22 al 26 julio, fechas en que comenzó el periodo de rebrote del pasto) y es descansado por solo 12 días (27 julio al 7 de agosto) y es vuelto a pastorearse por dos días (8 y 9 de agosto), para ser descansado por 94 días (10 agosto al 11 noviembre) y vuelto a ser pastoreado por un día (12 noviembre), y descansado por 13 días (13 al 25 de noviembre), para ser vuelto a ser pastoreado de manera simultanea con el potrero 21-C-II, durante 3 días (26 al 28 noviembre), en base a la información global se observa que este potrero fue uno de los "mal manejados" durante el año de estudio ya que fue "castigado" por dos eventos donde los descansos solamente fueron de 12 y 13 días, recibiendo un total de cinco eventos de uso durante el año de estudio, acumulando 19 días de uso en total con 346 días de descanso.

Los motivos de estos cortos periodos de descanso en dichos potreros se relacionan a cuestiones operativas de manejo del rancho como: son los que se encuentran más cercanos al corral de manejo que se usa en las prácticas zoo-sanitarias, de marcaje y destete entre otras. Mientras que el resto de los potreros con mas de 30 días de descanso (86.5% del total) quedaron en la clase de 5.1% entre 31 y 60 días; el 20.3% entre 61 y 90 días; el 37.2% entre 90 y 120 días; el 3.4% entre 121 y 150 días; el 1.7% entre 151 y 180 días y el 18.6%, con descansos mayores a 180 días entre un pastoreo y otro, sin embargo los datos de ocupación global son de 15 días máximo por pasta, lo cual hace que cada potrero al año reciba un descanso total de 350 días, usando las 38 divisiones bajo estudio. Tal manejo de potreros pretende apegarse a la primera Ley de Voisin, la cual establece que "para que un pasto cortado por el diente del animal pueda dar su máxima productividad entre dos cortes sucesivos, a diente, es necesario que pase el tiempo suficiente, de modo que permita al pasto: a) almacenar en sus raíces la suficiente reservas para un comienzo de rebrote vigoroso y b) realizar su

llamarada de crecimiento o gran producción diaria de pasto". Voisin asentó que "este período de descanso, entre dos cortes sucesivos, será variable de acuerdo a la estación del año, condiciones climáticas y demás factores ambientales". Al respecto Aguirre y Col. (2002) en un pastizal natural de Durango, encontraron que la tasa máxima de acumulación de forraje se puede lograr en un período de 38 días de recuperación o antes, para todas las especies clave por ellos utilizadas. En el presente escrito se reconoce que los periodos de descanso óptimos para las especies vegetales presentes no han sido cuantificados, lo anterior abre un reto a los investigadores ubicados en éstas regiones ecológicas.

Estimación del rendimiento de fitomasa del pasto. A pesar de que la pasta 22 C-II, fue utilizada durante cinco eventos al año y recibió dos cortos periodos de reposo, los resultados encontrados en base al rendimiento de la fitomasa herbácea, arrojan diferencias significativas ($P \leq 0.05$), siendo la combinación (tratamiento) lluvias-pastoreo rotacional-predio el que produjo 40.5 g de forraje seco/0.5 m², mientras que la combinación lluvias-pastoreo continuo-ejido, produjo 2.96 g de forraje seco/0.5 m². Lo cual indica que en donde se aplica el pastoreo controlado se encontraron 13.6 veces mas de forraje seco para el ganado en comparación con el apacentamiento continuo.

Los datos concuerdan con González y Mukaddes (2006), quienes reportan una mayor producción de forraje en los predios bajo el sistema corta duración y menor en los predios bajo el sistema continuo. Lo resultados encontrados indican grandes diferencias entre las tecnologías usadas, mas sin embargo es pertinente aclarar que el uso de innovaciones como es la adecuación de la carga animal de acuerdo a la cantidad de vegetación disponible y la aplicación de principios de fisiología vegetal aplicados de manera practica bajo un método de pastoreo dentro del predio, son factores clave para obtener una sostenida producción vegetal, lo cual se ha reflejado en la cantidad de ganado que puede sostener un bosque de encino, en donde a fines del año 2005 apacentó en 5.3 ha una .U.A. al año, dato que en la actualidad no concuerda con COTECOCA (1980) quien recomienda para una buena condición del bosque escleroaciculifolio un coeficiente de agostadero de 19.5 UAA.

La baja cantidad de masa de pasto encontrada en la zona ejidal aledaña al predio la cual durante la temporada de lluvias la cual fue de solo 5.92 g/1.0 m² (59.2 kg/ha de pasto seco), alerta el grado de disturbio que ocurre en esta zona de bosque, sin embargo es pertinente aclarar que tal situación es la suma acumulada de 71 años de mal manejo en donde la anarquía impera dentro de las áreas ejidales destinadas a agostadero común, donde la tierra es de "todos y de nadie".

Estimación del porcentaje relativo de cobertura aérea de vegetación y suelo. Dentro del predio la cantidad de suelo desnudo es de 4.95%, en comparación con el área adyacente la cual fue de 20.53%. La cantidad de porcentaje relativo cubierto por gramíneas fue de 51.98%, mientras que en el área vecina fue de 16.96%. Los datos anteriores concuerdan con González y Mukaddes (2006) quienes reportan mayor cobertura basal de los zacates perennes en los predios bajo el pastoreo corta duración comparados con el pastoreo continuo y con Jurado y Col. (2006) los cuales informan que en los ranchos con manejo holístico por más de 10 años presentaron mayores coberturas de zacates perennes (11 a 28%) comparados con ranchos con manejo tradicional (7 a 12%), observándose mayores coberturas en la regiones de pastizales amacollados de la Sierra Baja.

El porcentaje de cobertura relativa de arbóreas, dentro del predio fue de un subtotal de 11.38% de especies como encino y en menor proporción pino y táscate, mientras que en el área comunal el porcentaje de arbóreas fue del 20.08%, correspondiendo el mayor porcentaje a las

especies de encino, sin encontrar un solo árbol de pino, lo cual indica que posiblemente esta especie fue talada, cediendo lugar al desarrollo de encinos.

Presencia de especies vegetales. En relación a las especies vegetales presentes en el sitio de estudio dentro del potrero 22-C-II, sin precisar su densidad ni cobertura por especie, se encontraron 23 ejemplares de gramíneas, donde se identificaron cuatro especies del género *Muhlenbergia* las cuales son: *M. rigida* (HBK.) Kunth,; *M. curvula* (Swallen); *M. montana* (Nutt.) Hitchc. y *M. pubescens* (HBK) Hitchc., dos especies del género *Elyonurus*, los cuales son: *E. tripsacoides* Humb.&Bonpl. y *E. barbiculmis* Hack.; dos especies del género *Bouteloua*, las cuales son: *B. hirsuta* Lag. y *B. gracilis* (HBK) Lag.; dos especies del género *Aristida*, las cuales son: *A. appressa* Vasey y *A. schiedeana* Trin., y dos especies del género *Piptochaetium*, las cuales son: *P. fimbriatum* (HBK) Hitchc. y *P. virescens* (HBK) Parodi; además del una especies de cada uno de los pastos: *Schizachyrium cirratum* (Hack.) Woot&Standl., *Nasella mucronata* (Kunth) R.W. Pohl, *Panicum bulbosum* HBK, *Trisetum deyeuxioides* (HBK.) Kunth, *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., *Deschampsia elongata* (Hook.) Munro, *Lycurus phleoides* H.B.K, *Setaria geniculata* (Lam.) Beauv., *Avena fatua* L., *Bromus carinatus* (Hook&Arn.) y *Microchloa kunthii*.

De acuerdo a De la Cerda (1996), el pasto *Muhlenbergia montana* (Nutt.) Hitchc., es escaso en el estado de Aguascalientes, mientras que el pasto *Muhlenbergia curvula* (Swallen), menciona que es el usado para hacer escobas y el pasto *Muhlenbergia rigida* (HBK.) Kunth, lo reporta como muy común y menos palatable; esta última especie es muy abundante en el predio Bajío de San Rafael, y es la que obtuvo la mayor altura de tallos con 110 cm. Tanto la especie de *M. curvula* como la *M. rigida*, de acuerdo a la observación realizada al momento de su colecta presentaron abundante follaje viejo, datos que confirma lo reportado por De la Cerda (1996); mientras tanto la especie *M. montana* presentó un regular contenido de follaje viejo, a la vez que la especie *M. pubescens* (HBK) Hitchc., no presentó follaje viejo, lo cual indica que es una especie apetecida por el ganado.

Los pastos *Elyonurus tripsacoides* Humb.&Bonpl. y *Elyonurus barbiculmis* Hack., presentaron abundante cantidad de hojas con un tono verde a muy verde y con poco a nada de follaje viejo, lo cual demuestra que son especies apetecidas por el ganado y deben ser consideradas especies clave. De las dos especies de *Bouteloua*, el pasto *B. hirsuta* Lag., debido a su pequeño volumen, se observa que es una especie que aporta poca cantidad de forraje, mientras que el pasto *B. gracilis* (HBK) Lag., no se encontró como una especie numerosa dentro del sitio y se manifiesta por ser palatable ya que no tenía follaje viejo, esta misma especie se encontró en la isla de fertilidad de los árboles de encino, lo cual indica que prefiere suelos de mayor fertilidad, también debe ser considerada especie clave.

El pasto *Aristida appressa* Vasey, es una planta que se encontró en las áreas abiertas, lo cual muestra que es requiere de abundante luz a la vez que no es poco consumida por el ganado, en cambio, la especie de pasto *Aristida schiedeana* Trin., esta reportada por De la Cerda (1996) como de buen valor forrajero por lo cual debe de estar el la lista de especie clave. Los pastos *Piptochaetium fimbriatum* (HBK) Hitchc. y *Piptochaetium virescens* (HBK) Parodi, ambos se encontraron en la isla de fertilidad de los encinos y pinos, son muy consumidos por el ganado y para la fecha de muestreo (8 de noviembre), presentaban hojas de tono muy verde, también deberían de ser considerados especies clave. El pasto *Schizachyrium cirratum* (Hack.) Woot&Standl., presentó poco follaje viejo, mientras que el pasto *Nasella mucronata* (Kunth) R.W. Pohl, presento hojas muy verdes y el follaje viejo fue consumido al ras, este debe de ser especie clave.

El pasto *Panicum bulbosum* HBK, no tenía follaje viejo al momento de su colecta, debe de ser especie clave, el pasto *Trisetum deyeuxioides* (HBK.) Kunth, esta reportado como especie poco abundante, debido a lo anterior, al igual que el pasto *Muhlenbergia montana* (Nutt.) Hitchc., deberán considerarse como especies clave para cuestiones de manejo del apacentamiento dentro del predio. Se colectaron además, 20 especies de hierbas de hoja ancha de las cuales cinco son leguminosas. También se colectaron dos hierbas de hoja angosta de la familia de las Ciperáceas. De las especies de porte mediano se encontraron dos especies de arbustivas y de las especies de porte alto, cinco especies de árboles dentro de los cuales se encuentran el *Quercus potosina*, *Pinus leiophylla*, *Pinus chihuahuana*, *Juniperus sp.*, *Quercus grisea* y *Quercus eduardii*. La vegetación herbácea del área adyacente dentro del Ejido Refugio de los Pozos, no pudo ser colectada debido a que ésta se encontraba al ras del suelo y por lo tanto no contaba con estructuras florales para su identificación.

CONCLUSIONES

- a) El 85% de los potreros durante el ciclo de máximo crecimiento de la masa de pastos fueron utilizados entre uno y tres días.
- b) Los días de descanso entre un pastoreo y otro indican que el 85.6% de los potreros tuvieron mas de 30 días de reposo y el general cada potrero recibió un descanso total al año mayor a 350 días.
- c) El cambio de actitud hacia una ganadería moderna con la aplicación de diferentes prácticas de manejo tanto en el pastizal como en el ganado han influido de manera favorable en la cantidad de masa de pasto y una mayor cobertura vegetal. Lo cual permitió bajar de 13.2 a 5.1 ha para sostener una unidad animal por año.
- d) De manera muy general se identificaron algunas especies de gramíneas que podrían ser claves para un mejor uso del pastizal.

RECOMENDACIONES

Siendo el pastoreo rotativo controlado una actividad dinámica es conveniente llevar un historial documentado por escrito y no dejar a la "memoria" cual potrero fue usado o descansado por última vez, lo anterior permitirá tomar decisiones de manejo de manera razonada, basados ante todo en la cantidad de masa de pasto residual después de cada pastoreo, la condición corporal del ganado principalmente durante los meses secos y fríos (enero a mayo) y la capacidad de rebrote al inicio de las lluvias.

LITERATURA CITADA

- Aguirre C. C.E., R. De Luna V., J. R. Reynaga V., L. Pérez R., L. L. de León G., Y F. Sánchez P. 2002. Respuesta de la vegetación y comportamiento animal a diferentes tiempos de ocupación bajo el modelo holístico. Agraria. UAAAN. Vol. 18, Num. 1. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. p. 1-28.
- Ávalos F.L., I. Torres B., A. Arellano G., J.A. García V. y C. Burguete H. 1996. Administración Holística de los Recursos. Parte I. Bases y fundamentos. FIRA. Boletín informativo Num. 282. Vol. XXIX. p. 60.

