Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales en el Estado de Chihuahua ante el Cambio Climático.

Enero, 2013

Cuerpo Académico UACH-CHI-CA16
Recursos Naturales y Ecología.

DIRECTORIO

GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Lic. César Horacio Duarte Jáquez
Gobernador Constitucional del Estado

Ing. Octavio Legarreta Guerrero
Secretario de Desarrollo Agropecuario

Ing. Leonel Casas Domínguez
Director de Planeación Rural

Ing. Roberto Dittrich Nevárez
Director de Fomento Agropecuario

Ing. Victor Manuel Guzmán Ortiz
Director de Desarrollo Forestal

SAGARPA

Ing. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

Lic. Mariano Ruíz Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Everardo González Padilla
Coordinador General de Ganadería

Lic. Pedro Adalberto González Padilla
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

Ing. Pedro Ernesto del Castillo Cueva
Coordinador General de Enlace y Operación

Lic. Liz Angélica Mora Flores
Director General de Planeación y Evaluación

Ing. Virgilio Bucio Reta
Coordinador General de Delegaciones

Ing. Carlos Mauricio Aguilar Camargo
Delegado de la SAGARPA en el Estado

Lic. Pedro Martínez Chairez
Subdelegado de Planeación y Desarrollo Rural

Ing. Manuel Guizar Fuentes
Subdelegado Agropecuario

Biol. Arturo Gutiérrez
Subdelegado de Pesca

ESTE ESTUDIO FUE REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA

M.C. Jesús Enrique Séañez Sáenz
Rector

M.A. Luis Raúl Escárcega Preciado
Director

Dr. Eduardo Santellano Estrada
Coordinador del Centro de Vinculación para el Desarrollo Sustentable

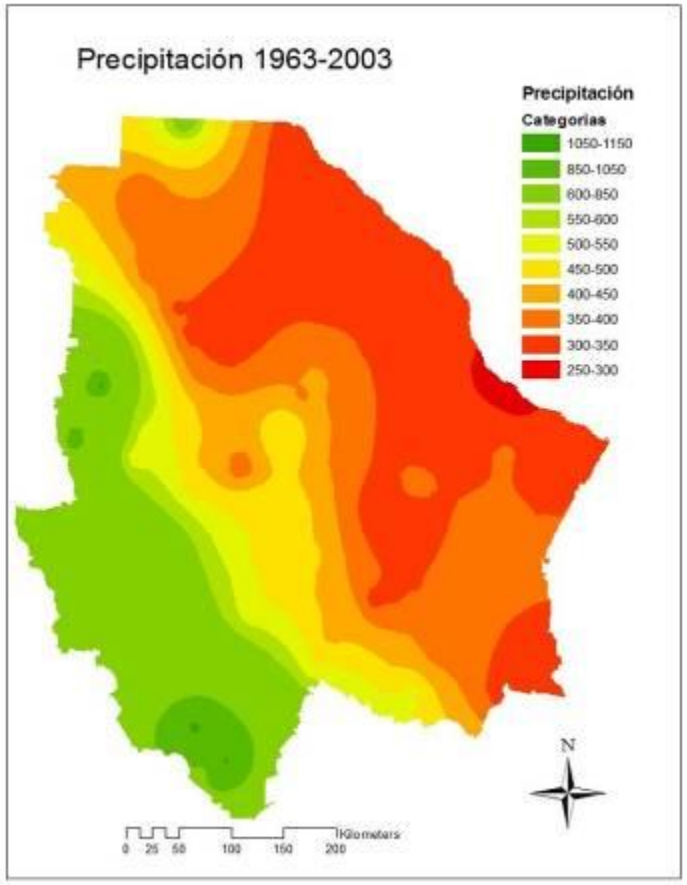
Dr. Mario Edgar Esparza Vela
Coordinador Operativo

Dr. Carmelo Pinedo Álvarez
M.C. Nathalíe Socorrro Hernández Quiroz
Responsables del Proyecto

Dra. Alicia Melgoza Castillo
Dr. Eduardo Santellano Estrada
Dra. Marusia Rentería Villalobos
Dr. Carlos Morales Nieto
Dra. Cristina Vélez Sánchez Verín
Asesores técnico-científicos

Lic. Edith J. Hernández González
M.C. Victor Manuel Aguilar Soto
M.C. Victor Manuel Salas Aguilar
Soporte Técnico

Ing. Ireyli Zuluamy Iracheta Lara
Análisis y procesamiento de datos



Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático

Reporte final para las Secretarías de Hacienda y Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Chihuahua y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

Enero del 2013

Cita sugerida

Pinedo, A.C., Q.N.S. Hernández, C.A Melgoza, V.M. Rentería, S.V.C. Vélez, N.C. Morales, E.E. Santellano y E.Esparza. 2013. Diagnóstico Actual Y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex.

COMITÉ TÉCNICO ESTATAL DE EVALUACIÓN

Presidente
Ing. Carlos Mauricio Aguilar Camargo

Secretario Técnico
Ing. Octavio Legarreta Guerrero

Representante de Profesionistas y Académicos
M.C. Javier Martínez Nevárez

Representante del CESAVECH
Ing. Antonio Medina Arroyo

Representante de Fundación PRODUCE
Lic. Armando Walls Barrientos

Representante del INIFAP
Ing. Manuel Gustavo Chávez Ruíz

Coordinador del CTEE
Ing. Carlos Mauricio Aguilar Camargo

Soporte Técnico
Lic. Gema Valencia Gaspar

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS…… I

LISTA DE GRÁFICAS..…… II

LISTA DE FIGURAS..…… III

LISTA DE CUADROS…… IV

RESÚMEN EJECUTIVO…… 1

1.0 INTRODUCCIÓN…… 4

2.0 ANTECEDENTES DE LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA…… 11

2.1 Importancia de los Pastizales de Chihuahua…… 11

2.2 Historia del estado de salud de los pastizales…… 15

2.3 Especies Invasoras en Pastizales en Respuesta al Cambio Climático…….. 21

3.0 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN PASTIZALES…….. 27

3.1 Modelos de estimación de la producción forrajera en pastizales. Integración de datos de campo, radiometría e Índices Normalizados para Diferenciar Vegetación (NDVI)……. 27

3.2 Mapeo de la producción de materia seca/hectárea…… 29

3.3 Estimación de capacidad de carga animal bajo el modelo SESS…… 34

4.0 TENDENCIAS ACTUALES DE LAS VARIABLES DEL CLIMA…… 36

4.1 Variabilidad y Tendencias en la precipitación……. 38

4.2 Variabilidad y Tendencia en la temperatura……..…… 42

4.3 Implicaciones de la variabilidad de la precipitación y temperatura en la productividad de los pastizales…… 46

5.0 ÍNDICES DE SEQUÍA Y SUS EFECTOS SOBRE LAS TIERRAS DE PASTOREO Y LA ACTIVIDAD GANADERA…… 48

5.1 Generalidades de la Sequía……. 48

5.2 Distribución espacial de la sequía meteorológica en las ecoregiones de Chihuahua…… 48
5.3 Implicaciones de la sequía en la condición corporal de los animales en pastoreo…… 54
6.0 IMPLICACIONES DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN LOS PASTIZALES DE CHIHUAHUA……... 57
6.1 Impactos del cambio climático en los pastizales……... 57
7.0 OPCIONES DE LA GANADERIA PARA ENFRENTAR LOS EFECTOS ADVERSOS DE LA SEQUÍA…….. 63
7.1 Vulnerabilidad a la sequía…… 63
7.2 Mitigación de la sequía; propuesta de un plan estatal de gestión de riesgos climáticos…….. 67
7.3 Medidas para disminuir los efectos de la sequía en ranchos ganaderos…… 70
7.3.1 Pasos para amortiguar los efectos de la sequía……..... 70
7.3.2 Usos múltiples……..……... 75
7.3.3 Carbono orgánico del suelo en pastizales de Chihuahua…… 75
7.4 Retos y oportunidades de los ganaderos en el manejo de pastizales…….. 76
7.5 Estrategias de Mejoramiento Genético y Manejo para Lograr Animales más Adaptados y Productivos bajo Condiciones de Ambientes Áridos y de Sequía……. 78
8.0 PERCEPCIÓN DE LOS GANADEROS Y OTROS USUARIOS DE LOS PASTIZALES AL EFECTO DE LA SEQUÍA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO…….. 80
9.0 INSTRUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE LOS PASTIZALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA…….. 87
10.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…… 90
LITERATURA CITADA…..…… 93
ANEXOS…….. 97