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASTIZALES
San Luis Potosí, S.L.P. México; 22 al 24 de agosto de 2007

Artículos in extenso
Área temática: Transferencia de Tecnología

- Ayanz S.A. 2003. Apuntes de pastoreo. Universidad Politécnica de Madrid. Página: www.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/SanMiguel/pdfs/apuntes/APUNTES%20PASTOREO.pdf.
- Becerra M. A. 1998. Conservación de suelos y desarrollo sustentable, ¿utopía o posibilidad en México. Revista TERRA. Vol. 16. No. 2. p. 173-179.
- Bernal-Flores A., A. Hernández G., J. Pérez P., J. G. Herrera H., M., Martínez M. y J. L. Dávalos F. 2006. Patrón de crecimiento estacional de pastos nativos, en un bosque de encino, en el estado de México. Agrociencia 40:39-47.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). Departamento de Hidrometeorología del estado de Zacatecas. Estación climatológica Milpillas de la Sierra, mpio. de Valparaíso, Zac.
- Correa E.J. 1999. Grazing systems. PubID: UNP-0007. Alabama Cooperative Extension System. <http://www.aces.edu/pubs/docs/U/UNP-0007/>.
- COTECOCA-SARH (1980), Coeficientes de agostadero de la Republica Mexicana. Estados de Zacatecas y Aguascalientes. Tomo II. México, D.F.
- De la Cerda M.L. 1996. Las gramíneas de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. p. 212.
- FAO. 1993. Papel del ganado doméstico en el control de la desertificación. Basado en el trabajo de D. Huss. Santiago de Chile. www.fao.org/docrep/X5320S/x5320s00.htm.
- Fernández R. C. E. Pastoreo Racional Voisin. Aportes. http://www.engormix.com/pastoreo_racional_voisin_aportes_s_articulos_512_GDC.htm.
- Galindo G.G. 1997. Comunicación rural. México (Manual 4). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario. México.
- González G. F. y J. Mukaddes D. 2006. Cambios en la vegetación en ranchos privados bajo diferentes sistemas de pastoreo después de 12 años. III Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Chihuahua, Chih.
- Gómez, E. G. C. González R. y J.L. Dávalos F. 2006. Descripción de empresas pecuarias con prácticas de Manejo Holístico, en el estado de Chihuahua. III Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Chihuahua, Chih.
- Hedrix W.F. 2003. Manejo de pasturas y problemas de pastoreo. Fact sheet No. 1001-2003. Cooperative extension Washington State University.
- Hodgson, J. Grazing Management. Science into practice. Longman Scientific & Technical, Harlow, England. 204 p.
- Jurado G. P., A. Melgoza C., M. Royo M., S. Sierra T. y R. Carrillo R. 2006. Impacto del manejo holístico y tradicional en pastizales áridos y semiáridos de chihuahua. III Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Chihuahua, Chih.
- Mendoza M.S. 1984. Marco conceptual de la transferencia, validación, difusión y adopción de tecnología agrícola. SARH. INIA. México.
- Mier P. E.R. 2005. Pastoreo Rotacional del Agostadero en la producción de Bovinos de Carne. Conferencia dictada en el II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac.
- Pfost D., J. Gerrish, M. Davis and M. Kennedy. 1993. Managed grazing systems and fencing for distribution of beef manure. Published by University of Missouri Extension. <http://extension.missouri.edu/explore/envqual/eq0379.htm>.
- Pieper, R.D. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. New Mexico State Univ., Las Cruces, N.M.
- Savory, A. 1988. Holistic Resource Management. Washington DC. USA.
- Savory, A. 1996. Formas de pastoreo. Center for Holistic Resource Management. Albuquerque, New Mexico. USA. 564 p.

Secretaría de la Reforma Agraria. Zacatecas. 2007. Comunicación personal. Fecha de fundación del Ejido Refugio de los Pozos, mpio. de Sombrerete, Zac.

Voisin A. 1962. Productividad de la hierba. Ed. Tecnos. Madrid, España. p. 497.

RECONOCIMIENTOS

A la Fundación Produce Zacatecas A.C., por el apoyo otorgado al Proyecto **VALIDACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PECUARIA EN EL ESTADO DE ZACATECAS**, Clave: 062/FPZ/2003.

A los Srs. Don Rogelio Mier y Ramiro Mier Alanís. Encargados del predio "Bajío de San Rafael", los cuales colaboraron con entusiasmo en la toma de información.

Al Sr. Jesús Rodríguez Rodarte. Personal de apoyo del INIFAP el cual colaboró en los muestreos y toma de datos.

A la Bióloga Margarita de la Cerda Lemus, Catedrática de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por apoyo en la identificación de las especies vegetales.

“PRADERAS DE ZACATE BUFFEL [*Cenchrus ciliaris* (L.) LINK] EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO”¹

Ariel Guillén Trujillo*, José Luís Espinoza, Villavicencio, Alejandro Palacios Espinosa, Raúl González Murillo y Rafael de Luna de la Peña.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento de Zootecnia. Km. 5.5 Carretera al Sur. La Paz, Baja California Sur. C.P. 23080. Tel. 612 12 3 88 00 ext. 5240 e-mail guillen@uabcs.mx

RESUMEN

Hace décadas en Baja California Sur fueron establecidas 17 500 has de zacate buffel para paliar la recurrente carencia de forraje, esta gramínea presentó adaptabilidad y calidad adecuada. No obstante el mal manejo y desconocimiento llevaron a un deterioro progresivo de estas praderas de temporal, en la actualidad no se sabe como se encuentran. Por ello este trabajo es para conocer el estado actual de las praderas en Baja California Sur. Los sitios seleccionados fueron V. Bonfil, San Antonio, Todos Santos, El Carrizal y La Trinidad. La condición de las praderas se determinó mediante la altura de las plantas (cm.), la densidad (plantas/m²), la cobertura aérea (%), el forraje disponible (Kg.MS/ha), las plantas invasoras (plantas/m²) fueron identificadas y calculada su cobertura aérea. En el Ejido V. Bonfil el suelo esta desprovisto de vegetación, localizándose una pradera de 7 has, en ella se obtuvieron 3178 Kg. de MS/ha, con plantas de 68.49 cm., una cobertura del zacate de 28.73 % por lo que se considera en condición mala. En San Antonio la condición fue pobre, teniendo 25.15, 46.33 y 28.53 % para buffel, suelo desnudo y beloperone, respectivamente, con densidad baja de plantas. En Todos Santos la condición fue buena con 3112 kg. de MS/ha y cobertura de 65.7 % para buffel y 29.75 % para suelo desnudo, con 16 plantas/m² y altura de 97 cm. Una condición regular en El Carrizal con 2058 kg de MS/ha y coberturas de 32.78 y 67.23 % para buffel y suelo desnudo. En la Trinidad se observó condición pobre con coberturas de 17.70 y 77.08 % para buffel y suelo desnudo y 660 kg. de MS/ha con baja densidad de plantas y de baja altura. Es urgente implementar prácticas de manejo tendientes a mejorar esta importante fuente de forraje.

INTRODUCCIÓN

En Baja California Sur la demanda de forraje en épocas críticas es más fuerte debido a que los ganaderos están cada vez más concientes de la importancia de esta actividad para el desarrollo del estado. Por ello se han venido implementando acciones para cubrir esta necesidad. Es innegable que la falta de forraje representa una de las principales limitantes de la ganadería en Baja California Sur, siendo una alternativa el establecimiento de praderas de temporal que permitan afrontar dicho problema (Agredano 2005), ya que el buffel es una de las gramíneas mas prometedoras en praderas de temporal (Beltrán y Loredó 2002), ya que la siembra de cultivos como la alfalfa, si bien es un recurso importante, es de alto costo (en esta época), además del gasto excesivo de agua y la poca superficie sembrada que no cubre la demanda por lo que se encarece. Desde hace varias décadas se detectó la importancia del pasto buffel, sembrándose grandes extensiones, actualmente existen 17500 has establecidas de buffel,

¹ Trabajo financiado por el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias de Baja California Sur con recursos de la Fundación Produce Baja California Sur A.C.

principalmente en el sur del estado (Agredano 2005), desgraciadamente el desconocimiento del manejo de esta gramínea y el poco interés en mantenerlos, desencadenó el deterioro continuo y hasta nuestros días de la mayoría de las praderas, por lo que dicha cifra es muy inferior a la registrada oficialmente. Se puede utilizar un 60 % durante el periodo verde sin afectar la producción del zacate, siempre y cuando se presenten condiciones de humedad, además de que el agostadero presenta mayor contenido de proteína que el buffel a excepción de agosto donde el buffel alcanza 18.87 % de proteína cruda (Martín 1990) , aunque de manera general este zacate proporciona forraje de buena calidad (11 a 12 % de proteína cruda) cuando esta en crecimiento, disminuyendo a casi la mitad cuando llega a la madurez (Morales 1994). El deterioro de los pastizales se debe a que se desconoce la fisiología de la planta, lo que impide establecer la estación de pastoreo adecuada (Egan 2000).

De lo anterior se desprende la importancia de estar monitoreando las praderas de buffel establecidas, para implementar medidas correctivas en caso de ser necesario. En el estado de Baja California Sur, poco o nulo seguimiento se le dio a las praderas establecidas por lo que se desconoce su situación actual. Existen variados criterios para determinar la condición de las praderas de buffel, algunos consideran la cobertura y la composición botánica (Ibarra et al. 2004), la densidad (Sevin et al. 1983) o bien la producción de forraje (Silva et al. 1989). Existiendo tan variadas formas de determinar dicha condición, ésta deberá ajustarse a los objetivos que se planteen en las investigaciones a realizar en este sentido.

Por lo que el objetivo planteado fue conocer la condición actual de las praderas en Baja California Sur.

METODOLOGÍA

El área de estudio esta ubicada entre los 23 y 24 ° latitud norte y los 109 y 110 ° latitud oeste, comprendiendo dos tipos vegetativos, la selva baja caducifolia y matorral sarcocaule. Las praderas a evaluar están ubicadas principalmente en sitios dentro del matorral, caracterizado por presentar elementos de tallos carnosos (Wiggins, 1980), aunque León de la Luz (1999) dice que por la existencia de palo de arco (*Tecoma stans*), palo amarillo (*Esenbeckia flava*), sambo (*Coursetia glandulosa*), palo zorrillo (*Senna atomaria*), mauto (*Lysiloma divaricata*), jacalosuchil (*Plumeria acutifolia*) entre otras, recibe influencia tropical seca de la selva baja caducifolia de la Region del Cabo.

Los suelos presentes proviene de estratos rocosos graníticos, que por su cercanía a laderas rocosas corresponden principalmente a litosoles y regozoles de textura gruesa y de poco desarrollo vertical (Maya, 1988). Este mismo autor indica que se encuentran en menor proporción los regozoles y fluvizoles, que son característicos de materiales transportados y depositados por el agua.

Los sitios seleccionados fueron aquellos que tuvieran registradas mas de 1000 has de zacate buffel, en esta categoría se encuentran Ejido V. Bonfil, San Antonio, Todos Santos, El Carrizal y La Trinidad.

La condición de las praderas se determinó con la medición de la Altura de las plantas (cm), seleccionando 15 plantas en cada sitio, registrándose la altura al tallo más alto. La densidad (plantas/m²) mediante cuadrantes de 2 m² contándose las plantas dentro de este, se hicieron 5 repeticiones en cada pradera. La cobertura aérea (%) se calculó con 4 líneas de intercepción de 10 m cada una. El Forraje disponible (kg/ha) fue obtenido mediante 5 cuadrantes de 1 m² distribuidos al azar. Las plantas invasoras (plantas/m²) fueron identificadas y se usaron líneas de intercepción para calcular su cobertura aérea y cuadrantes de 5 m² para la densidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos se puede definir la siguiente clasificación en los sitios evaluados:

SITIO	CONDICIÓN
Ejido V. Bonfil	Pobre
San Antonio	Pobre
Todos Santos	Buena
El Carrizal	Regular
La Trinidad	Pobre

Ejido V. Bonfil

En este Ejido están reportadas aproximadamente 1500 has de zacate buffel, prácticamente están abandonadas, no existe zacate, el suelo está desprovisto de vegetación perenne, presentándose solo vegetación anual. En ellas han aparecido numerosas plantas anuales, además de torote (*Bursera odorata*), Palo verde (*Cercidium floridium*) y mezquite (*Prosopis spp.*) principalmente. Una de los pocos sitios de zacate buffel aquí, es un área de 7 has.

Esta pradera puede ser considerada en condición pobre por los valores observados. Se obtuvieron 3178 kg de MS/ha, lo cual permite al dueño mantener a sus animales en un peso corporal bueno durante el año, las plantas alcanzaban una altura muy variable, que oscilaba entre los 9.2 hasta los 138.4 cm con un promedio de 68.49 cm. Esto puede indicarnos el relativo éxito que representa el diferir el pastoreo de esta pradera y lo cual pueda ayudar a explicar el porque de una cobertura de buffel de 28.73 % y de suelo desnudo de 71.28 %, a pesar de que se encontró una buena densidad de plantas por m² (7) de diferentes tamaños lo que indica el continuo establecimiento de nuevos individuos, debe realizarse practicas de manejo tales que contribuyan a elevar el porcentaje de suelo cubierto por el buffel.

San Antonio

En este sitio la pradera evaluada esta localizada en 23° 51' 07" LN y 110° 01' 01" LW, que presenta características peculiares, ya que en ella fue construido un bordo de aproximadamente 3 km de largo por 3 de ancho, formándose una cuneta en ambos lados y permitiendo el desarrollo de abundante y vigoroso buffel, no así, en áreas mas alejadas de dicho bordo. De acuerdo al análisis de los parámetros evaluados, esta pradera puede ser considerada como en condición pobre. El forraje disponible (7402 kg de MS/ha) puede ser considerado como adecuado para el ganado, a pesar de la ya notoria tendencia a la disminución en su condición. En cuanto a la cobertura, se observó solo un 25.15 % para buffel, mientras que para suelo desnudo de 46.33 % y para beloperone un 28.53 %,

Esto es evidenciado por la escasa densidad observada; se obtuvieron un promedio de 5.8 plantas/m². La altura encontrada en las plantas fue muy variable oscilando entre 32.3 hasta 153.3 cm. con un promedio de 101.17 cm. Las especies que están reintroduciéndose en las áreas de buffel se encontraron un total de 10 especies importantes cuya composición florística (%) nos da una idea de lo que es necesario realizar en esta pradera en particular, esta composición florística es la que a continuación se detalla:

Especie	Comp. Florística (%)
Cholla (<i>Opuntia cholla</i>)	16.03
Palo adan (<i>Fouquieria diguetii</i>)	1.28
Beloperone (<i>Beloperone spp.</i>)	69.87
Palo verde (<i>Cercidium floridum</i>)	1.28
Cardón (<i>Pachycereus pringlei</i>)	0.64
Mariola (<i>Solanum hindsianum</i>)	7.05
Huizache (<i>Acacia sp.</i>)	0.64
Pitahaya dulce (<i>Stenocereus thurberi</i>)	1.92
Celosa (<i>Mimosa brandegeei</i>)	0.64
Mezquite (<i>Prosopis articulata</i>)	0.64

Todos Santos

Este sitio ubicado en 23° 29' 09" LN y 110° 11' 48" LW, con una superficie aproximada de 800 has sólo que entre 400 y 500 has están rentadas para la explotación agrícola intensiva, por lo que en realidad queda poca superficie en uso como praderas de buffel. Aquí se manejan aproximadamente 1500 animales con un pastoreo estacional. Dentro de las praderas existen franjas rompevientos compuestas por diversa vegetación nativa que ayuda además proporcionando forraje alterno y de calidad aceptable.

Se obtuvo una producción de 3112 kg de MS/ha, no obstante la presencia de las plantas nativas y del estado del suelo. Lo cual puede ser explicado por la cobertura elevada que se encontró, el buffel tuvo un 65.7 %, mientras que tacote con 0.85 %, caribe con 3.05, rama prieta con 0.65 % y el suelo desnudo con 29.75 %. Se obtuvo una densidad aceptable, con un promedio de 15.95 plantas/m², con plantas muy vigorosas y extendidas, alcanzando una altura promedio de 97.07 cm, donde la planta mas pequeña fue de 56 y la mas alta de 118 cm, notándose una respuesta favorable al reciente proceso de resiembra que se realizó el año pasado.

Las plantas nativas que se observaron fueron las siguientes:

Especie	Composición Florística (%)
Incienso (<i>Encelia farinosa</i>)	59.09
Cholla (<i>Opuntia cholla</i>)	4.55
Pimientilla (<i>Adelia virgata</i>)	3.03
Malva (<i>Melochia tomentosa</i>)	25.76
Lomboy (<i>Jatropha cinerea</i>)	1.52
Celosa (<i>Mimosa brandegeei</i>)	1.52
Rama prieta (<i>Ruellia peninsularis</i>)	3.03
Mariola (<i>Solanum hindsianum</i>)	1.52

Además de las especies encontradas en el muestreo, se observó una gran variedad destacando el palo verde, palo adán, mocho, apan, rama de cochi, pitahaya dulce, palo

colorado, ciruelo, palo estaca y palo brasil. Estos en mayor proporción en las zonas de rompevientos, aunque algunos de ellos han incursionado ya dentro de las áreas de buffel.

El Carrizal

De la superficie originalmente sembrada, actualmente sólo quedan en uso unas 300 has, las cuales a pesar de estar restringido la entrada, se encuentran con un deterioro evidente. La pradera evaluada está ubicada en las coordenadas N 23° 46' 16" y W 110° 18 ' 56".

La pradera evaluada se encuentra en condición regular con franca tendencia a pobre. Reflejada por una cobertura aérea de buffel de tan sólo el 32.78 % y de 67.23 % de suelo desnudo, no obstante, se obtuvo una producción de MS/ha que alcanzó los 2058 kg. La altura promedio de las plantas de buffel presentes fue de 48.78 cm con una variación desde 8 hasta 117.8 cm que aunado a la densidad (7 plantas/m²) pudiese pensar en una recuperación mediante un buen manejo de animales y vegetación, dependiendo de la época del año. Si tomamos en cuenta la población de buffel y su altura, es factible diseñar estrategias con miras a su pronta rehabilitación.

Las plantas nativas que están aumentando en el sitio y que le están dando otra fisonomía son las siguientes:

ESPECIE	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%)
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	18.75
Palo verde (<i>Cercidium, floridium</i>)	12.50
Mezquite (<i>Prosopis spp.</i>)	12.50
Tacote (<i>Viguiera deltoidea</i>)	3.13
Malva (<i>Melochia spp.</i>)	18.75
Palo fierro (<i>Olneya tesota</i>)	28.13
Incienso (<i>Encelia farinosa</i>)	6.25

Lo destacable de estos resultados es la composición de la gobernadora, que se sabe es una planta que incursiona en áreas con alto grado de deterioro, existen especies con importancia forrajera, son pocas, pudiendo favorecer su aumento con miras a establecer áreas rompevientos que, además de proporcionar forraje les sirva de sombreaderos. Las especies presentes no cuantificadas en el muestreo fueron lomboy, cardon y choya.

La Trinidad

Las praderas inicialmente establecidas fueron 1000 has, sin embargo, las existentes hasta hoy son pocas y en una situación muy precaria. La superficie evaluada esta localizada en N 23° 48' 8.4" y W 110° 19' 32".

La condición pobre es observada debido a la cobertura tan baja del buffel (17.70 %) y a que el suelo está en su mayor parte desprovisto de vegetación (77.08 %), además de encontrar pequeños porcentajes de plantas como tabardillo (*Calliandra californica*), malvarosa (*Melochia tomentosa*) y matorra (*Jatropha cuneata*). Esta condición es manifiesta también, en la escasa producción de forraje que alcanzó tan sólo 660 kg de MS/ha, lo cual contribuye de manera raquítica a la alimentación de los animales residentes, predominando las cabras.

La densidad de buffel obtenida en el muestreo fue de 6.6 plantas/m² y con una altura promedio de 44.86 cm con plantas oscilando entre lo 7.2 hasta 97.5 cm., estos datos siguieren que dependiendo del manejo a dar en el futuro, existen la circunstancias para ser mejorada, a pesar de la abundante composición de la vegetación nativa que se está volviendo a apoderar de los sitios de donde fue desplazada al ser establecido el buffel.

Se observó una composición florística diversa y variable entre las especies, predominando el tabardillo y la cholla, presentándose muchas más especies en pequeños porcentajes, pero no por ello dejan de llamar la atención y la posibilidad de que se sigan incrementando. A continuación se muestran los valores de cada especie:

ESPECIE	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%)
Malvarosa (<i>Melochia tomentosa</i>)	3.45
Palo verde (<i>Cercidium floridium</i>)	5.75
Tabardillo (<i>Calliandra californica</i>)	36.63
Matacora (<i>Jatropha cuneata</i>)	12.64
Malva	4.60
Pimientilla (<i>Adelia virgata</i>)	1.15
Choya (<i>Opuntia cholla</i>)	17.24
Palo fierro (<i>Olneya tesota</i>)	4.60
Incienso (<i>Encelia farinosa</i>)	1.15
Orégano (<i>Lippia palmeri</i>)	6.90
Mezquite (<i>Prosopis spp.</i>)	2.30
Palo adan (<i>Fouquieria diguetii</i>)	2.30
Desconocida	2.30

CONCLUSIONES

- En todas las praderas evaluadas, independientemente de su condición, es necesaria la rehabilitación, ya que cada una presenta características distintas que deben ser atendidas lo más pronto posible, de lo contrario continuará o iniciará el proceso de deterioro, situación para nada deseable ya que se reconoce la importancia que tienen estas áreas como proveedoras de forraje para el mantenimiento de los animales durante las épocas de carencia de alimento.
- Es recomendable aplicar las prácticas de mejoramiento o rehabilitación de las praderas de manera tal que no se impacte fuertemente tanto el suelo como los animales, es deseable ir realizando estas tareas de manera escalonada.
- Un aspecto relevante es la concientización de los productores para que realicen un buen manejo de las áreas de pastoreo, de tal manera que preserven el recurso por un periodo más prolongado, con la consecuente mejoría en la vegetación, suelo y animales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agredano, H.F.J. 2005. Evaluación de la producción de forraje de 18 líneas y variedades de zacate buffel en el estado de Baja California Sur. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Todos Santos. Folleto Científico No. 4. La Paz, B.C.S.
- Beltrán, L.S. y O.C. Loredó. 2002. Reconversión de áreas agrícolas marginales a praderas de pasto buffel. SAGARPA-INIFAP Campo Experimental Palma de la Cruz. Folleto para productores Num. 36. San Luis Potosi, Mexico.
- Egan, J. 2000. Managing the range with livestock. Montana Dept. of Fish, Wildlife and Parks. Usa. 12 p.
- Ibarra, F.F., M.H. Martín y F. Moreno. 2004. El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate buffel en condición regular en la region central de Sonora, México. Tec. Pecu. México 42 (1): 1-16.
- León de la Luz, J.L. y R. Coria. 1993. Flora Iconográfica de Baja California Sur. Pub. No. 3. CIBNOR. La Paz, B.C.S
- Maya, D.Y. 1988. Edafología. In: La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. Editores Arriaga L. y A. Ortega Publicación No. 1. CIBNOR. pp. 53-65.
- Martín, R.M.H. 1990. Manejo Integral de las praderas de zacate buffel y su importancia en los agostaderos. Memorias de los festejos Conmemorativos del 20 aniversario del CIPES, Sonora, México.
- Morales, N.C.R. 1994. Características de los principales zacates forrajeros para zonas áridas. INIFAP. Campo Experimental La Campana. Folleto Técnico No. 2. Chihuahua.
- Silva, M.F., M. Martín, H. Miranda, F. Ibarra, J. Carranza, R. Torres y M. Parra. 1989. Efectos del manejo de las praderas de buffel después de establecidas sobre el potencial de forraje y el grado de invasión de rama blanca. Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. Clave p89007.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Press Stanford University. 1025 p. USA.

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS PASTIZALES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE MEDIANTE ESTUDIOS FLORÍSTICOS DE LAS GRAMÍNEAS

Yolanda Herrera Arrieta
CIIDIR IPN Unidad Durango
yherrera@ipn.mx

Se presentan varios estudios florísticos de gramíneas realizadas para diversas regiones del N de México, cuyos resultados han permitido la integración de floras regionales, monografías o revisiones de un género que se dan a conocer en publicaciones en forma de libros o artículos, como una aportación al conocimiento de la flora de los pastizales del Desierto Chihuahuense. Entre los trabajos realizados para esta región se encuentran: **Las Gramíneas de Durango** (2001), con 97 géneros y 338 especies; **Revisión de *Bouteloua*** (2004), con 42 especies y 14 variedades de toda América; **Guía de Pastos para el Ganadero del estado de Durango** (2006), con 120 especies nativas e introducidas como forraje; ***Muhlenbergia* de Chihuahua** (2007), con 59 especies; **Gramíneas de Zacatecas** (en revisión), con 89 géneros, 263 especies, 6 subespecies, 30 variedades y 5 formas; **Muhlenbergiinae del NE de México** (en revisión), con 4 géneros y 39 especies nativas de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Estas obras presentan descripciones de los géneros y especies encontrados en las entidades en estudio, claves descriptivas para separar los taxa incluidos, nomenclatura actualizada y sinonimias, información sobre aspectos ecológicos y de distribución general por especie, mapas con localidades de colecta y algunas ilustraciones. El método empleado consiste en: 1) Revisión de especímenes depositados en los principales herbarios nacionales y los herbarios US y TAES del extranjero, 2) colecta en campo y estudio de ejemplares colectados, 3) determinación de coordenadas geográficas de cada uno de los ejemplares revisados, 4) incorporación de los datos georreferidos en bases de datos del sistema Biótica de la CONABIO, que permiten ver la distribución espacial de las especies y se encuentran disponibles a todo el público en dicha Institución y 5) Elaboración y edición de las descripciones y claves de separación, mapas e ilustraciones.

Palabras clave: Gramíneas, Poaceae, florística, Desierto Chihuahuense.

POTENCIAL DE VIABILIDAD EN SEMILLAS DE POBLACIONES DE SOTOL (*Dasyllirion leiophyllum*)

Morales, N. C.R.¹ y Sierra, T. S.^{1*}

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Campana. Avenida Homero No. 3744 Fraccionamiento El Vergel. 31100. Chihuahua, Chih., México. Teléfono-Fax (614) 484-4040 (sierra.jsantos@inifap.gob.mx) y (morales.carlos@inifap.gob.mx).

Los sotoles (*Dasyllirion* spp) son plantas nativas de México y características del Desierto Chihuahuense. La semilla de sotol presenta problemas de testa dura y baja germinación. El objetivo fue evaluar la respuesta a la germinación después de siete años de almacenada para conocer el potencial de viabilidad de la semilla. Se realizaron recolectas de semilla en varias localidades del estado de Chihuahua en el año 2000. La semilla de 13 procedencias se sometió a una prueba de germinación estándar y emergencia, tanto a semillas con, como sin brácteas. Las semillas se depositaron en cajas petri con sustrato de algodón y papel filtro, se regaron con agua destilada. Se utilizaron 50 semillas por repetición y se tuvieron tres repeticiones por procedencia. Las pruebas de emergencia se realizaron en recipientes con tierra. Las mismas pruebas de germinación y emergencia se realizaron siete años después (2007). En el año 2000 y 2007 la semilla con brácteas presentó un rango de germinación de 0% a 14.6% y 0 % a 4.3 %, respectivamente, habiendo diferencia significativa ($P>0.01$) de germinación entre procedencias. En la semilla sin brácteas el rango de germinación fue de 86 a 100 % y 8 a 84.6 % para 2000 y 2007, respectivamente. En año 2000 y 2007 la semilla con brácteas presentó un rango de emergencia de 11.7 % a 81.7 % y 4.6 % a 52 %, respectivamente, presentando diferencia significativa ($P>0.01$) de germinación entre procedencias. En la semilla sin brácteas el rango de emergencia fue de 10 a 75 % y 0.66 a 68.6 % para 2000 y 2007, respectivamente. El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P>0.01$) entre semilla escarificada y no escarificada para germinación. En emergencia no se detectó diferencia significativa entre tratamientos de escarificado. Las brácteas de la semilla de sotol impiden su germinación, durante el primer año. La semilla de sotol pierde entre un 20 y 40 % su capacidad de germinación y emergencia después de siete años de almacenada.

POTENCIAL DE ÁREAS RELICTO DE MEZQUITE COMO FUENTE DE GERMOPLASMA EN MORELOS, ZAC.

Fco. Antonio Rubio Aguirre*

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP.

Apdo Postal 18, Calera, Zac. Tel., 0149850198. Correo: frubio@inifapzac.sagarpa.gob.mx.

El objetivo fue conocer el potencial productivo de plantas de mezquite en base a sus atributos de producción y calidad de semilla, en una mezquitera relicto rodeada de áreas agrícolas en el mpio. de Morelos, Zac. El estudio se inicio el 29 de agosto del 2005, en donde fueron escogidos un total de ocho árboles adultos bajo el criterio de mayor abundancia de frutos (vainas), cada árbol fue identificado y se tomaron datos de altura (m), y longitud (m) en las direcciones N-S y E-W; posteriormente, se procedió a recolectar sus vainas y se colocaron en sacos de nylon, se midió el tiempo en horas dedicado a la recolecta. Las variables fueron: el rendimiento en kg de vainas/planta, y siete meses después, se tomaron muestras de vainas al azar para conocer la calidad de semilla en base al No. de semillas enteras/vaina, porcentaje del No. semillas/vaina atacada por insectos (familia *Bruchidae*) y la longitud (cm) de vainas. Cada planta fue considerada un tratamiento (T=8), los datos se agruparon en un diseño experimental completamente al azar, usando 100 repeticiones para el número y porcentaje de semillas dañadas/vaina y 25 repeticiones para conocer su longitud. La comparación de medias fue con DMS al 0.05. Los resultados indican una altura de 5.6 ± 0.86 m por planta, una longitud N-S de 7.5 ± 1.46 m y una longitud E-W de 8.07 ± 1.32 m. El rendimiento de frutos fue para los tratamientos T₁ al T₈, fue de: 18.5, 17.0, 38.0, 7.5, 44.5, 3.5, 12.5 y 30.5 kg/planta, respectivamente, con una media de 21.5 ± 14.6 kg., estimando que una persona puede recolectar 10.0 kg de vainas/hora. En cuanto al No. de semillas/vaina y al porcentaje de daños por insectos se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) entre plantas. Los manchones aislados son fuente útil de germoplasma para conservar e incrementar el mezquite.