AGRADECIMIENTOS

En atención a la solicitud de las Secretarías de Hacienda y Desarrollo Rural del gobierno del Estado de Chihuahua y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del gobierno federal para elaborar el **Diagnóstico Actual Y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático**, la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de los profesores-investigadores del cuerpo académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CHI-16) de la Facultad de Zootecnia y Ecología, desean expresar sus agradecimientos a dichas dependencias, por la oportunidad brindada para establecer la línea base de la dinámica y situación actual de los pastizales y evaluar la vulnerabilidad de estos ecosistemas a la sequía y el cambio climático, a través de la instrumentación de la Red de Monitoreo Terrestre y Satelital de los Pastizales en el estado de Chihuahua.

Se agradece también al personal de instituciones de educación superior; Dr. Fernando Paz P. del Colegio de Posgraduados, al Dr. Heriberto Díaz S. de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Dr. Alfredo Granados de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Personal de instituciones de investigación como el Dr. Pedro Jurado G. y Mario Royo de INIFAP-Chihuahua y M.C. Héctor Domínguez C. y Saúl Vázquez V. del CIRENA-SEP por sus contribuciones técnicas y científicas.

Es necesario resaltar también la importante contribución y disposición del sector ganadero representados por la Unión Ganadera Regional de Chihuahua y Asociaciones Ganaderas Locales. Un agradecimiento especial a los ganaderos propietarios de los ranchos que permitieron establecer los Sitios de Monitoreo Permanente (SMP) que forman parte de la Red de Monitoreo Terrestre y Satelital de los Pastizales en el estado de Chihuahua.

Finalmente, la dedicada participación del personal técnico como las brigadas de campo y laboratorio, por la ayuda, paciencia y esfuerzo crítico en la elaboración del presente estudio.

LISTA DE GRÁFICAS

		Pág.
1.	Tendencia de la precipitación pluvial anual en México durante el período 1941- 2011.	39
2.	Representación grafica de la precipitación acumulada en un periodo de 70 años en el estado de Chihuahua.	40
3.	Tendencia de la temperatura máxima de máxima registrada en el período 1961-2011 en el estado de Chihuahua.	44
4.	Comparativo de temperaturas mínimas anuales y del mes de febrero durante el periodo 1961-2011 en Chihuahua.	45
5.	SPI histórico y actual para tres ecorregiones dentro del estado de Chihuahua, México.	53
6.	Comparativo entre la Temperatura Mínima Media histórica y del 2011.	59
7.	Resultados de 852 encuestas a ganaderos sobre su percepción de la ganadería como actividad productiva.	83
8.	Medio por el cual una población de 1089 encuestas de la ciudad de Chihuahua se ha enterado de cambio climático.	83
9.	Efecto más frecuente (%) con que el público relaciona cambio climático.	84
10.	Percepción de una muestra de habitantes de Chihuahua sobre falta de agua en sus casas.	84

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1.	Imagen compuesta del satélite Landsat TM del 2007, que muestra la expansión de las actividades agrícolas en pastizales de secano.	18
2.	Sequía excepcional en noviembre del 2011 (a) y extrema en abril 2012 (b) en México con enfoque al estado de Chihuahua.	19
3.	Municipios y tipos de vegetación con mayor riesgo de invasión.	24
4.	Distribución altitudinal típica del zacate africano entre los 1500 a 1800 msnm	26
5.	Distribución de las 7 ecoregiones ecológicas ganaderas definidas por COTECOCA para el estado de Chihuahua.	28
6.	Mapas base de estimación de materia seca kg/ha en los años 2011 y 2012.	30
7.	Mapas predictivos de producción forrajera para el año 2011, clasificado como de sequía extremadamente severa y el año 2012.	33
8.	Capacidad de Carga Animal para el estado de Chihuahua bajo el modelo SESS	35
9.	Tendencia de la precipitación en el estado de Chihuahua durante un período de 40 años (1963-2003).	41
10.	Apreciación natural del polígono del rancho Teseachic en términos de cobertura de plantas en período de sequía visualizado en imágenes del satélite Landsat TM.	47
11.	Mapeo del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) en el estado de Chihuahua, México.	52
12.	Relación de la sequía con el peso corporal del ganado	56
13.	Análisis de la evolución de la sequía a través de Monitor de Sequía del Norte	61
14	Modelo propuesto por Lim *col.* (2004) para realizar estudios sobre cambio climático.	66
15	Mapa del estado de Chihuahua con sitios seleccionados y georeferenciados para resiembra de pastizales	72

LISTA DE CUADROS

		Pág.
1.	Identificación de temas prioritarios y acciones recomendadas para el uso sustentable y conservación de los Pastizales en el estado de Chihuahua.	6
2.	Antecedentes asociados a la situación de la productividad forrajera y estado de salud en los pastizales de Chihuahua.	13
3.	Cobertura del seguro catastrófico (SAC) para los estados afectados por la sequía.	20
4.	Estimación de forraje disponible en las ecoregiones ganaderas en tres períodos de sequía.	31
5.	Sistema de clasificación del SPI con intensidades de sequia.	50
6.	Estados con sequia excepcional, extrema y severa.	62
7.	Percepción de los ganaderos sobre el efecto de la disminución de las lluvias en sus agostaderos.	64
8.	Comparación de variables medidas en un pastizal mediano de los valles centrales de Chihuahua en dos condiciones.	68
9.	Variables de producción con base en diferentes intensidades de uso (No. de ganado) y con la misma cantidad de forraje.	68
10.	Resultados de 41 encuestas a tres grupos de productores sobre pago y conservación de agua en Aldama y Ojinaga, Chihuahua.	81
11.	Interés medido en porcentaje del porque productores de los municipios de Chihuahua y Aldama sienten importante los proyectos sobre gestión ambiental.	81
12.	Percepción de los ganaderos sobre el comportamiento de las lluvias en los agostaderos.	86

RESUMEN EJECUTIVO

El reporte presenta la línea base de la situación actual de los pastizales en el estado de Chihuahua y su relación con la sequía y el cambio climático, considerando tres vertientes; a) acopio de publicaciones previas y documentación de la producción forrajera y estado de salud de los pastizales, gracias a las interacciones con instituciones gubernamentales, ONG´s y estudios independientes, b) la organización y análisis de datos de precipitación pluvial y temperaturas histórica y actual y, c) la colecta en campo de la producción de forraje disponible y datos de radiometría para obtener valores que expliquen los impactos de las sequías recurrentes y la variabilidad climática en los pastizales. Este diagnóstico general de los pastizales se realizó con los siguientes objetivos específicos; evaluar la tendencia de la precipitación y temperatura como factores que determinan la productividad de los pastizales, identificar y proponer propuestas de mitigación y adaptabilidad al cambio climático, instrumentar la Red de Monitoreo de los Pastizales para el estado de Chihuahua y exponer la percepción de ganaderos, ejidatarios y sociedad sobre el impacto de la sequía y el cambio climático. Además de cumplir con los objetivos comprometidos, se lograron objetivos complementarios importantes como el actualizar los índices estandarizados de precipitación para el monitoreo de sequía, generar modelos para estimar producción de materia seca por hectárea con imágenes del satélite MODIS y aplicar el modelo SESS para el mapeo de capacidad de carga animal para los pastizales de Chihuahua. Se revisaron y seleccionaron temas prioritarios y acciones recomendadas para el uso sustentable y conservación de los pastizales en base a revisiones históricas y presentes de la productividad y estado de salud de los pastizales. Para conocer el impacto de las sequías recurrentes y el cambio climático en la invasión de pastizales nativos por especies introducidas, se integró en el primero de los casos, una base de datos de 150 registros de presencia de zacate rosado del año 2011, para mapear las áreas de pastoreo actualmente invadidas y aquellas que están en riesgo. En el caso del zacate africano, se utilizó mapas de distribución existentes. La variabilidad de la precipitación y la temperatura se analizó con la base histórica de 99 estaciones meteorológicas de INIFAP para el período 1961-2003 y los datos de CONAGUA para el

período 2003-2012. Para los índices estandarizados de sequía se utilizó la base CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con registros históricos de 35 estaciones climatológicas dentro del periodo de 1960-2003. Para examinar la dinámica de la producción de forraje disponible, se utilizó el marco histórico base de COTECOCA (1978) y sus siete ecoregiones ganaderas, los estudios de impacto de la sequía en la actividad ganadera de INIFAP en 1994 y la situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Melgoza y col. en 1998. Estas bases se relacionaron con los datos generados por el Sistema de Monitoreo Terrestre y Satelital de los Pastizales, el cual se basó en el uso de datos de corte de forraje disponible, datos radiométricos e imágenes del satélite MODIS modelados por técnicas de regresión, para generar los mapas de estimación de materia seca por hectárea para las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua. Los resultados de este estudio contribuyen en gran medida con las acciones para el uso sustentable y conservación de los pastizales recomendadas por organizaciones y actores diversos. La precipitación fue altamente variable dentro de ranchos de una misma ecoregión y entre regiones ecológicas ganaderas. Su impacto es exacerbado/amplificado en términos de producción de forraje y otros componentes de los sistemas de pastoreo. Los mapas de estimación de materia seca por hectárea permitieron estimar la producción forrajera disponible para las siete ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua. Para el año 2011, las estimaciones fueron menores en 50% a las de INIFAP y 90% a las obtenidas por COTECOCA en 1978. La misma tendencia se presentó para las ecoregiones serrana baja y alta. En general, las mediciones del año 2012 presentan el doble de la estimación de la producción forrajera a las obtenidas en el año 2011, principalmente para las ecoregiones ganaderas localizadas en las zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, no representan lo suficiente para cumplir con los requerimientos de alimentación del ganado en pastoreo. Se documentan las nuevas experiencias en el manejo de pastizales como estrategias de mitigación del impacto del cambio climático, particularmente en el almacén de carbono en el suelo y vegetación. Se describe el impacto de la vulnerabilidad y se retoman las propuestas de acciones que contribuyen a mitigar los efectos de la sequía y el cambio climático. Así mismo y de manera general, la mayoría de los ganaderos asocia a la sequía con la reducción del forraje para el ganado, lo cual para algunos

repercute en el incremento de sus costos de producción y en otros en la muerte de parte o todo su ganado ante la falta de recursos para comprar alimento. Los resultados de este estudio constituyen un paso esencial para el monitoreo de la sequia a corto y largo plazo, ayudando a gobiernos locales a priorizar y enfocar esfuerzos económicos para la prevención y mitigación de fenómenos climáticos extremos.

1.0. INTRODUCCIÓN

La ganadería en el estado de Chihuahua es una de las actividades económicas de mayor tradición sustentada bajo el sistema vaca-cría. Los pastizales constituyen la principal fuente de alimentación de este sistema y como consecuencia tienen un efecto directo sobre las decisiones y operaciones en los sistemas de producción animal de tipo extensivo (Chávez y González, 2009). Sin embargo, el largo historial de sobrepastoreo, los crecientes cambios en el uso del suelo y el régimen de precipitación escasa y mal distribuida, han favorecido un cambio estructural del paisaje de las áreas de pastoreo (Pinedo y col., 2009). Estos procesos producen una alta variabilidad en la cantidad y calidad nutricional del forraje disponible, así como en la productividad del ganado en pastoreo (Murillo y col., 2011).

Históricamente, para lograr un uso sostenible, los centros de investigación y educación han realizado innumerables estudios que incluyen aspectos ecológicos de los pastizales, manejo y aprovechamiento, rehabilitación y respuesta de los animales en pastoreo. No obstante, el Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los pastizales del Desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-2016 (PACP-Ch, 2011), refieren como la pérdida de pastizales ha alcanzado niveles preocupantes como resultado de las continuas prácticas de manejo inadecuado, la expansión de la agricultura, la presencia de especies invasoras y el cambio climático. Con respecto a este último factor, es inobjetable que el número de animales que pueden ser sostenidos sin un daño irreversible a los recursos vegetación y suelo, está fuertemente controlado por el clima, particularmente por la precipitación y su distribución estacional. La sequía, por sus efectos negativos, es considerada un problema de primer orden en la actividad ganadera del estado de Chihuahua.

Hoy en día, el cambio climático representa uno de los principales retos para el manejo de las tierras de pastoreo y se considera que la sequía es uno de los problemas más fuertes que enfrentan los ganaderos. El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2007) reporta un continuo calentamiento global que promueven incrementos en la sequía asociadas a un aumento en las emisiones de gas invernadero, debido en gran medida, a las

actividades de los humanos. Entonces, el conocimiento y concientización de las fluctuaciones y tendencias de los patrones del clima, constituyen un elemento estratégico para que las políticas públicas, los usuarios del sistema vaca-cría y académicos-investigadores trabajen en la implementación de medidas más consistentes de adaptabilidad y mitigación al cambio climático.

Para valorar el impacto del cambio climático sobre la producción de forraje disponible y la capacidad de carga animal, el estudio consideró dos preguntas: ¿Que ha pasado en los últimos años? y ¿Que es lo que se espera en el futuro? Para lograr una mayor comprensión, se consideró fundamental revisar como marco de referencia consensado, el marco histórico base de la producción de forraje disponible según COTECOCA (1978), el Impacto de la Sequía en la Ganadería Chihuahuense realizado por INIFAP en 1994 y el Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los pastizales del Desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-2016 (PACP-Ch). Los dos primeros utilizan las siete ecoregiones ganaderas basadas en la producción de materia seca y precipitación mientras que el PACP-Ch definió cinco temas prioritarios en cuanto al uso sustentable y conservación de los pastizales en el estado de Chihuahua, cada uno con sus objetivos y acciones. En el análisis del presente estudio, se utilizó el criterio de ecoregiones ganaderas de COTECOCA de 1978 y utilizado por INIFAP en 1994. También se revisaron y seleccionaron algunas acciones de los temas prioritarios para incluir en la agenda de trabajo, el plan de monitoreo, identificación de recursos y algunas áreas prioritarias de trabajo y la recomendación de acciones sustentables (Cuadro 1).

Cuadro 1. Identificación de temas prioritarios y acciones recomendadas para el uso sustentable y conservación de los Pastizales en el estado de Chihuahua.