MODELACIÓN ESPACIAL DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE *Quercus emoryi* Torr. (FAGACEAE) EN MÉXICO

Torres Meza María de Jesús*, Alma Delia Báez González, Luis Humberto Maciel Pérez, Esperanza Quezada Guzmán y J Santos Sierra Tristán.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas Km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. Tel. y Fax: 01 (465) 958 01 61. Correo-e: baez.alma@inifap.gob.mx

La mayor concentración de especies de encino en el mundo posiblemente se encuentra en el Centro y Sur de México. Son especies potencialmente útiles para reforestar por su capacidad de adaptarse a diversos ambientes, son fuente de alimento tanto para fauna como para el hombre, son hábitat de flora y fauna y son las de mayor uso energético en el país. Como una contribución al conocimiento del género *Quercus* y al uso del modelaje; se definió la distribución geográfica de *Quercus emoryi* Torr. en México, en función de factores climáticos, edáficos, de vegetación y de relieve así como diversos escenarios de cambio climático en su hábitat; a través de la caracterización de sitios de colecta registrados en ejemplares de herbario y del análisis de regresión lineal de indicadores climáticos. Se obtuvo una aproximación al nicho realizado de la especie y con base en él, un modelo de distribución geográfica de *Quercus emoryi* con una concordancia substancial al aplicarse el índice de Kappa, así como valores entre 0.825 y 0.963 con otras estadísticas no paramétricas como especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y precisión total. Se detectaron tendencias positivas significativas en anomalías de indicadores climáticos relacionados con temperatura y negativas en los relacionados con precipitación en estaciones climáticas ubicadas dentro del área del modelo, la cual puede incluir el área donde se distribuye la especie, el área donde estaba la especie pero ya no está, el área donde no está la especie pero puede estar y el área donde pueden estar especies afines. Estos resultados representan un apoyo a programas con fines de reforestación, reintroducción, restauración y conservación y aprovechamiento tanto de la especie como del hábitat que ocupa, el cual incluye bosques de pino, encino, táscate, bosques mixtos densos a abiertos y pastizal natural.

DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DE LOS PASTIZALES DEL EJIDO “SAN JOSÉ DE LA PARRILLA”, DGO.

Francisco O. Carrete Carreón, Juan Fernando Sánchez Arroyo*, Francisco Javier González González, Javier Amaya Machado y José Luis Rodríguez

INIFAP-DURANGO, Km. 4.5 carretera al Mezquital, Apdo. Postal 186, Durango, Dgo.
Tel. (618)826-0426. E-mail: focc1928mx@yahoo.com

Los pastizales ubicados en áreas comunales normalmente presentan graves signos de deterioro debido al mal manejo al que han sido sometidos, lo que provoca que actualmente se encuentren en condición de regular a pobre y que se presenten parámetros productivos que están muy por debajo de su potencial. El ejido “San José de la Parrilla” se ubica en el municipio de Nombre de Dios y tiene una superficie total de 8000 ha, cuenta con un clima seco templado con verano cálido BS₁K y seco semicálido BS₁h con temperatura media anual de 14 a 20 °C, precipitación pluvial de 350 a 550 mm al año, con régimen de lluvias en verano. Las principales gramíneas presentes son: navajita, banderita, zacate guía, popotillo plateado y tres barbas. Las arbustivas son: huizache, mezquite, anillo y nopal y las especies arbóreas son: encinos, táscates y pino piñonero. Se hizo un estudio de diagnóstico de acuerdo a la metodología: “Evaluación cualitativa de la salud del agostadero” (USDA y USDI, 2000), se ubicaron 46 puntos localizados al azar y se detectaron problemas como: sobrepastoreo, pastoreo continuo, pérdida de vigor y cobertura vegetal de especies deseables, invasión de especies indeseables y otros. El análisis de los datos de los puntos muestreados determina que la salud del agostadero del Ejido se ubica en el índice 2.4 en la escala de 1 a 5, lo cual significa que la *Condición está entre Moderada Extrema a Moderada*. Se hicieron algunas recomendaciones y las acciones que se han realizado son: desecho de animales improductivos, ajuste de carga animal, establecimiento de un sistema de pastoreo, programa de mejoramiento genético, parcelas perennes para la producción de forraje.

MONITOREO DEL ESTADO DE SALUD DEL PASTIZAL EN DOS PREDIOS EJIDALES EN EL MUNICIPIO DE NAZAS EN EL ESTADO DE DURANGO

García Espino Gerardo¹, González González Francisco J.*², Carrete Carreón Francisco O.² y
Sánchez Arroyo J. Fernando.²

¹ Inifap-Cirnoc-Celala tel/fax 01(871) 762 4977-01(871)762 0715,

²Inifap-Cirnoc-Cevag tel y fax 01 (618) 8260426, gonzalez.franciscoj@inifap.gob.mx

El deterioro de los pastizales dedicados al pastoreo de animales domésticos es evidente en la gran mayoría de los predios, principalmente en los de uso comunal, como lo son los ejidos. Sin embargo en los matorrales de zonas áridas las consecuencias del sobrepastoreo han sido más severas, resultando en la desaparición casi total de las gramíneas y una baja cobertura del suelo. La evaluación se llevó a cabo en dos localidades: una en la Microcuenca Nazas en el Ejido Sta. Teresa de la Uña en una exclusión de 10 ha. La otra localidad se ubica en la Microcuenca de Tomatillos en el Ejido Paso Nacional en un área excluida de 15 ha. En esta localidad se establecieron dos áreas de muestreo dentro del área excluida, de las cuales una quedó dentro de un área con bordos a nivel y la otra en una área donde se pasaría el rodillo arreador. Se establecieron transectos de 50 m de largo para evaluar la cobertura, para medir la densidad de arbustos se emplearon parcelas de 200 m² (2m de ancho a ambos lados de la línea de 50m). La cobertura se determinó en base a la lectura de 50 puntos a cada metro en la línea. En el primer sitio la cobertura vegetal fue de solo 34% mientras que el porcentaje de suelo desnudo fue de 66%, la arbustiva más abundante fue la gobernadora (*Larrea tridentata*) con 2400 plantas /ha. En el sitio 2 en el área ubicada entre los bordos el porcentaje de cobertura fue de únicamente el 20%, mientras que el área de suelo desnudo fue del 80%, la especie más abundante fue el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) con 3050 plantas /ha; en la otra área la cobertura fue de 28% y el suelo desnudo ocupó el 72%, la especie más abundante fue el sangre de drago con 21700 plantas/ha.

PRINCIPALES ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE POBLACIONES DE GRAMÍNEAS EN LAS ZONAS SEMIÁRIDAS EN EL ORIENTE DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

Meraz J. Antonio de Jesús, Galarza M. José Luis, Díaz N. Vicente, Ponce M. Amalio, Sosa R. Joaquín, Torres G. Jorge Alejandro y Hernández Q. Nahum.

Depto. Disciplinas Agrícolas. Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Av. Universidad No. 940, Cd. Universitaria. C. P. 20100. Tel. 01 (449) 965-01-59 Ext. 107. ajmeraz@correo.uaa.mx

Este trabajo forma parte de un estudio regional forestal para la UMAFOR del Oriente de Aguascalientes, que comprende los municipios de El Llano, Tepezalá y Asientos. El propósito es, entre otros, el de determinar las condiciones actuales de los recursos y las posibles opciones de manejo. Se hizo primeramente un estudio exploratorio a partir de imágenes de satélite con el fin de identificar las áreas con cubierta vegetal natural; se ubicaron transectos y puntos de verificación para el levantamiento de información de campo, determinándose las áreas con formaciones vegetales de mayor importancia en la zona. Posteriormente, con muestreos dirigidos hacia estas áreas, pero estratificando con base en su cubierta vegetal, se realizaron 35 muestreos en parcelas de 100 m², donde se determinaron variables dasométricas y edafológicas. Los rangos de altitud de los sitios muestreados van de 1986 a 2365 msnm. Siendo el objetivo principal el de identificar y cuantificar las especies arbóreas, se encontró que en todos los sitios aparecen como especies asociadas una cantidad importante de gramíneas (13 spp en total), en particular pastos como el *Bouteloa simplex* y el *Bouteloa gracilis*. Como en la mayoría de los ecosistemas de esta zona del país, los pastizales juegan un rol importante para numerosas poblaciones que basan sus actividades productivas en su aprovechamiento a través de la ganadería. Sin embargo, dada la presencia en prácticamente todos los sitios de *Muhlebergia rigida* y *Microchloa kuntii*, además de la *Jatropha dioica*, significa que ha habido un uso excesivo de estas áreas, mediante el sobrepastoreo, principalmente de ganado caprino y vacuno. Esta información será integrada a un Sistema de Información Geográfica que permitirá analizar la situación de los pastizales en esta zona y llegar a formular estrategias de aprovechamiento y manejo sustentable de este recurso, mediante el Ordenamiento Ecológico con la participación de la población involucrada.

LA BIOTA ACUÁTICA DEL SISTEMA LAGUNAR MEDIA LUNA, RIOVERDE, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Jorge Palacio Núñez³, *Guillermo Martínez de la Vega^{1,2},
*Gustavo Ernesto Quintero Díaz^{2,4}, Joel Vázquez Díaz^{5,2},
Blanca M. Vázquez Villa^{1,2}, Marcelo Silva Briano⁴

¹. UASLP, Tel: 014448422359, email: gmartinezdelavega@yahoo.com

². BIODIVERSIDAD, A. C., Tel: 014491110989, email: herpcentro@yahoogrupos.com.mx

³. CP-SLP, Tel: 01496 96 302 40, email: dirslp@colpos.mx

⁴. UAA, Tel: 01449108405, email: gequintmx@yahoo.com.mx

⁵. Internacional de Relojos, Tel: , email: joelvd@hotmail.com

Se estudiaron las comunidades biológicas de cuatro lagunas: Media Luna y Antejitos, El Coyote y La Pala, en un área de 12 ha al sur del desierto Chihuense. El sistema se sitúa entre los 21 50' y 21 55' latitud Norte y los 99 55' y 100 03' de longitud Oeste, posee clima semiseco con lluvias en invierno de 500 mmp p/a; la vegetación es mezquital extradesértico arbóreo mezclado con zacatal inundable de *Setaria macrostachya* y *Arundo donax*. Se trabajó en campo por un año documentando el fitoplancton y el zooplancton, así como la vegetación y la fauna acuáticas. Empleando diversas técnicas se analizaron distintos parámetros en muestras de agua (composición físico-química, DBO, microbiología y plancton); usando redes, trampas, microscopio óptico y claves dicotómicas se recolectó e identificó a los organismos de distintos grupos. Como resultados se obtuvieron datos de composición y calidad del agua, riqueza de plancton, plantas acuáticas e ictiofauna. El fitoplancton lo forman algas: seis especies de cianofitas de cinco géneros: *Lyngbia*, *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Gloeocapsa* y *Coelosphaerium*; varios géneros de crisófitas, como: *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Navicula* y *Gonfthonema*, dos clorofitas: *Spirogira* y *Microspora*; de diatomeas los géneros *Synedra* y *Terpsinoe*. El zooplancton (invertebrados) lo forman protozoarios (*Arcella spp.* y *Centropyxis aculeata*), nemátodos (una especie aún no identificada), crustáceos (de ostrácodos una especie no identificada, copépodos: *Mesocyclops ellipticus* y *Acanthocyclops robustus*, de moluscos hay una especie de caracol (*Helix, sp*) en fase larval; de los anélidos hallamos una especie desconocida de oligoqueto. En cuanto a vertebrados, la ictiofauna es variada e importante en endemismos, pues hay 13 especies de peces de los cuales la mitad son exclusivos de la Media Luna y Los Antejitos; los géneros más diversos son *Erichthys* y *Dionda*. Los peces exóticos afectan a las especies nativas, pues algunas están en riesgo.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL SISTEMA MEDIA LUNA: UN HUMEDAL DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

*Guillermo Martínez de la Vega^{1,2}, Jorge Palacio Núñez³,
*Gustavo Ernesto Quintero Díaz^{2,4}, Joel Vázquez Díaz⁵,
Blanca M. Vázquez Villa^{1,2}, Gilfredo de la Riva Hernández⁴

¹. UASLP, Tel: 014448422359, email: gmartinezdelavega@yahoo.com

². BIODIVERSIDAD, A. C., Tel: 014491110989, email: herpcentro@yahoogrupos.com.mx

³. CP-SLP, Tel: 01496 96 302 40, email: dirslp@colpos.mx

⁴. UAA, Tel: 01449108405, email: gequintmx@yahoo.com.mx

⁵. Internacional de Relojes, Tel: , email: joelvd@hotmail.com

El objetivo fue conocer la composición ecológica de las lagunas Media Luna, Los Anteojitos, El Coyote y La Pala; así como su área de influencia entre los 21 50' y 21 55' latitud Norte y los 99 55' y 100 03' de longitud Oeste en el municipio de Rioverde, S.L.P., México. Este humedal aflora en un valle entre la Sierra Madre Oriental y la llanura del Río Verde (cuenca del Río Pánuco), al sureste del desierto Chihuahuense; el clima es semiseco-semicálido con invierno fresco y lluvias de 500 mm p/a. El proyecto fue realizado en cuatro fases: 1) De planeación para recopilar literatura pertinente; 2) De Campo para caracterizar el área y recolectar muestras y especímenes; 3) De Laboratorio para analizar muestras e identificar especies de flora y fauna; y 4) De Gabinete para procesar datos y redactar informe; efectuando 12 salidas de 5 días c/u, cada dos semanas durante un año (2,000 horas). Con diferentes metodologías estándar se evaluaron componentes abióticos y bióticos del área: suelos, físico-química y microbiología del agua, fitoplancton y zooplancton, flora, vegetación y riqueza faunística. Los resultados indican que este es un ecosistema aislado (de cuenca cerrada), único en el desierto Chihuahuense: el agua es yesosa con alto contenido de calcio y magnesio, limpia en sitios profundos pero superficialmente contaminada con coliformes, por actividad humana; los suelos son arcillosos pesados a arenosos de tipo medio y ligero con pH neutro. El fitoplancton lo forman tres familias de algas, el zooplancton seis clases de invertebrados, la flora 52 especies en vegetación de matorral extradesértico y pastizal inundable. Existen 88 especies de vertebrados (14 de peces, 3 de anfibios, 7 de reptiles, 52 aves y 12 de mamíferos medianos). Es prioritario conservar este humedal porque de él dependen la agricultura local, además de la biodiversidad y sus endemismos regionales.