TEMA PRIORITARIO	OBJETIVO	ACCIONES RECOMENDADAS
Manejo y uso de la tierra	Aplicar sistemas de producción sustentable tomando en cuenta aspectos económicos, sociales y ambientales.	1. Actualizar la información sobre la productividad de las tierras de pastoreo con el uso de sensores remotos y sistemas de información geográfica. 2. Sistematizar la información existente en el estado de Chihuahua en cuanto a Ordenamiento Ecológico Territorial (OET). 3._Promover la cuantificación, pertinencia y ubicación de los principales usos del suelo en los últimos 5 años.
Conservación de los recursos naturales	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.	1. Elaborar mapas de distribución y establecer puntos de monitoreo permanente de especies exóticas e invasoras de flora y fauna presentes en el estado de Chihuahua. 2. Coordinar el desarrollo de una base de datos de puntos permanentes de monitoreo de salud del pastizal que incluya evaluaciones periódicas del estado actual, coordenadas geográficas, tipo vegetativo, socios participantes y tipo de administración de predios. 3. Sistematización de información ya existente en relación a las áreas prioritarias de conservación de pastizales en el estado de Chihuahua.

Educación, capacitación y difusión	Fortalecer la educación y transferencia de tecnología para promover el uso sustentable y conservación de los pastizales en el estado.	1. Promover el desarrollo de programas de difusión masiva sobre la condición de los pastizales así como esquemas informativos para aprovechar eficientemente los recursos naturales locales. 2. Desarrollo de material de educación ambiental sobre la importancia de los pastizales, y conservación.
Investigación	Promover investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico, considerando los factores ambientales, sociales y económicos de los pastizales.	1. Establecimiento de una línea base para la evaluación de la condición del estado de salud de los pastizales. 2. Promover la investigación en fondos de financiamiento diverso que incluya un sistema de monitoreo de pastizales y recursos asociados. 3. Incorporar y distribuir estaciones meteorológicas automatizadas en las tierras de pastoreo para su inclusión a la red de monitoreo climático estatal. 4. Elaborar estudios encaminados a determinar valores, actitudes y percepciones de los diferentes grupos de interés relacionados con los pastizales y recursos asociados a los mismos.

Adaptado del Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los pastizales del Desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-2016, (PACP-Ch, 2011).

La selección de acciones sustentables se apoya en la prospectiva de revisar la viabilidad de la adopción de medidas para mitigar sus efectos negativos, desde la perspectiva de la responsabilidad de los ganaderos en el manejo de sus pastizales. Para ello, se analizaron medidas de mitigación con acciones recomendadas para afrontar las sequías y la viabilidad de su aplicación. También se consideró necesario abordar las percepciones de tres estratos; ganaderos, ejidatarios y sociedad civil ante la problemática relacionada con el fenómeno de la sequía y el cambio climático.

Sin embargo, estas acciones requieren tomar en cuenta el uso de tecnologías emergentes y procedimientos holísticos que integrados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) permitan el inventario y monitoreo permanente de los ecosistemas de pastizales. La razón es qué los inventarios y procedimientos de recursos de monitoreo tradicionales, se caracterizan porque no proporcionan una cobertura completa en grandes áreas, tienen un alto costo de muestreo y consumen tiempo.

La aplicación sostenible de tecnologías satelitales (sistema de telemetría) permitirá conocer el estado que guardan las tierras de pastoreo y recursos asociados en los ranchos ganaderos desde una perspectiva más amplia (ej. clima, suelos, vegetación, biodiversidad, etc.). Con la integración de los datos satelitales a un SIG, se dispone de una herramienta pertinente que apoyará con un esfuerzo coordinado a todos los sectores, mejorando la calidad, la interoperabilidad (producir información comparable a través del uso de procedimientos estandarizados) y la disponibilidad oportuna de datos e información a bajo costo y tiempo, con resolución espacial pertinente, consistente y eficiente, aspectos que ayudarán a definir el perfil de la información estratégica necesaria, producirla, manipularla y mantenerla actualizada.

La instrumentación del Sistema de Monitoreo Satelital y Terrestre permitirá establecer una estrategia de escalamiento de las políticas públicas hacia predios ganaderos ó Unidades de Producción Pecuaria (UPP), con fines de asistencia técnica y monitoreo de acciones programadas. El desarrollo del sistema tendrá la capacidad de integrar datos de campo y fuentes de datos geoespaciales para generar los mapas de estimación de materia seca por hectárea

para las ecoregiones ganaderas en forma pertinente y sostenida. Adicionalmente, el sistema integra un modelo de simulación simple (SESS) para estimar la producción y utilización de forraje en relación a la capacidad de carga animal, como alternativas de manejo de sistemas extensivos de producción de carne ante los eventos de la sequía.

1.1 Problemática

El sector ganadero actualmente pasa por una etapa crítica y alarmante debido a un período de sequía prolongada, acentuada por una helada sin precedentes y la más baja precipitación pluvial presentada durante el año 2011 que ha provocado una baja productividad de los pastizales y el ganado en el estado de Chihuahua. Se demanda la disponibilidad de información actual, confiable y pertinente orientada a conocer la productividad actual y sustentable de los pastizales ante los impactos del clima y la sequía actual.

1.2 Objetivos principales

1) Establecer la Línea Base de la situación de los pastizales, con base en la información actualmente disponible en las diferentes instituciones.
2) Evaluar la vulnerabilidad de estos ecosistemas al cambio climático y eventos de la sequía, tomando como base los sitios permanentes de monitoreo establecidos por COLPOS-UACH.
3) Desarrollar mapas temáticos con la información ya generada.
4) Identificar acciones para mitigar y/ó recuperar el deterioro de los recursos naturales.
5) Elaborar una agenda de trabajo con estos insumos que incluya: a) plan de monitoreo, b) recursos y áreas prioritarias, c) selección de acciones sustentables (social, política y ecológicamente viables) para aplicar, d) quien hace que en cada institución.

6) Sentar las bases para implementar la propuesta de ***Red de Monitoreo de los Pastizales*** para el estado de Chihuahua.
7) Programar en la agenda estatal la determinación del perfil de valores y percepciones de los pobladores rurales sobre el efecto de cambio climático.

1.3 Objetivos complementarios:

- Evaluar las tendencias de las variables del clima y su relación con la producción forrajera
- Actualizar los índices estandarizados de precipitación para el monitoreo de sequía
- Generar modelos para estimar producción de materia seca por hectárea con imágenes del satélite MODIS
- Aplicar el modelo SESS para el mapeo de capacidad de carga animal para los pastizales de Chihuahua.

1.4 Metas

- ✓ Disponer de un diagnóstico actual y confiable de la situación actual de los pastizales en el estado de Chihuahua y su relación con la sequía y el cambio climático, apoyado en;
- ✓ Un Sistema de Monitoreo Satelital y Terrestre de los Pastizales como un elemento estratégico para apoyar la toma de decisiones en el manejo y aprovechamiento sustentable de las regiones ganaderas del estado de Chihuahua. Esta herramienta contribuirá en un enfoque sustentable que garantice la productividad presente y futura de los ecosistemas naturales y su regeneración con un alto valor agregado.

2.0. ANTECEDENTES DE LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

2.1. Importancia de los pastizales

Con una superficie de 247,487 km^2 y tomando como base el régimen fisiográfico, el estado de Chihuahua presenta tres grandes ecoregiones; Sierras y Llanuras Tarahumaras, Mesetas Centrales ó Región Semidesértica y la Región del Desierto. Estas ecorregiones presentan características ecológicas que se conjugan para presentar una alta diversidad biológica, misma que incluye un número importante de especies endémicas tanto de animales como de plantas. En este último, se identifican los pastizales como comunidades vegetales en las que predominan las gramíneas y algunas otras familias que cubren grandes extensiones de terrenos de topografía leve o accidentada. También pueden ser cualquier área que produce forraje ya sea en forma de zacate, plantas parecidas a los zacates, leguminosas, arbustos ramoneables y hierbas o mezclas de estas. El término pastizal se usa en forma genérica en México, para referirse a todas las tierras de pastoreo con vegetación nativa y en algunas ocasiones inducida o naturalizada, la cual puede incluir matorrales, vegetación ribereña e inclusive bosques (Fierro, 2001) y que concuerda con la nomenclatura de COTECOCA. Para fines de este estudio, se utiliza el concepto de pastizal de estos dos autores.