FLORA Y VEGETACIÓN EN LA LLANURA DEL RÍO VERDE, SURESTE DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

*Guillermo Martínez de la Vega^{1,2}, Jorge Palacio Núñez³,
Gustavo Ernesto Quintero Díaz^{2,4}, Joel Vázquez Díaz⁵,
*Onésimo González Costilla^{1,2,6}, Blanca M. Vázquez Villa^{1,2}

1. UASLP, Tel: 014448422359, email: gmartinezdelavega@yahoo.com
2. BIODIVERSIDAD, A. C., Tel: 014491110989, email: herpcentro@yahoogrupos.com.mx
3. CP-SLP, Tel: 01496 96 302 40, email: dirlslp@colpos.mx
4. UAA, Tel: 01449108405, email: gequintmx@yahoo.com.mx
5. Internacional de Relojos, Tel: , email: joelvd@hotmail.com
6. Conservación Humana, A. C., email: onygc@yahoo.com.mx

Se describe la flora y vegetación de un humedal de aproximadamente 12 has en el valle del Río Verde, San Luis Potosí, México (sureste del Desierto Chihuahuense). El sistema lo forman las lagunas; Media Luna, Antejitos, El Coyote y La Pala, además de su área de influencia. Se localiza entre los 21° 50' y 21° 55' latitud Norte y los 99° 55' y 100° 03' de longitud Oeste. El clima regional es tropical semiseco con lluvias en invierno de unos 500 mm p/a. El proyecto consistió en la realización de 12 salidas de campo durante un año, mediante recorridos, observaciones y recolectas botánicas, se obtuvo información acerca de la composición florística y de la vegetación. Además se realizaron recolectas y análisis de los suelos asociados, siendo los mas abundantes los de origen calizo y yesosos-salinos de consistencia compactada como consecuencia del pisoteo por ganado. La flora vascular se compone de 52 especies ubicadas en 23 familias botánicas, (Rzedowski registró en 1966, un total de 95 especies). Los tipos de vegetación característicos son el matorral extradesértico (xerofítico) con la asociación *Prosopis-Acacia*, como especies arbóreas y, el zacatal inundable (*Setaria macrostachya* y *Arundo donax*). Sobresalen por su abundancia especies de porte herbáceo: compuestas (*Ageratum corymbosum*, *Brickellia veronicaefolia* y *Dyssodia acerosa*, otras gramíneas y algunas cactáceas). Como parte del uso frecuente del sitio (agricultura y pastoreo), aparece una vegetación secundaria en la periferia, dominada por herbáceas de porte pequeño y rastro. Algunas plantas crecen sobre suelos yesosos-salinos, siendo indicadoras del sustrato, (*Flaveria trinervia*, *Flaveria anomala*, *Viguiera potosina*). Se identificaron algunos táxones endémicos, que al parecer son remanentes de una flora antigua (relictual del período Pleistoceno) en la zona.

ANÁLISIS FITOSOCIOLÓGICO DE LOS PASTIZALES GIPSÓFILOS DEL NORTE DE SAN LUIS POTOSÍ.

Onésimo González Costilla¹
Joaquín Giménez de Azcárate²
Guillermo Martínez De la Vega³

¹CEBATIS 151, Matehuala, S.L.P. e mail: onygc@yahoo.com.mx, Tel. y fax: 01-4888825650

²Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo. España

³.Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (UASLP)

Se presenta de manera preliminar una nueva asociación, *Muhlenbergia purpusii-Boutelouetum chasei* G. Azcárate & O. González ass. nova hoc loco, localizada en el norte del San Luis Potosí sobre suelos yesíferos, se describe como una comunidad de hemicriptófitos cespitosos de la familia de las gramíneas y las compuestas. Este pastizal (zacatal), conlleva un único estrato herbáceo, presenta una altura promedio de unos 20-30 (35) cm, y un recubrimiento que oscila entre el 40 y el 75%, lo que le da un aspecto discontinuo, con abundantes calveros de tierra. Como especies características de la asociación están *Bouteloua chasei*, *Muhlenbergia purpusii*, *Dicranocarpus parviflorus*, *Nama undulatum* y *Dalea filiciformis*. La caracterización de esta comunidad se realizó siguiendo el método fitosociológico de la escuela de Zürich-Montpelier (Werger 1974; Braun-Blanquet 1979), basado en inventarios florísticos y su posterior reunión en tablas de vegetación. Para la elección de las áreas a muestrear se siguió el criterio de área mínima de superficies ecológicamente homogéneas (Westhoff y Van Der Maarel, 1980). En cada inventario se registraron datos de la localidad como situación, altitud, orientación, pendiente, y se estableció la relación florística con sus correspondientes estimas de cobertura expresada en porcentaje; de este modo se determinaron las coberturas y la estructura de la comunidad vegetal, además de estimar la superficie ocupada por el suelo desnudo. La información recopilada en cada muestreo o inventario de vegetación se considera como la parte más importante de todo el proceso metodológico y la base para la caracterización del manto vegetal de un territorio. Para los aspectos nomenclaturales y sintaxonómicos se siguió el Código de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman et al. 1976). Finalmente en la determinación de las especies se siguió el Manual de Plantas Vasculares de Texas (Correl & Johnston, 1970); Flora del Desierto Chihuahuense (Inéd.) de Henricksen, J. y M.C. Johnston (1997).

ESTUDIO FITOSOCIOLÓGICO DE LOS PASTIZALES CIMEROS DEL NORTE DE SAN LUIS POTOSÍ

Onésimo González Costilla¹
Joaquín Giménez de Azcárate²
Guillermo Martínez De la Vega³

¹CEBATIS 151, Matehuala, S.L.P. e mail: onygc@yahoo.com.mx, Tel. y fax: 01-4888825650

²Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo. España

³Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (UASLP)

Se presenta de manera preliminar una nueva asociación, *Agave gentryi-Muhlenbergietum repentis* associatio nova hoc loco G. Azcárate & O. González. Esta comunidad se distribuye en las zonas cimeras de la Sierra de Catorce al norte del San Luis Potosí. Constituye un zacatal dominado por hemicriptófitos cespitosos gramínoideos entre los que sobresale el caméfito rosulado *Agave gentryi*. Presenta un estrato herbáceo denso y continuo dominado por macollas, con una cobertura de entre 75 y 90% y con una altura promedio de 0.4 m. Las especies características de asociación, además de las que le dan nombre, son *Muhlenbergia repens* y *Lycurus phleoides*. Otros elementos transgresivos que se incorporan al estrato herbáceo son: *Stipa ichu*, *Stevia salicifolia*, *Lonicera pilosa*, *Asphodelus fistulosus*, *Tridens grandiflorus*, *Salvia concolor* y *Piquería trinervia*. De forma complementaria se presentan elementos nanofanerófitos que conforman un estrato subarbustivo muy abierto y discontinuo, la mayoría de la clase *Quercu-Pinetea cemboidis*, como *Lindleya mespiloides*, *Q. striatula*, *Juniperus* spp. La comunidad se presenta en cimas redondeadas y laderas calizas o lutíticas de las partes altas de la Sierra de Catorce (entorno a los 3000 m), sobre pendientes moderadas o acusadas (30-40 %). En estas condiciones los suelos son muy poco evolucionados, delgados, de coloración grisácea, moderadamente ácidos y con pH ligeramente ácido, entre 5.5 y 6.5. La caracterización de esta comunidad se realizó siguiendo el método fitosociológico de la escuela de Zürich-Montpelier (Werger 1974; Braun-Blanquet 1979), basado en inventarios florísticos y su posterior reunión en tablas de vegetación. Para la elección de las áreas a muestrear se siguió el criterio de área mínima de superficies ecológicamente homogéneas (Westhoff y Van Der Maarel, 1980). En cada inventario se registraron datos de la localidad como situación, altitud, orientación, pendiente, y se estableció la relación florística con sus correspondientes estimas de cobertura expresada en porcentaje; de este modo se determinaron las coberturas y la estructura de la comunidad vegetal, además de estimar la superficie ocupada por el suelo desnudo. Para los aspectos nomenclaturales y sintaxonómicos se siguió el Código de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman et al. 1976). Finalmente en la determinación de las especies se siguió el Manual de Plantas Vasculares de Texas (Correl & Johnston, 1970); Flora del Desierto Chihuahuense (Inéd.) de Henricksen, J. y M.C. Johnston (1997).

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA DE UN ZACATAL SALADO EN EL EX LAGO DE TEXCOCO, MÉXICO, DE 1984 A 2004

Héctor Manuel Tovar-Soto¹, Edmundo García-Moya y Angélica² Romero-Manzanares²

¹Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, Gro; hectorts@colpos.mx

²CP – Campus Montecillo – Botánica; km 36.5, Carr. México-Texcoco, Montecillo, Edo Méx.

Debido a la adaptación, abundancia y utilidad de su establecimiento en condiciones altamente salinas, inundación y material parental *sui generis*, se estudió la productividad primaria neta (PPN), aérea y subterránea, de un zacatal salado (integrado mayoritariamente por el zacate *Distichlis spicata*), en el ex Lago de Texcoco, México, de 1984 a 2004, mediante cosechas mensuales. La evaluación se realizó en Montecillo, Texcoco, Méx. (19° 27' N, 98° 55' W y 2,240 m), midiendo biomasa (B), necromasa (M) y tasas de descomposición (D) aéreas y subterráneas. La PPN promedio anual fue de 1,668 g m⁻², para el periodo estudiado: 63% (1,052 g m⁻²) fue subterránea y 37% (615 g m⁻²) aérea; la primera reviste importancia al constituirse en reservorio, asegurando la sobrevivencia de esta comunidad cuando es sometida a adversidades: sequías, inundaciones o sobrepastoreo. La marcha de PPN mostró altibajos: máximos en abril, mayo y septiembre (316, 265 y 196 g m⁻²); los mínimos se registraron en marzo, enero y junio (21, 41 y 58 g m⁻²). Al analizar por estaciones la PPN, se registró el siguiente comportamiento: primavera, 639 > verano, 471 > otoño, 310 > invierno, 248 g m⁻². El mínimo de marzo refleja el valor negativo de la PPN aérea del mes, debido a incendios en febrero-marzo. Cuando la descomposición es máxima en junio, PPN disminuye de abril a mayo, de 316 y 265 a 58 g m⁻². La PPN es mayor en primavera (639 g m⁻²), cuando está terminando el estiaje y comienzan las lluvias; desciende en verano (471), otoño (310) e invierno (248 g m⁻²). Parte de esto se explica porque el “jaboncillo” subyacente almacena agua hasta en más del 500 % de su peso, y puede aportarla al zacatal para el inicio del crecimiento.

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA COBERTURA DE LA TIERRA (SICT)

Biol. Arturo Victoria Hernández*, Ing. Martín Niño Alcocer*, Biol. Alejandro Ibelles Navarro

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática; Av. Héroe de Nacozari Sur # 2301; Fracc.
Jardines del Parque CP 20170; Tel. 01 449 9 10 53 00 ext. 5255 y 2981
arturo.victoria@inegi.gob.mx, martin.nino@inegi.gob.mx, alejandro.ibelles@inegi.gob.mx

El Sistema de Información de la Cobertura de la Tierra (SICT) surge en respuesta a las necesidades de generar información de Uso del Suelo y Vegetación a mayor detalle con el propósito de que sea compatible, compartible y comparable con la generada por otras dependencias y organismos internacionales a los que el gobierno mexicano entrega reportes e informes (SEMARNAT, CONAFOR y FAO). El objetivo es obtener un Sistema de Información que represente los elementos que conforman la cobertura de la tierra bajo un sistema de clasificación, a escalas grandes, para ser utilizado por la Administración Pública Federal así como por diversos usuarios y que considere los estándares nacionales e internacionales. Es un Sistema que representa los elementos que conforman la cobertura de la tierra a escalas grandes. Agrupa en el mismo sistema la información de los atributos ambientales que contribuyen a definir cada tipo de vegetación. Mantiene la coherencia y compatibilidad con los conceptos de tipos de vegetación reconocidos para México. Presenta una estructura de datos enriquecida que a su vez presenta una estructura de datos enriquecida que permita un mayor alcance en el análisis de las características, condiciones y distribución de las comunidades vegetales. Cuenta con una novedosa estructura que permite obtener información de la cobertura de la vegetación a partir de sus características y de la naturaleza de su cobertura. Se presenta información que caracteriza a los estratos principales y secundarios de la vegetación así como a los cultivos principales y secundarios la información se puede representar en términos de tipos de vegetación o de características de la cobertura de la tierra por ejemplo Pastizal Natural Alto y Abierto, Pastizal Natural Bajo y Cerrado, Pastizal Gipsófilo Bajo y Sin Cobertura Aparente. El sistema fue puesto en práctica para su evaluación en 11 diferentes zonas ecológicas del Territorio Nacional.

ATRIBUTOS DE LA VEGETACIÓN EN DOS ÁREAS DE PASTIZAL CON DIFERENTE MANEJO, EN LA PARRILLA NOMBRE DE DIOS, DURANGO.

Patricia de la Barrera Zamora, Francisco Oscar Carrete Carreón*, Francisco Javier González González, Fernando Sánchez Arroyo y Gerardo García Espino.

Estudiante de postgrado de la Facultad de Ciencias Forestales de la UJED, Río Papaloapan y Boulevard Durango s/n, Colonia Valle del Sur. INIFAP-DURANGO, Km. 4.5 carretera al Mezquital, Apdo. Postal 186, Durango, Dgo. Tel. (618)826-0426. focc1928mx@yahoo.com

El presente estudio se llevó a cabo en el Ejido la Parrilla, municipio de Nombre de Dios, Durango, con el fin de evaluar el estado inicial que guarda el agostadero y tomarlo como base para definir un plan de manejo del predio. Se han hecho varios estudios en dicho ejido, relativos al manejo del pastizal, pero para el caso específico de este reporte se definieron dos pequeñas áreas en las que durante más de cincuenta años tuvieron manejo similar (sobrepastoreo). A partir de la temporada de lluvias del año 2002, un potrero de 300 ha (exclusión) se cercó y se excluyó al pastoreo, de junio de 2005 a julio de 2006 apacentaron 60 vaquillas, carga equivalente a 40 Unidades Animal; de entonces a la fecha esta área se ha mantenido sin ganado. El área adyacente (testigo) se ha utilizado de manera continua con una carga alta y sin control del pastoreo. En la época de estiaje (marzo-mayo) del presente año se hicieron evaluaciones de la vegetación en ambas áreas. Se trazaron seis transectos permanentes en cada área y se evaluaron como líneas de puntos con observaciones a cada metro lineal, a fin de estimar algunos atributos de la vegetación. Se determinó también la densidad de arbustivas mediante conteo directo en franjas de dos metros por cada lado de los transectos. La cobertura vegetal total promedio fue de 71 y 35% ($P < 0.01$), para la exclusión y testigo, respectivamente. La mayor densidad de plantas arbustivas se observó en *Calliandra eryophylla* con 4,883 y 4,558 individuos/ha para exclusión y testigo, respectivamente. Otro arbusto con alta densidad fue *Condalia ericoides* con 617 y 2,950 individuos/ha para exclusión y testigo en forma respectiva. Se observaron además otras 28 especies arbustivas. Es evidente la mejor condición del pastizal excluido del pastoreo.

EVALUACIÓN ESTACIONAL DE LA SALUD DEL AGROECOSISTEMA DE UN AGOSTADERO CAPRINO

Nieva-Montalvo G.¹, Villegas-Aparicio Y.², Velásquez-Cabrera R.² y Hernández-Garay A.³

¹Tesista del Postgrado del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. ²Profesores- Investigadores, ITVO. Ex Hacienda de Nazareno; Xoxocotlán, Oaxaca, México. Email: yurivil37@yahoo.com.mx. ³Investigador del Colegio de Postgraduados de Montecillos, Estado de México.

Los agostaderos son el sustento de los animales en pastoreo y ocupan una superficie considerable en México, el apacentamiento sin control ha conducido al deterioro de los mismos. El objetivo fue evaluar estacionalmente la salud de un agroecosistema de agostadero bajo pastoreo de ganado caprino. La investigación se realizó en la agencia Monte del Toro, Ejutla, Oaxaca, durante el periodo de lluvias del año 2006. Los sitios de muestreo se determinaron en base a las rutas de pastoreo del ganado caprino, obteniéndose seis sitios en tres parajes, donde se estableció la Línea Canfield versión PROGAN con longitud de 30 m, orientadas con los puntos cardinales para determinar la cobertura de las forrajeras, dentro de los cuatro cuadrantes se establecieron nueve parcelas por cuadrante, en las cuales se hicieron los muestreos de rendimiento de gramíneas por corte con cuadrantes de 0.5 x 0.5 m; y en arbustivas por análisis dimensional, esto en forma aleatoria; los cinco puntos fueron permanentes. Se midió en forma cualitativa la condición del agostadero en base a las variables indicadoras propuestas por la National Resource Council. Las mediciones se realizaron mensualmente. La cobertura en promedio fue de 13.3 % en gramíneas, 12.3 % para Huizache y del Toronjil de 12.3 %. La producción por gramíneas aumento en un 89.2% (216.93 a 410.38 kg MS/ha), el rendimiento de *Acacia sp.* Incremento en un 23.88% (2456.37 a 3042.88 kg MS/ha) y el incremento en el caso del toronjil fue de 21.95 % (97.98 a 119.49 kg MS/ha). El coeficiente de agostadero es de 1.6 ha/UA; la condición del agostadero se encuentra en un estado de riesgo.

POTENCIAL FORRAJERO DE CINCO ZACATES NATIVOS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

* Morales, N. C.R.,¹ Melgoza, C. A.,¹ Nuñez, M. O.² y Báez, G. A.D.³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Campana. Avenida Homero No. 3744 Fraccionamiento El Vergel. 31100. Chihuahua, Chih., México.
Teléfono-Fax (614) 484-4040 (morales.carlos@inifap.gob.mx).

² Facultad de Zootecnia, UACH, ³Lab. Nal. de Modelaje y Sensores Remotos, INIFAP

El deterioro de pastizales requiere la resiembra de extensas áreas, utilizando especies nativas mejoradas genéticamente. Entre la diversidad de plantas existe gran variabilidad fenotípica y genotípica que debe ser evaluada. El objetivo del trabajo fue evaluar la sobrevivencia, producción forrajera e índice de área foliar de cinco zacates forrajeros nativos del estado de Chihuahua. La recolecta se realizó durante el verano del 2006 en los pastizales del estado de Chihuahua. Las plantas se cortaron a una altura de 15 cm, se extrajeron con raíz y se transportaron en suelo húmedo al Rancho Experimental La Campana. Las especies recolectadas fueron: banderita (*Bouteloua curtipendula*), navajita (*B. gracilis*), gigante (*Leptochloa dubia*), tempranero (*Setaria macrostachya*) y punta blanca (*Digitaria californica*). El trasplante se realizó durante el primer día posterior a su muestreo. Al inicio del verano de 2007 se realizaron evaluaciones de sobrevivencia, producción de forraje e índice de área foliar. Desde la primavera las plantas iniciaron su crecimiento, por lo que para el 17 de mayo se hizo un corte para evaluar forraje y capacidad de rebrote. La sobrevivencia de los ecotipos fue de 81.6 % en banderita, 93.1 % en navajita, 96.1 % en punta blanca, 84.2 % en tempranero y 92.5 % en gigante, con diferencias significativas ($P < 0.05$) entre especies. El rango de producción de forraje por planta fue de 0.1 a 4.2 g en banderita, 0.1 a 8.1 en navajita, 0.2 a 5.9 en punta blanca, 0.1 a 16.3 en tempranero y 0.1 a 19.7 en gigante, con diferencias significativas ($P < 0.05$) entre especies. El rango del índice de área foliar para banderita fue de 0.01 a 0.82, navajita 0.01 a 0.62, punta blanca 0.06 a 0.94, tempranero 0.03 a 0.62 y gigante 0.09 a 1.38. En esta primera evaluación el zacate gigante presentó las características más sobresalientes, probablemente debido a la mayor talla del zacate. Posteriores mediante evaluaciones podrán corroborar si éste zacate sigue siendo el más sobresaliente, así como otra especie o ecotipos con otras características deseables como rápido crecimiento y resistencia a sequía.

RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO NAVAJITA (*Bouteloua gracilis*) A CUATRO COEFICIENTES DE CULTIVO “Kc” EN ZACATECAS, MÉXICO.

Bravo LÁG.*^a, Mojarro DF.^a; Echavarría CFG.^a; Gutiérrez LR.^a y Amador RMD.^a.
Campo Experimental Zacatecas, INIFAP

En Zacatecas se tienen pozos de bajo gasto y bordos con poca agua que pueden utilizarse para producir forrajes, pero debido a que el agua es limitada, la producción debe de ser lo más óptima posible. Para esto se utilizan sistemas de riego y especies eficientes en el uso del agua. El objetivo fue evaluar el rendimiento de materia seca del pasto navajita (*Bouteloua gracilis*), bajo cuatro coeficientes de cultivo “Kc” como determinante del riego. El estudio se realizó en el Campo Experimental Zacatecas en un suelo de textura franco; CC de 31.0%; PMP de 16.3%; DA. 1.31 g/cm³; 1.93 % de MO. y pH de 7.80; no salino y no sódico. La plantación se realizó en 2003, en camas de 1.52 m de ancho, dos hileras de plantas y una cinta de riego por goteo. Los riegos fueron semanales, y el volumen aplicado se determinó en base a los tratamientos de humedad que fueron: tratamiento 1.- temporal sin riego; tratamientos 2, 3 y 4, se regaron a un Kc determinado con datos de clima históricos del 0.3, 0.5 y 0.7 respectivamente. Al final del ciclo se realizó un balance hídrico para determinar los Kc reales aplicados. Los Kc aplicados y su rendimiento en el 2004 fueron: Kc de 0.44 con 4.54 ton/ha; Kc de 0.51 con 8.94 ton/ha; Kc de 0.57 con 8.09 ton/ha y Kc de 0.66 con 8.36 ton/ha, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. En el 2005 fueron: Kc de 0.22 con 3.08 ton/ha; Kc de 0.31 con 5.42 ton/ha; Kc de 0.69 con 4.67 ton/ha y Kc de 0.52 con 4.67 ton/ha, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Se graficaron los resultados de los dos años y responden a un modelo cuadrático con la siguiente ecuación: $y = -190.3x^2 + 224.2x - 56.941$, con una $r^2 = 0.82$, este indica que al regar a un Kc de 0.56, se tiene la mejor producción de materia seca en esta especie de pasto. La lámina de riego aplicada para este tratamiento fue de 110 mm de riego o un volumen de 1100 m³/ha/año. Mas la precipitación de 474.6 y 214.6 mm para 2004 y 2005 respectivamente.

RENDIMIENTO DE SEMILLA DE PASTO NAVAJITA EN DOS SITIOS DE COSECHA EN LA CUENCA DE SANTA ROSA, FRESNILLO, ZAC.

Fco. Antonio Rubio Aguirre*

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Apdo Postal 18, Calera, Zac. Tel., 0149850198. Correo: frubio@inifapzac.sagarpa.gob.mx.

El pasto navajita azul *Bouteloua gracilis* (H.B.K) Lag., deberá de jugar un rol importante en la rehabilitación de grandes áreas de pastizal que nunca debieron de ser abiertas al cultivo, ya que el artículo 131 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003) orienta la reforestación con especies autóctonas. El objetivo es dar a conocer el rendimiento de semilla de pasto navajita en dos sitios de cosecha en Fresnillo, Zac., durante el año 2005. Los muestreos fueron en: a) potrero con descanso estacional (n=10), y b) área a orilla de carretera (n=9). Cada muestreo fue de una superficie de 10 m², en parcelas circulares escogidas al azar en donde fue cosechada la semilla de pasto con una rozadera. En el sitio b, se midió además el tiempo de cosecha y posteriormente el tiempo dedicado en separar la semilla del tallo floral. La información se analizó bajo una comparación de medias con la prueba de t Student. Se encontraron diferencias altamente significativas entre poblaciones (sitios) al encontrar en el sitio b un rendimiento de 64.9 g/parcela (64.9 kg/ha) de semilla vs. el sitio a, en donde se encontró un rendimiento de 19.8 g/parcela (19.8 kg/ha). El tiempo de cosecha fue de 4.0 min/parcela y el tiempo de desgrane fue de 4.13 min/muestra, lo cual indica que en siete horas de trabajo en sitios seleccionados a orillas de carretera, una persona puede cosechar y en su momento beneficiar 2.5 kg de semilla, la cual si es vendida a \$100/kg, se tendría un ingreso diario de \$250.0. En el sitio b, una macolla individual produjo 5.78 g de semilla/planta (n=15). Se concluye que la cosecha de pasto navajita durante octubre y noviembre es una opción de empleo rural y evita la fuga de divisas por compra de semilla de diferente región ecológica.

CONTENIDO Y FLUCTUACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA, FIBRA DETERGENTE ÁCIDO Y DIGESTIBILIDAD *in situ* DEL PASTO BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) EN SUS DIFERENTES ETAPAS FENOLÓGICAS

*María Luisa Rodríguez Escobedo, Mónica Gabriela Martínez Cuevas, Miguel Luna Luna
Facultad de Agronomía, UASLP, Tel. 8 52 40 56 – 59, mlrdz@uaslp.mx

En los municipios de Aguascalientes, Calvillo, Jesús María y El Llano del Estado de Aguascalientes durante el Crecimiento, Madurez, Latencia (I) y después de una época crítica de sequía (Latencia II) en el pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) se estimó contenido de Proteína (PC) y Fibra Detergente Ácida (FDA) en hoja, tallo y planta completa donde se determinó la digestibilidad *in situ* en Crecimiento, Madurez y Latencia I. El contenido de PC mayor ($P < 0.05$) correspondió a Crecimiento con valores de 16.3, 18.55 y 15.68 %; para hoja, tallo y planta completa, para Madurez, Latencia I y Latencia II, los valores de PC en hoja fueron de 11.99, 10.29 y 6.6 % ($P < 0.05$); en tallo de 5.35, 5.12 y 3.15 %; y en planta completa de 8.48, 6.42 y 4.39 %. Del Crecimiento a Madurez, en Latencia I y II hay pérdida de PC: en hoja 35.30, 44.52 y 64.42 %, en tallo 67.11, 68.58 y 80.67 % y en planta completa 45.91, 57.14 y 72.0 %. El contenido menor ($P < 0.05$) de FDA se estimó en la época de Crecimiento con 35.39 % en tallo, 34.41 % en hoja y 37.05 % en planta completa. En Madurez, Latencia I y II los valores observados fueron: en hoja 39.54, 41.99 y 42.27 %; en tallo 42.49, 45.57 y 46.30 %, y en planta completa 41.96, 45.50 y 46.05 %. El incremento de FDA de Crecimiento a Madurez, Latencia I y II fue: en hoja 12.97, 18.05 y 18.59 %; en tallo 16.70, 22.33 y 23.56 %; y en planta completa 11.7, 18.57 y 19.54 %. La digestibilidad de la planta completa en Crecimiento, Madurez y Latencia I fue de 69.96, 54.07 y 50.36 % y de Crecimiento a Madurez y Latencia I, la digestibilidad disminuyó en 22.71 y 28.0 % respectivamente.

ANÁLISIS DE LOS PASTIZALES CON DATOS INTEGRADOS LANDSAT TM – IRS 1C Y MODELOS DIGITALES DEL TERRENO DE ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL.

Hernández-Quiroz N^{a*}, Pinedo-Alvarez C^a, Ortega-Ochoa C^a, Pinedo-Alvarez A^a, Velez-Sánchez V. C^a.

^a Facultad de Zootecnia (FZ), Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH).
Periférico Francisco R. Almada, Km. 1, Teléfono (614) 4340303, Fax (614) 4340345
cpinedo@uach.mx

La fusión de imágenes multiespectrales con imágenes de alta resolución espacial permite analizar atributos de los pastizales, como unidades de vegetación, su distribución espacial y temporal, condición, y características fisiográficas y ambientales. Los objetivos fueron; analizar las capacidades espectrales de imágenes fusionadas Landsat -IRS-1C para caracterizar las principales unidades de vegetación del rancho Teseachi. El predio se ubica en el municipio de Namiquipa, Chihuahua. Se utilizaron dos bandas visibles de Landsat TM 2005, la banda pancromática de IRS-1C 2002, Modelos Digitales de Elevación (MDE) en escala 1:50,000 y como referencia cartas topográficas escala 1:50,000. Las bandas de Landsat TM fueron segmentadas en subescenas de acuerdo a la ubicación del predio y a los MDE se le aplicó un algoritmo de conversión para generar el Modelo Digital de Pendientes (MDP) y el Modelo Digital de Exposiciones (MDExpo). Las imágenes de satélite se sometieron a procesos de corrección geométrica, atmosférica y radiométrica. La imagen compuesta de Landsat TM-IRS-1C mostró las seis unidades principales de vegetación analizadas en este estudio. Las clases son: áreas de cultivo (agrícola), pastizal mediano abierto, pastizal amacollado, bosque de encino-táscate, bosque de encino y bosque de pino-encino. El pastizal mediano y el bosque de encino similar firma espectral mientras que las áreas de cultivo, el bosque de encino-táscate y el pastizal amacollado presentaron la misma respuesta. El método no supervisado, permitió identificar y generar las seis principales unidades vegetacionales reconocidas por Pérez (1971). La orografía mostró una distribución espacial orientada de norte a sur por lo que la exposición oeste y norte predominaron ligeramente en las tierras de pastoreo del rancho. La temperatura media, mostró comportamientos diversos debido a la influencia de los rangos altitudinales. La utilización de tecnología geoespacial integrada en SIG permitió desarrollar un procedimiento de análisis del recurso pastizal y generar información confiable para apoyar los programas de monitoreo y evaluación de los pastizales.