La ganadería en la ecoregión de la Sierra tiene un carácter de sustento familiar con la explotación de bovinos criollos ó cruzas, ganado caprino y ovino que utilizan hierbas, plantas de chaparral y en menor escala, gramíneas perennes. En cambio las ecoregiones del semidesierto y desierto presentan dos formas principales de vegetación; los pastizales centrales dominados por zacates distribuidos en cuatro tipos principales: pastizal mediano abierto, pastizal mediano arborescente, pastizal amacollado abierto y pastizal halófilo (Rzedowski, 1978) y los matorrales que cubren actualmente el 85% de la ecoregión del desierto. No menos importante son las zonas de transición contenidas por los bosques de encino. En este sentido, los pastizales, matorrales y bosques de encino distribuidos en cerca de 18 millones de hectáreas contribuyen de manera importante en el desarrollo de la ganadería del estado, en la que

predomina el sistema de producción vaca-becerro. Según datos de INEGI (2001), el valor de producción anual de ganado bovino es aproximado a los 2, 719. 76 millones de pesos.

Los pastizales también proporcionan servicios ambientales esenciales, como la captura y el almacenamiento de agua en acuíferos, lagos y ríos, la producción de alimentos a partir de sistemas agrícolas y pecuarios, entre otros beneficios. Además, entre los servicios que prestan al ambiente son importantes la captura de bióxido de carbono producido por la actividad humana, la estabilidad climática para la regulación del ciclo hídrico, el mantenimiento del suelo y el control de deslaves y arrastres masivos de sedimentos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales (CONABIO, 2006).

Es evidente el desarrollo de las actividades productivas de los sectores secundario y terciario en el estado de Chihuahua, con un crecimiento preponderante del sector industrial y de servicios. No obstante, la ganadería continúa como una de las actividades económicas importantes y de mayor tradición; ocupa el primer lugar en cuanto a la superficie dedicada a la ganadería de bovinos en el país, es uno de los principales estados productores de bovinos de carne a nivel nacional y es reconocido por la alta calidad del ganado que pasta en sus pastizales. Los altos estándares en el manejo sanitario del ganado con aceptación oficial por parte de los Estados Unidos ubican a Chihuahua como el principal exportador de ganado en pie, principalmente becerros y vaquillas.

Uno de los pilares que sustentan estos sistemas de producción son sus pastizales. En la presentación del Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los pastizales del Desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-2016, el gobernador del estado Lic. Cesar Duarte, reconoce a los pastizales como un mosaico de especies diversas, que es rico y vasto en flora, fauna y múltiples recursos asociados que permiten el desarrollo agropecuario, la captura de agua y nos proporciona diversos bienes esenciales para la vida. Sin embargo, ubica a los pastizales como un ecosistema amenazado. Las malas prácticas ganaderas, el cambio climático y sus consecuencias, el fuego, las especies invasoras y el desarrollo urbano, han menguado estos recursos. Este reconocimiento se sustenta en los resultados y conclusiones de diversas investigaciones reportadas en el cuadro 2.

Cuadro 2. Antecedentes asociados a la situación de la productividad forrajera y estado de salud en los pastizales de Chihuahua.

AUTOR/AÑO	TITULO	FORO
CFAN-CID.1965. Consejo de Fomento Agropecuario del Norte de México-Centro de Investigación y Desarrollo.	Estudio integral preliminar de la ganadería de la zona norte de la República Mexicana. Centro de Investigación del Desarrollo.	Tomo IV. Inventario de Recursos Ganaderos en el Norte de México. COPARMEX. México.
González, M.H. y L.C. Fierro. 1985.	Estado actual de los pastizales y posibles soluciones para la ganadería en el norte de México. Manejo y Transformación de los Pastizales.	In: R. De Luna, J.G. Medina y L.C. Fierro (Eds.) Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. Delegación Coahuila. Saltillo, Coah. México.
Fredrickson y col. 1998.	Perspectives on desertification: southwestern United States.	Journal of Arid Enviroments. 39:191-207.
Melgoza, C.A. y col.	Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua.	Folleto Técnico No. 4. INIFAP_ CIRNOC. Campo experimental La Campana. Chihuahua, México.
Royo, M., A. y col 2005.	La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. Cambios en la cobertura vegetal de la ecoregión del desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970-2000.	II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Memorias. Zacatecas, Zac.
COTECOCA (1978).	Determinación de los Coeficientes de Agostadero Chihuahua.	Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero.
Fierro L.C. 2001	Análisis de la condición de los pastizales del Desierto Chihuahuense en México.	Reporte Consultoría para Pronatura Noreste.
ECOPAD, 2007. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón.	Estrategia para la conservación de pastizales del desierto chihuahuense.	Reporte Chihuahua, México.23 p.
Valerio col. 2005	Distribución, Extensión Espacial y Condición de los Pastizales en el Estado de Chihuahua.	Reporte Protección de la Fauna Mexicana, A.C., en colaboración con The Nature Conservancy. Chihuahua,México.
Carreón y col. 2008.	Cambios en la cobertura vegetal de la ecoregión	V Simposio Internacional de Pastizales.

	del desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970-2000.	Saltillo, Coahuila.
Loya 2008.	Estado de salud de los pastizales en predios ganaderos en el municipio de Janos, Chihuahua.	Tesis, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua.
PACP-Ch, 2011.	Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los pastizales del Desierto Chihuahuense	Reporte
Aguirre ,2012	Estado actual de los pastizales del desierto chihuahuense y estrategias para su conservación y uso sustentable.	Tesis doctoral, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

2.2. Historia del estado de salud de los pastizales

La historia de deterioro de los pastizales se remonta 150 años atrás (PACP-Ch, 2011), pero en la década de los 60´s ya se contaba con evidencia de estos cambios. Pérez y Chávez (datos sin publicar) determinaron la producción promedio de materia seca en cuatro tipos de vegetación en el estado de Chihuahua con rangos de 735 kg/ms/ha en pastizal mediano a 1577 kg/ms/ha en pastizales halófitos.

En 1963, el Consejo de Fomento Agropecuario del Norte de México realizó un estudio en el norte de México sobre la salud de la ganadería y los recursos naturales asociados. Los resultados arrojaron una tendencia hacia un mayor estado de deterioro ya que de los 600 ranchos evaluados, el 85% de los predios presentaron sobrepastoreo, 87.5% ya presentaban problemas de erosión, además de que más del 50% presentaba problemas con invasión de arbustivas. Evaluaciones realizadas posteriormente por la Secretaría de Agricultura a través de COTECOCA (1978), reiteran el progresivo estado de deterioro de los pastizales del estado de Chihuahua. Melgoza en 1998 encontró que entre 1961 y 1996, la producción promedio de forraje de pastizales en el estado de Chihuahua disminuyó un 76%, mientras que Royo en el 2005 encontró que entre 1978 y 2002 se presentó una disminución del 12.8% de la superficie de pastizales medianos, además de un estado de deterioro avanzado en la mayor parte de los pastizales de Chihuahua.