EFFECTO DEL PESO DEL CLON EN EL PRENDIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL DE TRES ESPECIES DEL GÉNERO *Bouteloua* (POACEAE)⁺

Ricardo Casas-Cazares^{1*}, E. García M.², J. T. Arredondo M.³ y J. L. Flores F.⁴

¹.- Posdoctorante y ².- Profesor Investigador del Posgrado de Botánica, Campus Montecillo. CP rcasas@colpos.mx). ³.- Investigador Titular, del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) ⁴.- Profesor Investigador del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, UASLP

Se evaluó el efecto del peso del clon en el prendimiento y desarrollo inicial de tres especies del género *Bouteloua*: *B. hirsuta* Lag., *B. scorpioides* Lag. y *B. gracilis* Lag. ex Steud. Se transplantaron clones de cuatro, seis y doce gramos, en macetas de seis kilogramos de suelo y se mantuvieron a niveles del 60 al 100% de humedad aprovechable. Los clones de seis y cuatro g de las tres especies, se combinaron para establecer macetas con 12 g de peso fresco, y los clones de 12 g de cada especie se establecieron solos. Se diseñaron los tratamientos como un factorial incompleto, con seis repeticiones y se analizaron como un experimento completamente al azar. Las cepas de las que se dividieron los clones y el suelo, fueron recolectadas del Campo Experimental Vaquerías, del INIFAP en Ojuelos, Jalisco, México, en el Verano del 2006. El ensayo se estableció bajo invernadero en el IPICYT en el 2006 y 2007. Se evaluaron 32 variables, relacionadas a: prendimiento, aspecto visual, fotosíntesis, sistema radical y componentes del rendimiento de la parte aérea. Se encontraron diferencias en el prendimiento por especie y peso del clon, siendo *B. hirsuta* y los clones de cuatro g los de menor prendimiento y *B. gracilis* y *B. scorpioides* y los clones de seis g como los de mejor aspecto. El análisis de los tratamientos rediseñados por las fallas de prendimiento, indica que las variables eficiencia en el uso de agua, peso seco total, aéreo, y de raíz y el de la materia seca de la planta en pie, junto con densidad aparente de la raíz, suma de longitudes de raíz, y la fracción de raíz del peso seco total explican en parte estas diferencias.

*.- Investigación apoyada por el proyecto SEP-CONACYT 43630.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS EN PASTIZALES SEMIÁRIDOS NATURALES

⁽¹⁾Manuela Bolívar*, ⁽¹⁾Luis Pérez, ⁽²⁾Uriel Figueroa ⁽¹⁾Marvin Morales
⁽¹⁾Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, ⁽²⁾INIFAP-Matamoros, Coah.
m_bolivard@hotmail.com

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) generan lodos orgánicos o biosólidos que les representan un problema de tipo ambiental. La NOM-004-ECOL-2003 permite que estos lodos ricos en materia orgánica y nutrientes puedan ser reutilizados, en suelos agrícolas y forestales, como fertilizantes y mejoradores de suelos, pudiendo incrementar la producción agrícola así como la cantidad y calidad de los pastizales de zonas áridas y semiáridas que ocupan aproximadamente el 50 por ciento de la superficie de nuestro territorio. El uso de los biosólidos es una buena alternativa para detener su degradación e incrementar la producción y calidad del forraje. Este trabajo se realizó en el rancho Los Ángeles propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y para cumplir con los objetivos de evaluar la producción y calidad del forraje como respuesta a los efectos de la aplicación de cinco dosis de biosólidos: 0 (T), 30,60,90 y 120 Mg.Ha⁻¹; el diseño utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones cada uno; parcelas de 5 por 5 m para evaluar la cobertura del suelo y de la vegetación. Estas mediciones se hicieron antes y después de la aplicación de los biosólidos. La parcela útil para la determinación de la producción de forraje fue de 0.25 m². Los resultados obtenidos muestran que se logró incrementar la cobertura del suelo y vegetal con la dosis de 30 Mg.Ha⁻¹, siguiendo la de 60 y disminuyendo en las demás dosis. Evaluando la respuesta a nivel individuo, solo *Bouteloua gracilis*, presentó tendencia positiva a las dosis, no así *Aristida curvifolia* y *Erioneron pilosum*. La mayor producción de forraje se logró con 30 Mg.Ha⁻¹ y en cuanto a su calidad (contenido proteico cenizas, extracto etéreo y fibra) sólo el primer parámetro presentó diferencia significativa, siendo el mejor tratamiento, el de 120 Mg.Ha⁻¹.

PALABRAS CLAVE: Biosólidos, forraje, semiáridos.

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE MATERIALES DE ZACATE BUFFEL EN TIERRAS DE CULTIVO ABANDONADAS EN LA ZONA ÁRIDA DE CHIHUAHUA

Terrazas P G

INIFAP-C.E. Delicias, km 2.5 carr. Delicias-Rosales, C.E. Delicias, Chih. Tel.(639) 4 72 19 74, Fax (639) 4 72 21 51. terrazas.jose @inifap.gob.mx y orozco.gamaliel@inifap.gob.mx

El objetivo de esta actividad es seleccionar materiales de zacate buffel para áreas de matorral con menos de 290 mm de lluvia, con tolerancia a heladas y sin problemas de enfermedades fungosas. En tierras abandonadas al cultivo localizadas a una Latitud de 28° 33.4' y una Longitud de 105° 30.3', con una altitud de 1,067 msm, temperaturas media anual de 28.5 °C y mínimas extremas de -10 a -16 °C y una precipitación de 298 mm. Durante el 2005 se establecieron en un diseño completamente al azar 20 materiales de zacate buffel y 9 de otros pastos, estos se establecieron en el fondo de microcuencas, el tamaño de parcelas fue de cuatro surcos de 8 m de largo con un espaciamiento entre ellos de 0.80 m. El rendimiento de forraje en base a materia seca durante el año 2006 con 285 mm de lluvia fue de : 6.2, 6.1, 5.6, 5.5, 5.2, 5.0, 5.0, 4.9, 4.9, 4.8, 4.8, 4.6, 4.5, 4.3, 4.3, 4.1, 3.9, 3.9, 3.3, 3.0, 2.7, 2.3, 1.8, 1.1, 1.1, 1.1, 0.9, 0.8, 0.8, y 0.6 t/ha para los materiales: AS-245, 72, 18, 43, 2, var Formidable, 66, 31, común T-4464 de Camargo, 45, 52, 65, común T-4446 de Sonora, 71, 26, 13, 42, 5, 3 , Klein var Selección 75, 52, zacate Garrapata, banderilla var Vaughn, llorón var Ermelo, navajita var Hachita, *Eragrostis Lehmanniana* PI-266436, yellow bluestem var Plains, yellow bluestem var Iron Master y switch grass var Alamo respectivamente. Se concluye preliminarmente que los materiales de buffel AS-245, 72, 18, 2, 66 y 43 presentaron un mejor comportamiento productivo que el buffel común T-4464.

APORTES A LA VALORACIÓN DEL PAIXTLE (*Tillandsia recurvata*) EN ECOSISTEMAS SEMIÁRIDOS DEL CENTRO DEL PAÍS

J.T. Frías-Hernández*; V. Olalde-Portugal; J. González-Castañeda; R. Ramírez-Malagón; E. Flores-Ancira

Instituto de Ciencias Agrícolas, U. de Gto.; CINVESTAV-IPN, U. Irapuato; UA de Aguascalientes

El paixtle (*Tillandsia recurvata*) es una especie epífita que invade las ramas y troncos de especies vegetales leñosos preferentemente, llegando inclusive a desarrollarse en superficies lisas como las pencas de nopal y hasta en cables de electricidad, esto gracias a sus características fisiológicas que las hacen muy tolerantes a la sequía y a que su obtención de agua y nutrimentos la realizan a partir del agua de lluvia, de las partículas acumuladas del viento y de la descomposición de la corteza donde habitan. Aunque no es parásita es considerada una plaga forestal por el grado de invasión en ramas y troncos provocando desecamiento, interrupción de la fotosíntesis y ocasionalmente ruptura de las ramas de la planta huésped. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar y valorar la población de paixtle (*Tillandsia recurvata*) en un ecosistema semiárido ubicado en el mpo. de Dolores Hidalgo, Guanajuato. Se estimó la abundancia de esta especie epífita en función de la cantidad de kg por árbol y por ha, además de analizar su "status" nutrimental como forraje (análisis bromatológico). Se determinó además el N° de individuos/ha de mezquite (*Prosopis levigata*) y huizache (*Acacia schaffneri*) infestados por paixtle, y se midieron sus variables dimensionales (cobertura, altura y perímetro de tronco) para estimar correlaciones de producción de paixtle en los árboles. Los resultados mostraron que se pueden obtener 23 kg/árbol y 9.2 ton/ha de paixtle lo que representa una alternativa mas de forraje complementario para animales domésticos pues por sus características nutrimentales es comparable a otras especies de gramíneas forrajeras presentes en estos ecosistemas. Se plantea además que este recurso vegetal por su contenido lignocelulósico puede utilizarse como sustrato para la producción de hongos comestibles; para la obtención de bioetanol; o puede compostarse para aportar materia orgánica al suelo; inclusive tiene propiedades cosméticas para hacer shampoo; por todo lo anterior se debe reconsiderar su calificación de plaga forestal.

VALORACIÓN ECOLÓGICA DEL MANEJO DE AGOSTADEROS EJIDAL EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA MADERAS DEL CARMEN

Zamarrón Rodríguez, Elsa y Ochoa Espinoza, José Javier*

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. Calle Juan Francisco de La Fuente 1141, Zona Centro, Saltillo, Coahuila, México. Tel. (844) 4105714. maderas@conanp.gob.mx

La conservación de los recursos naturales es una prioridad para las Áreas Naturales Protegidas lo que no es una tarea fácil cuando la tenencia de la tierra y los sistemas tradicionales son factores dependientes del manejo de agostaderos. Debido a que la ganadería es una de las principales amenazas y prioridades en el Plan de Manejo del Área de Protección y es un factor determinante para llevar a la sustentabilidad la actividad productiva, se analizaron los cambios en la cobertura vegetal y la tendencia en sitios excluidos al pastoreo y con libre acceso como indicadores ecológicos de la condición del terreno. Se eligieron dos sitios de agostadero de régimen ejidal con diferentes características de manejo dentro del polígono del Área Protegida; la Pasta Seca en el ejido Jaboncillos donde el pastoreo es continuo y el uso es comunitario y un predio en el ejido San Francisco con cerco perimetral delimitado y con rotación estacional del ganado. En 2002 se excluyeron superficies de una hectárea en sitios representativos del tipo de vegetación en ambos ejidos, matorral rosetofilo para Jaboncillos y matorral microfilo-pastizal para San Francisco, se evaluó por lo menos dos veces al año la cobertura vegetal por el método de línea de puntos y la tendencia aparente observada considerando elementos ecológicos que involucran la estabilidad del suelo y la funcionalidad hidrológica. Existen diferencias porcentuales (24%) en la cobertura vegetal de los dos tipos de sitio en Jaboncillos, no así en el suelo desnudo (34 vs. 37%), mientras que en San Francisco el área excluida presenta mayor cobertura de gramíneas (35%) que fuera de esta (16%); la tendencia es claramente positiva en la exclusiva en San Francisco mientras que el resto de los sitios tienden a no cambiar, aunque los valores de composición y mantillos son los más determinantes como factores de cambio. El modelo de organización de San Francisco puede ser aplicado en otros predios y los valores de tendencia son relativos a la estacionalidad.

CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ACUMULADO EN UNA POBLACIÓN NATURAL DE MEZQUITE EN EL NORTE DE NUEVO LEÓN.

*Manzano C. M; Cantú V. J Silva C. F. J; Martínez M. J: Villanueva J.

ITESM Campus Monterrey; Centro de Calidad Ambiental
mario.manzano@itesm.mx; Tel: 83581400 ext. 5273

El trabajo se realizó en un mezquital típico del Municipio de Anáhuac N. L México, con el objetivo de cuantificar los servicios ambientales de una población de mezquite, en función de carbono acumulado en la biomasa, con la finalidad de darle un valor agregado a los matorrales y pastizales de zonas áridas y semiáridas en donde el mezquite está presente y evitar su uso indiscriminado, debido al desconocimiento de la importancia que esta especie vegetal tiene del punto de vista ambiental en estos frágiles ecosistemas. Se realizó el diagnóstico de un rodal, en 4 parcelas de 50 metros x 100 metros, tomando las variables dasométricas tradicionales; se establecieron rangos por diámetro basal para realizar el muestreo de biomasa, los árboles seleccionados se derribaron y se pesaron seccionados en tres estratos en a partir de la base del tronco; se tomaron variables dasométricas, muestras para materia seca y submuestras para análisis de carbón orgánico en laboratorio. La densidad promedio del arbolado fue de 1002 árboles por hectárea, con rangos de diámetro basal de 6 cm a 25 cm. La producción de biomasa estimada fue de 72 ton/ha de materia seca y con un 48.8 % de carbono orgánico, acumulado en la madera, lo cual equivale a tener 35.57 ton/ha de carbono acumulado en la población muestreada, en un periodo promedio de 35 años edad, determinada esta por métodos dendrocronológicos. Esto equivale a 1.04 ton/ha de carbono capturado por año, con un valor calculado de \$ 300.0. Los arbolados de mezquite en agostaderos y pastizales del semidesierto tienen un valor adicional, el cual está en función del servicio ambiental que ofrecen en carbono capturado, este valor representa una opción de ingresos económicos y una estrategia para mejorar los planes de manejo sustentable, basado en la conservación y restauración de las poblaciones naturales.

SECUESTRO DE CARBONO POR PASTIZALES ARIDOS: EFECTO DEL SOBREPASTOREO EN LA HETEROGENEIDAD ESPACIAL DEL SUELO

Pérez-Romero Luis*, R. López C., J.G. Medina T., M. Bolívar D., E. Flores A., J.T. Frías H., y M. Manzano G.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Guanajuato e ITESM

El apacentamiento es la estrategia social y económicamente más evaluada en pastizales, no así en el aspecto ecológico. Sobre los pasados 400 años, algunos pastizales áridos del norte de México han sido degradados a matorrales menos productivos. Este cambio de la vegetación ha estado relacionado al sobre pastoreo por ganado doméstico. El sobre pastoreo es uno de los principales factores que causan una degradación en el funcionamiento de los pastizales, reduciendo la biodiversidad y alterando las propiedades del suelo, resultando en una disminución en los contenidos de SOM. Poca atención se ha puesto a la pérdida de materia orgánica y sus consecuencias en el secuestro del carbono. El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en la vegetación y suelo en el secuestro de carbono. Un sitio con manejo moderado (PMM) y otro pastizal sobre pastoreado (PSP) fueron seleccionados para determinar los cambios en la fitomasa y propiedades del suelo. En cada sitio 4 repeticiones a dos profundidades de suelo (0-10 y 11-20 cm) fueron tomados durante la estación seca y húmeda. Esta influencia fue evaluada debajo de *Bo gr* y entre sus interespacios abiertos y debajo de *La tr* y sus interespacios abiertos. Los resultados muestran que un apacentamiento moderado mantiene la homogeneidad de los pastizales mientras que el apacentamiento pesado trae como resultado una mayor heterogeneidad del paisaje. Por otra parte, el carbón orgánico del suelo (SOC) es menor debajo de *Bouteloua gracilis* que debajo de *Larrea tridentata* en los primeros 10 cm de profundidad, mientras que de 11-20 cm no se muestran diferencias. Así mismo la materia orgánica del suelo (SOM) muestra las mismas tendencias. Se observa una menor tendencia de secuestro de carbono en el pastizal con manejo moderado que en el pastizal degradado. Tanto los ácidos húmicos (AH) como fúlmicos (AF) son mayores en el pastizal con apacentamiento moderado que bajo apacentamiento pesado. Los impactos se analizan y discuten a nivel planta y nivel paisaje y sus consecuencias en el secuestro de carbono en pastizales áridos.

PRODUCTIVIDAD GANADERA EN RANCHOS DE LA REGIÓN ALTOS NORTE DE JALISCO

Bartolo-Romo-Díaz*, Juan Romo Díaz, Antonio Romo Díaz

Servicios de Ingeniería
Teófilo González 12, Los Sauces, Jalisco, 47285. Tel-Fax: (475) 953 51 83.
bartolo_romo@hotmail.com

En los años 2004, 2005 y 2006 se realizó la evaluación de la productividad ganadera en 26 unidades de producción pecuaria, las cuales acumulan más de 29,000 ha, distribuidas en cinco municipios denominados: Ojuelos de Jalisco, Lagos de Moreno, Encarnación de Díaz, Teocaltiche y San Diego de Alejandría, con mayor a menor superficie evaluada respectivamente. Estas entidades corresponden a la subregión Altos Norte, la más árida o desértica del estado en Jalisco. En cada rancho se evaluó la cobertura vegetal, se supervisó el cumplimiento de otros 9 diversos compromisos, campañas zoonosanitarias, normas oficiales mexicanas, disposiciones federales en materia ambiental y adopción del sistema nacional de identificación individual del ganado. Para evaluar la cobertura vegetal se establecieron sitios fijos de muestreo (SFM) con dos transectos de 60 m Sur-Norte por 60 m Este-Oeste, cruzados en su parte central, en la que se registraron las coordenadas; su ubicación se determinó considerando que representara a la sección del pastizal utilizado por las unidades animal bovinas, considerando la capacidad de carga oficial de la región y alejándose 100 m o más de abrevaderos, caminos, cercas, saladeros y otras áreas de sacrificio en cada potrero. En cada SFM se midió la cobertura vegetal de plantas perennes en todos los estratos. Como resultados la cobertura vegetal aumentó en algunos ranchos y se redujo en otros por causas no imputables al ganadero; los 9 compromisos fueron cumplidos en su mayoría, la minoría incumplida se debió a confusiones en conceptos y errores en actas; las campañas zoonosanitarias fueron cumplidas en todos los ranchos, presentándose huecos con respecto a los ranchos con ganado de lidia; las normas y las disposiciones fueron cumplidas; la reducida entrega de aretes y tarjetas dificultó la identificación del ganado; las limitaciones del sistema de identificación complicaron el cálculo de los parámetros productivos y reproductivos.

ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACION DE LOS PASTIZALES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

Carlos E. Aguirre C.*, Jürgen Hoth y Alberto Lafón T.

Facultad de Zootecnia, UACH. The Nature Conservancy. 614 4158137. aguicar@hotmail.com

Estudios recientes indican que tan sólo 2% de los pastizales del mundo están conservados, sin que toda América del Norte sea la excepción. El estado actual de los pastizales es el resultado de grandes cambios de uso de suelo y de prácticas ganaderas inadecuadas en los últimos cien años y su futuro se considera aun mas amenazado por los efectos globales, como el cambio climático. Ante esta situación, la Estrategia para la Conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense (ECOPAD) representa 10 años de esfuerzos de diversos sectores preocupados por el futuro de los pastizales. La estrategia resalta áreas de oportunidad para todos los sectores interesados en la conservación de los pastizales y en el bienestar de sus habitantes y, ofrece áreas de interés común que permitirán mayor eficacia en lograr el objetivo final: asegurar la integridad de los pastizales naturales para todos, para hoy y para generaciones futuras. La ECOPAD ofrece líneas generales a nivel regional que pueden ser retomados como guía por cada uno de los estados del Desierto Chihuahuense para desarrollar su propia estrategia de conservación de pastizales. Con esta estrategia México podrá establecer objetivos afines con estrategias similares en Canadá y los Estados Unidos. En esta estrategia se establecen cinco objetivos estratégicos: 1. Asegurar la funcionalidad a largo plazo de los ecosistemas de pastizal, adoptando medidas de conservación, uso sustentable, recuperación y rehabilitación de las especies y su hábitat. 2. Desarrollar y aplicar sistemas de producción sustentables, tomando en consideración aspectos ambientales, sociales y económicos. 3. Fortalecer la educación ambiental y la transferencia de tecnología, con énfasis en la conservación y uso sustentable de los pastizales. 4. Promover investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico considerando los factores ambientales, sociales y económicos de los pastizales para asegurar su conservación y uso sustentable. 5. Propiciar leyes y políticas que regulen y normen el uso y conservación de los pastizales, así como programas de incentivos económicos que apoyen los esfuerzos de conservación y uso sustentable de los pastizales.

ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN INTEGRAL DE ECOSISTEMAS DE AGOSTADERO EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN.

Mario G. Manzano Camarillo

Programa de Recursos Forestales y Zonas Áridas. Centro de Calidad Ambiental. Tecnológico de Monterrey – Campus Monterrey. Ave. Eugenio Garza Sada 2501 Sur. Monterrey, N. L. Tel. (81) 8358 1400 Ext. 5273. mario.manzano@itesm.mx

Con el propósito de mitigar los impactos del uso múltiple de los ecosistemas de agostadero, cuyo rasgo común es el sobrepastoreo histórico, es necesario definir e implementar acciones para el restablecimiento integral de la función de estos sistemas como proveedores de productos y servicios a la sociedad. Para tal fin, durante el periodo de enero 2005 a mayo 2007, se desarrollaron actividades enfocadas a la recuperación de los principales componentes del agostadero de matorral espinoso, en el centro-norte de Nuevo León. Estas actividades fueron realizadas en 30 predios ganaderos, en una superficie de 30,000 ha. Como primer paso para identificar las necesidades regionales, definir los objetivos y lograr la apropiación del proyecto por parte de los beneficiarios, se realizaron talleres colaborativos, con una alta participación de los productores. Una vez definidas las acciones y los sitios específicos, se realizaron las siguientes actividades: repoblación con arbustivas nativas con alto valor forrajero; recuperación de suelos y manejo de escurrimientos con bordos presas filtrantes y siembra de material vegetativo; establecimiento de bancos de proteína (*food plots*) para la fauna nativa, y reintroducción de individuos hembra de venado cola blanca. Los objetivos de dichas acciones son, en el mediano plazo: lograr la organización participativa para la producción y realizar el aprovechamiento cinegético de fauna nativa; en el largo plazo se pretende lograr: el restablecimiento del matorral como unidad funcional de paisaje y una mayor productividad y nivel de ingresos basados en la diversificación de actividades productivas. Entre los resultados obtenidos destacan: a) el mejoramiento del hábitat; b) el incremento en densidad y estructura de la población de venado cola blanca, y c) la transferencia exitosa de tecnologías propuestas en este proyecto, principalmente el diseño, establecimiento y manejo de bancos de proteína para el mejoramiento del hábitat y fuente alternativa de forraje para el ganado.

REHABILITACIÓN DE AGOSTADEROS Y SIEMBRA DE PASTIZALES CON EL PROGRAMA NACIONAL DE MICROCUENCAS EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Ing. Hugo Barragán Farfán¹: Ing. Omar Marín Caraza²

¹Gerente Estatal de FIRCO; ²Coordinador Estatal de Microcuencas, Av. Santos Degollado · 1050; Col. Tequisquiapan CP. 782500; TEL. 8175510 8172879; slmicrocuencas@firco.gob.mx

El Programa Nacional de Microcuencas durante el periodo 2002- 2006, ha elaborado 136 Planes Rectores de Producción y Conservación de los Recursos Naturales (PRPC), en 30 municipios del Estado San Luis Potosí, incorporando al programa una superficie de 1'137,166 ha. Para la elaboración de este documento, se realizaron diagnósticos participativos con los habitantes de cada una de las comunidades que integran las microcuencas, enfocadas al Marco Físico, Social y Económico de su entorno, para posteriormente proponer las posibles alternativas de solución a la problemática encontrada en las comunidades, observando que existe una degradación continua del recurso suelo, causada principalmente por la erosión hídrica, acelerada por el sobrepastoreo debido a la falta de forraje, a la sobreexplotación de los recursos naturales (deforestación) y las inadecuadas prácticas agrícolas que no permiten otras alternativas más rentables, lo cual ha provocado una reducción constante de la productividad natural y una disminución en la capacidad de almacenamiento de agua en los cuerpos naturales, además de una deficiente utilización de los agostaderos, observando serios problemas de cobertura vegetal de las especies forrajeras, al no adaptarse un patrón de manejo racional del mismo. En las zonas áridas y semiáridas de San Luis Potosí, una opción es la reconversión de estas áreas a ganaderas, mediante el cercado de potreros que permita inducir la recuperación de los pastos nativos y posteriormente una vez recuperados darle manejo al ganado dentro del agostadero; propagar especies nativas que sirvan de forraje para el ganado como Opuntias y Agaves, con el fin de explotarlas en las épocas críticas del año en que los pastos están secos, el establecimiento de praderas ya que permite recuperar la productividad en las tierras del agostadero al mediano y largo plazo, además de la introducción de especies arbustivas que ayuden a complementar la dieta del ganado o bien incorporar áreas agrícolas de baja productividad a uso pecuario.

PROGRAMA NACIONAL DE MICROCUENCAS EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Ing. Hugo Barragán Farfán¹: Ing. Omar Marín Caraza²

¹Gerente Estatal de FIRCO; ²Coordinador Estatal de Microcuencas, Av. Santos Degollado · 1050; Col. Tequisquiapan CP. 782500; TEL. 8175510 8172879; slmicrocuencas@firco.gob.mx

Debido al impacto obtenido con la metodología de planeación a nivel unidad de producción, con un producto documental denominado Plan de Producción y Conservación (PPR) desarrollado en el IMTA en 1991 se elaboró el primer Plan Rector de Producción y Conservación con una cobertura a nivel de ejido en el municipio de Mapastepec en el estado de Chiapas. Posteriormente se llevaron a cabo acciones en otras zonas del país en especial en el estado de Guanajuato durante el periodo 1994 – 2001. Desde ese momento y hasta la fecha y considerando la importancia de los trabajos realizados con los habitantes rurales y técnicos de diversas dependencias a partir de febrero de 2002 se ha desarrollado un proceso de mejora continua en todos los espacios donde el programa participa. Considerando a la microcuenca como la unidad básica de atención que requiere no solo de trabajar con los productores si no con toda la población interesada. En el estado de San Luis Potosí en el año 2001 en las comunidades de San José de Purísima y Francisco I. Madero del municipio de Villa de Arriaga, se iniciaron acciones CONSA tales como: construcción de terrazas en parcelas construcción de cercos, vertedores, plantación de maguey y nopal así mismo la adquisición de bordero, cuchilla niveladora, picadora y un remolque. Siendo estas las dos primeras microcuencas en el estado. El Programa Nacional de Microcuencas en el estado de San Luis Potosí del año 2002 – 2006 fue incrementándose

AÑO	MICROCUENCAS	TOTALES	No MUNICIPIOS	SUPERFICIE (Ha)
2002	23	23	10	155,326
2003	31	54	17	423,749
2004	34	86	21	674,591
2005	23	109	24	894,540
2006	27	136	30	1'137,166

Las expectativas para el año 2007.

Seguimiento a 136 microcuencas. Incorporación de 10 nuevas microcuencas Fortalecimiento y consolidación tanto del Comité Técnico Estatal, como del Consejo Técnico Consultivo. Reuniones regionales de Intercambio de experiencias exitosas en microcuencas. Reuniones trimestrales con los enlaces municipales, para revisión y análisis en la operación del programa. Avanzar en la incorporación de nuevas microcuencas, dentro de la Subcuenca apoyada por FIDA y el PNUD. Incrementar el número de Municipios, con toda su superficie incorporada al Programa de Microcuencas. En estos Municipios conformar los Grupos Técnicos Consultivos (Agencia Local de Desarrollo), que apoyen a los Consejos de Desarrollo Municipal. Incorporar en todos los PRPC's, el diagnóstico de género. En coordinación con el IMES, desarrollar en al menos 20 microcuencas, talleres de capacitación en aspectos de equidad de género.

Principales logros

Propiciar el ordenamiento territorial. Las obras de conservación han permitido la disminución del proceso de degradación de los suelos. Generación de empleo. Incremento en la producción de forraje en un 45%. Incremento del valor catastral de los predios. Impulso al establecimiento de proyectos ganaderos. Reducción de los niveles de emigración. Fomento a la integración familiar. Aumento de la capacidad de autogestión comunitaria

Objetivos a mediano plazo

Contar con una microcuenca piloto por Municipio. Incorporar la totalidad de superficie de 8 Municipios al Programa de Microcuencas. Transferir en los próximos 4 años el pago de asistencia técnica a los habitantes de las Microcuencas 2002- 2003 Incorporar al Programa la totalidad de Microcuencas de la Subcuenca Los Pilares, considerada dentro de los beneficios y apoyos del FIDA y el PNUD.