En el 2005, Valerio y colaboradores concluyen que entre los principales usos consuntivos que han contribuido al deterioro se encuentra la apertura de tierras agrícolas, la excesiva extracción de agua subterránea, el sobrepastoreo y la erosión hídrica y eólica. Agregan que los impactos se traducen en la carencia de mantillo orgánico, invasión de arbustivas nativas y bajos porcentajes de cobertura basal de gramíneas. Loya en el 2008 inició un monitoreo y evaluó el estado de salud de los pastizales en ranchos ganaderos del municipio de Janos mediante indicadores cualitativos, encontrando que el 54% de los sitios mostraron un estado de salud ligero a moderado, 38% moderado y 8% moderado

a extremo, para lo cual se recomienda obras de conservación de suelos y agua. En general, recomienda manejo de pastoreo para todos los sitios con una carga animal adecuada, para que mantengan y/ó mejoren su estado de salud.

En el 2008, INIFAP estimó que en los últimos 50 años se ha perdido el 70% de la capacidad productiva de forraje del desierto chihuahuense y que en los últimos 20 años se ha reducido en un 50% la producción ganadera. La combinación de sobrepastoreo y sequia ha sido una ecuación de resultados catastróficos en los pastizales. Las divisiones y subdivisiones de grandes extensiones dedicadas a la ganadería aunados a la expansión de la frontera agrícola han presionado al límite de su capacidad de resistencia y resilencia en los ecosistemas desérticos. El manejo de la ganadería de carne, que responde más a modas y mercadotecnia que a los principios ecológicos ha contribuido al deterioro de los agostaderos y baja productividad de ganadería.

Estudios recientes concuerdan con la pérdida de pastizales en niveles preocupantes como resultado del manejo inadecuado de la ganadería, la expansión de la agricultura, la urbanización, el cambio climático y la presencia de plantas invasoras, principalmente en los últimos 150 años (PACP-Ch, 2011).

El nivel de preocupación es mayor en tierras ejidales dado que hay una baja cobertura basal y una gran cantidad de suelo desnudo. Aguirre (2012) indica que es claro que los ranchos particulares se encuentran en mejor condición de salud de pastizales que los ejidos. En este sector, el problema es complejo y por lo tanto la solución no es fácil, dado que el esquema de propiedad de la tierra y la falta de reglamentación sobre el uso de los agostaderos ha propiciado un grave deterioro, en algunos casos difícil de revertir. En estas áreas el germoplasma de plantas forrajeras ha desaparecido.

Otros cambios que contribuyen a su creciente deterioro son la conversión de pastizales a otros usos del suelo y las sequías recurrentes asociadas al cambio climático, factores que adicionalmente contribuyen a la disminución en la capacidad de cosecha de agua de lluvia, disminución en la biodiversidad biológica y un aumento en los escurrimientos y la erosión (ECOPAD, 2007). Con respecto a los cambios de uso-cobertura de la tierra de pastizales a tierras agrícolas, la constante reestructuración parcelaria está transformando el espacio rural, alterando los procesos

ecológicos y los patrones de biodiversidad de los pastizales. Los cambios de uso de suelo, pastizal hacia agricultura, han desplazado algunas poblaciones de berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) a otros territorios.

La extinción de grandes áreas de pastizal altera toda una cadena de consumidores dentro de los cuales se encuentran especies de aves con status como el halcón aplomado (*Falco femoralis septentrionalis*) y el águila real (*Aguila chrysaetos*), especies típicas de lo que fueron los altamente productivos ecosistemas de pastizal de los valles centrales y noroeste del estado. Como ejemplo de estos factores de cambio de uso del suelo, la Figura 1 muestra la sección agrícola del Oasis en pleno matorral desértico cercano a Ojinaga, Chihuahua que en los últimos 15 años expandió las tierras naturales de pastizales a tierras de cultivo agrícola a una tasa anual de cambio de 5.7% (de 4694 a 29904 ha).

Sin embargo, en sus implicaciones ambientales, la sequía en los últimos años es considerada un problema de primer orden por sus efectos negativos en la actividad ganadera nacional. SAGARPA (2012) reporta la presencia de años extremos en tres años consecutivos; en 2009, la segunda peor sequía en 60 años, en el 2010, el año más lluvioso mientras que en el 2011, el 40% del territorio nacional ha sido el más seco en 70 años, particularmente para el estado de Chihuahua. Según datos de la misma fuente, a principios del 2012, el 49.43% de los municipios del país (1213), registraron sequía. El análisis del monitor de sequía de América del Norte mostró como prácticamente el territorio del estado de Chihuahua permaneció en sequía excepcional y extrema hasta noviembre del 2011 y con problemas de sequía hasta abril del 2012 (Figura 2a, b). Su importancia está consignada en diversos documentos oficiales como el Programa de Acciones de Ganadería para Atender el Problema por Contingencias Climatológicas y el Proyecto Estratégico de Ajuste de la Carga Animal en Agostaderos 2012. En presencia de una sequía más severa y/o prolongada, los ganaderos solicitan apoyos específicos y siempre de emergencia acudiendo a instituciones y programas de apoyo que precisan ser articulados, coordinados y alineados para solventar en forma eficaz la problemática de la sequía severa. Como ejemplo, el Cuadro 3 presenta la cobertura del seguro catastrófico (SAC) para los estados afectados por la sequía, particularmente para el estado de Chihuahua.

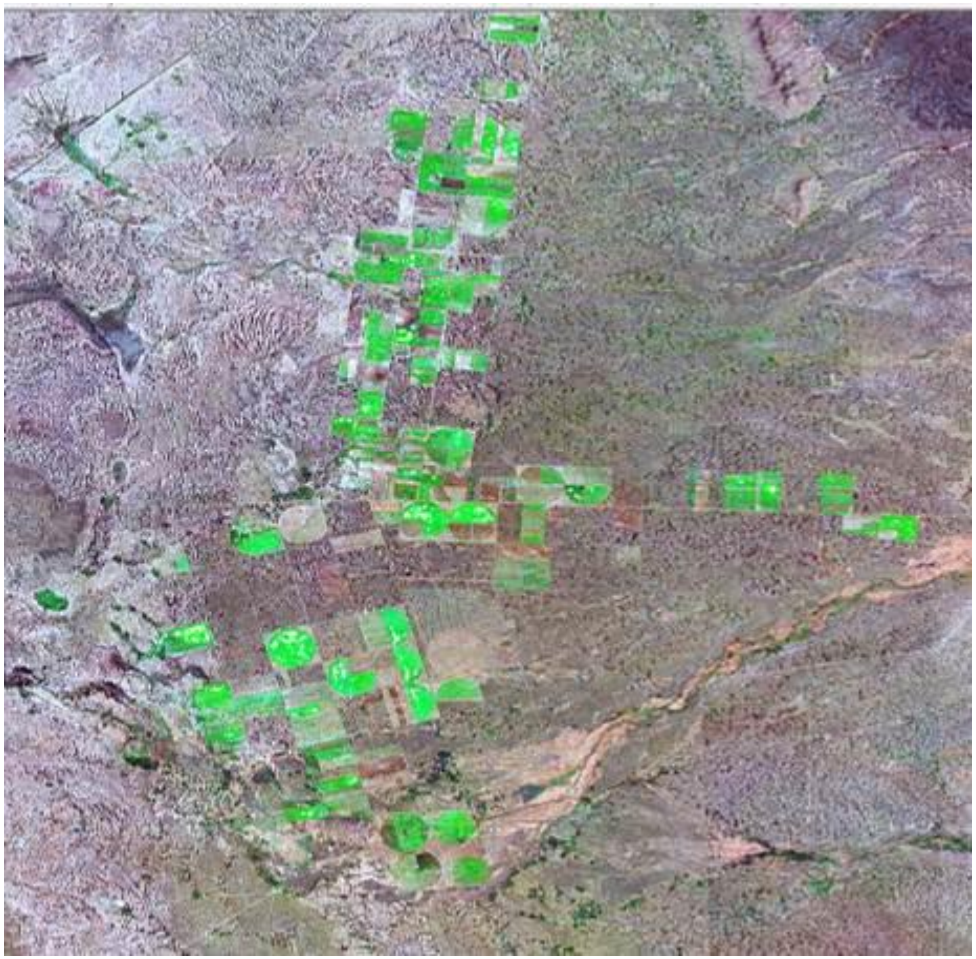
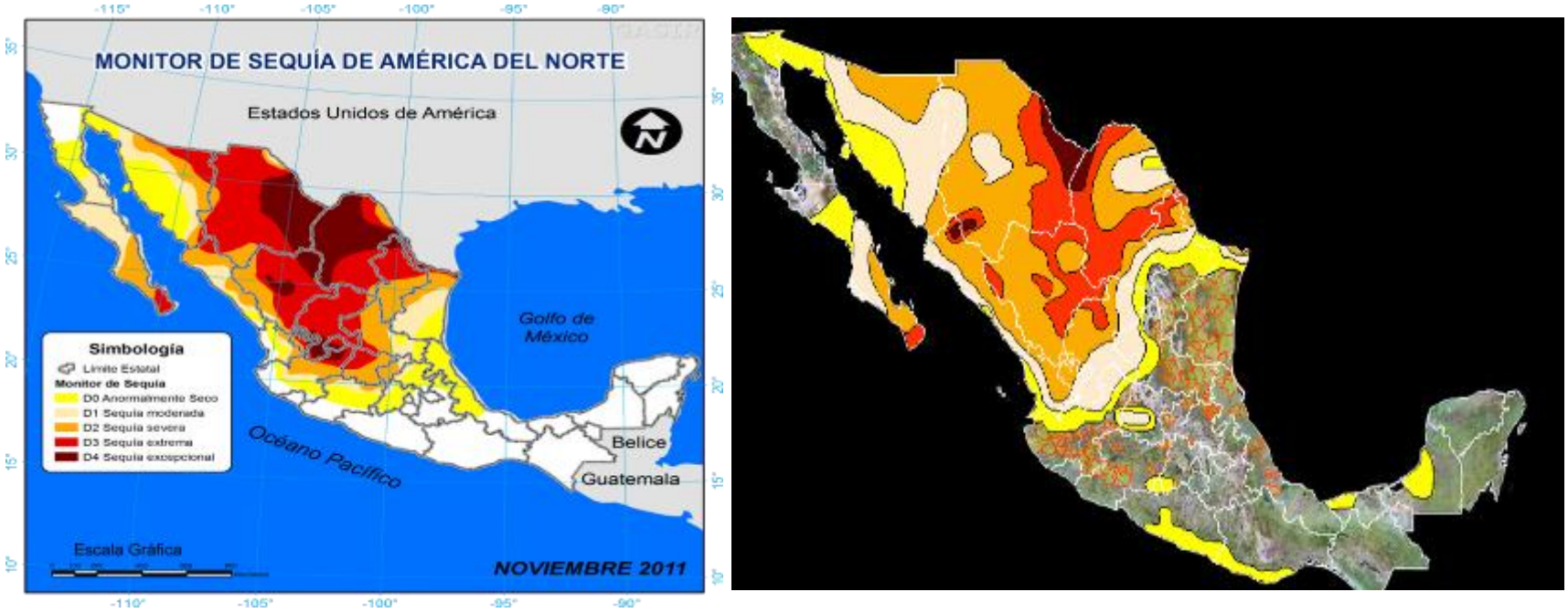


Figura 1. Imagen compuesta del satélite Landsat TM del 2007, que muestra la expansión de las actividades agrícolas en pastizales de secano.



a) **b)**

Figura 2. Sequía excepcional en noviembre del 2011 (a) y extrema en abril 2012 (b) en México con enfoque al estado de Chihuahua.

Cuadro 3. Cobertura del seguro catastrófico (SAC) para los estados afectados por la sequía.

ESTADO	SEGURO PECUARIO CATASTROFICO	
	GANADO (UA)	SUMA ASEGURADA (MDP)
AGUASCALIENTES	18,621	8.38
CHIHUAHUA	435,552	261.33
COAHUILA	446,994	223.74
DURANGO	264,655	143.43
GUANAJUATO	81,095	48.66
HIDALGO	13,783	6.98
JALISCO	125,675	57.55
MÉXICO	17,664	8.83
MICHOACAN	29,323	17.59
NAYARIT	50,550	25.38
NUEVO LEON	195,972	91.22
QUERETARO	41,627	25.00
SLP	216,258	129.75
SINALOA	8,793	5.28
SONORA	189,533	85.29
TAMAULIPAS	46,374	22.49
VERACRUZ	-	-
YUCATAN	-	-
ZACATECAS	278,068	131.78
TOTAL	2,460,582	1,293

2.3. Especies Invasoras en Pastizales en Respuesta al Cambio Climático

Una especie invasora es aquella especie exótica, introducida en forma deliberada o accidental, que está fuera de su distribución natural y que se propaga por semillas ó material vegetativo, con capacidad para colonizar y dispersarse en forma creciente, amenazando la diversidad biológica, causando daños al ambiente y a la economía de las regiones. Un rasgo principal de la mayoría de las invasoras, son la resistencia que presentan ante condiciones climatológicas adversas, principalmente baja precipitación anual y sequías recurrentes, que en muchas de las situaciones le proporcionan una ventaja de competencia frente a las especies nativas.

Los pastizales de Chihuahua no han sido la excepción, ya que la presencia de gramíneas africanas catalogadas como invasoras, han modificado fundamentalmente la composición dinámica y el funcionamiento de los pastizales (Melgoza y col. 1998). Una parte de estos procesos de invasión, son el resultado de introducciones premeditadas como parte de programas de restauración de pastizales degradados, control de la erosión del suelo o como nuevas alternativas de alimentación para el ganado.

Sin embargo, los estudios y registros de ocurrencia de plantas invasoras en las tierras de pastoreo del estado, muestran su creciente expansión con exhibición de sus ventajas competitivas superiores en comparación con las especies nativas ya que compiten por recursos esenciales como espacio, luz, agua y nutrientes. Dos ejemplos de invasión con grandes impactos negativos aunque debatidos, son el zacate rosado (*Melinis repens)* y el zacate africano (*Eragrostis lehmaniana).* Ambas especies tienen la ventaja de ser más tolerantes ante el agotamiento de recursos en el suelo, lo cual representa un severo riesgo para las especies nativas, principalmente en los pastizales de navajita (*Bouteloua gracilis*), pero un estrato de ganaderos sostienen la importancia de los zacates rosado y africano, como una alternativa para mantener las operaciones de sus ranchos ganaderos, sobre todo bajo condiciones de sequía extrema y sobrepastoreo. Más sin embargo, estas especies invasoras poseen menor valor nutricional que las especies nativas.

Zacate rosado (*Melinis repens*). Conocido también como zacate carretero, tiene gran capacidad de dispersión al invadir las orillas de los caminos, bordes y dentro de los terrenos de cultivo, áreas bajo disturbio y áreas naturales sin perturbaciones. De estos puntos extiende su expansión gracias a su eficiente dispersión de semillas arrastradas por el viento, el ganado y por el hombre. Aunque provee cierto grado de protección contra el proceso de erosión del suelo, no se recomienda para propósitos de revegetación a largo plazo, debido a la alta agresividad de competencia para desplazar a las especies nativas dado a la resistencia que presenta ante condiciones climatológicas adversas, principalmente baja precipitación anual, sequías recurrentes, erosión aguda y un perfil de suelo pobre en nutrientes.

Los resultados de 129 registros de ocurrencia registrados en Chihuahua, asocian al zacate rosado con una reducción en la cantidad y diversidad de especies nativas; las gramíneas fueron las plantas más afectadas. Terán en el 2010, reportó la disminución de gramíneas nativas de alto valor forrajero como el género *Bouteloua* en un pastizal mediano; los espacios fueron ocupados por especies como *Melinis repens* y *Heteropogon contortus.* Otro estudio de Carrillo y col. en el 2009, reportaron que estas especies han desplazado y ocupado espacios de gramíneas forrajeras de alta calidad como *Bouteloa gracilis* y *B. curtipendula*. Además, este proceso de expansión es favorecido debido a que el ganado bovino lo consume en menor cantidad que las gramíneas nativas.

Es evidente que la presencia y amplia distribución del zacate rosado representa un severo riesgo para la biodiversidad con implicaciones ecológicas, económicas y sociales. No obstante, con razones debatidas, se piensa que el zacate rosado presenta ventajas competitivas ante especies nativas en suelos de pobre calidad ó sujetos a variaciones climáticas extremas. Incluso existe la creencia de ganaderos de que es mejor tener este zacate en las tierras de pastoreo que el no tener nada.

Sánchez en el 2012 identificó el potencial riesgo de invasión hacia nuevos sitios de colonización en ambientes áridos y semáridos de Chihuahua. La mayor presencia ocurrió en áreas planas y terrenos ondulados lo cual puede explicarse, ya que fueron pastizales transformados en tierras de cultivo, algunas abandonadas donde la especie se adapta como un invasor exitoso. Los tipos de vegetación nativa más amenazados por el zacate rosado fueron los

pastizales medianos y amacollados y el bosque de encino-pino (Figura 3b). Los municipios con niveles crecientes de invasión son: Satevó, Doctor Belisario Domínguez y Gran Morelos. Los municipios incluidos en la proyección a creciente invasión son Cusihuiriachi, Riva Palacio, San Francisco de Borja y Villa Matamoros (Figura 3a).

Zacate africano (*Eragrostis lehmaniana).* Es otro ejemplo de zacates perennes de estación cálida con fuerte presencia de invasión. En 1959, se consideró como una especie promisoria para restaurar el suelo y pastizales degradados extendiendo su resiembra a través de Arizona en tierras de pastoreo degradadas por efectos de extensas sequías y áreas extensas bajo sobrepastoreo.

En la mitad de la década de los 60´s fue introducida al campo experimental “La Campana”, estación de investigación del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (INIFAP) localizado en los pastizales centrales de Chihuahua, México. Desde entonces, invade los pastizales localizados en rangos de altitudes de 1100 a 1600 msnm con regímenes de lluvia de 150 a 220 mm (Melgoza col. 1986). Pocos años después hasta hoy en día, es una especie controvertida en cuanto a su utilización en las tierras de pastoreo.

Como ya se mencionó, es una especie criticada debido a sus efectos negativos sobre la biodiversidad. Sin embargo, existen pocos estudios en cuanto a esta controversia. Más recientemente, Sánchez en el 2009 cuantificó la invasión progresiva del zacate africano a partir de su sitio original de establecimiento en 1960 durante un período de 20 años (1985-2005).

El zacate africano presentó una significante y progresiva invasión en los pastizales centrales de Chihuahua. Los cambios en la vegetación afectaron la abundancia de muchas especies de plantas y la diversidad de las comunidades de plantas. La riqueza de las especies decreció de 15 especies en 1985 a 6 especies en el 2005, entre los 3000 y 4500 m en distancia desde su fuente original de establecimiento. Sin embargo, también se observó una gran peculiaridad de esta especie, ya que su potencial de expansión y distribución se limita a rangos de altitud y pendiente. En cuanto a la altitud, su establecimiento se observa en un corredor entre 1500 a 1800 msnm correspondientes a áreas planas,

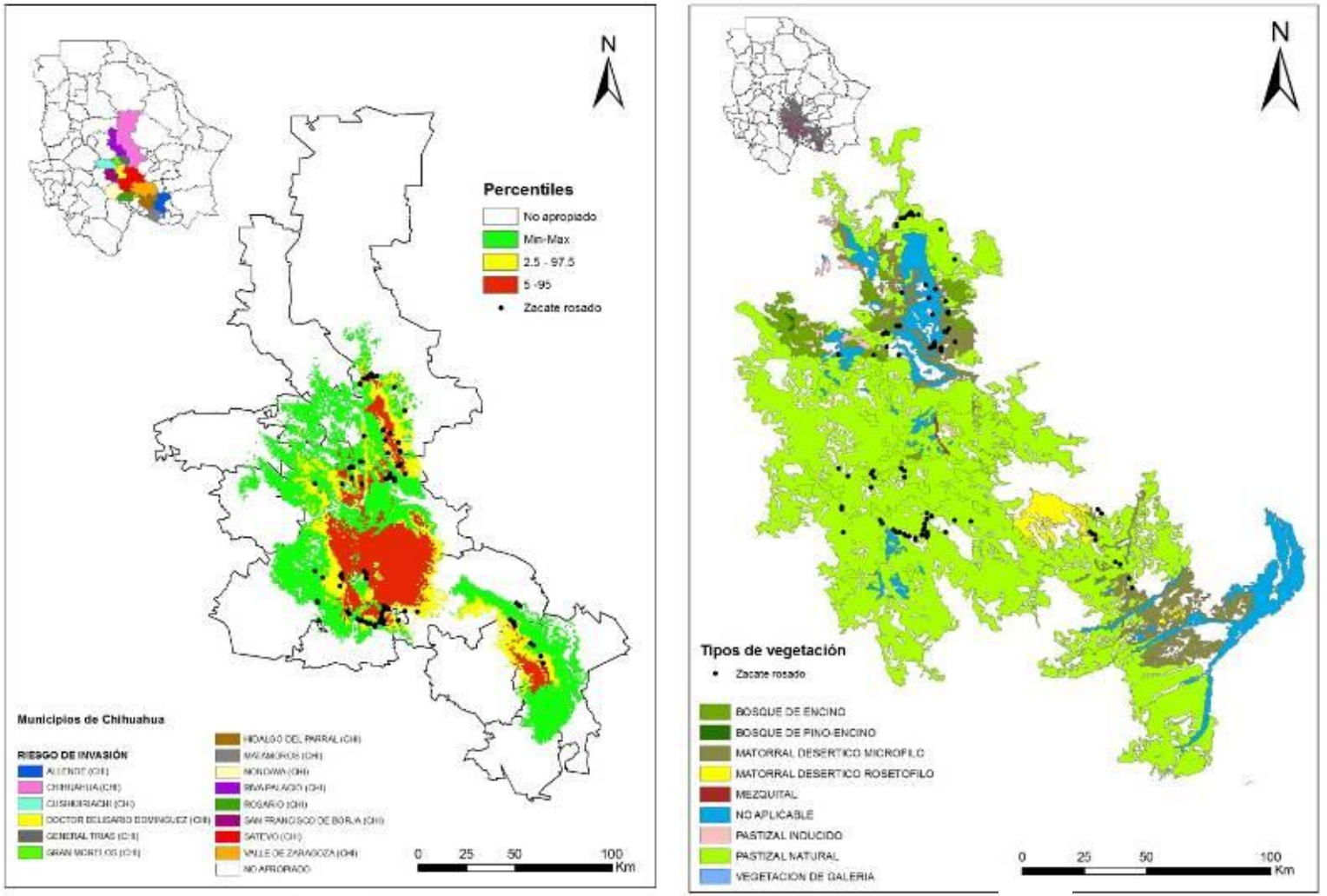


Figura 3. Municipios y tipos de vegetación con mayor riesgo de invasión.

y lomeríos suaves y ondulados, en pendientes no mayores al 10%. La Figura 4 muestra las zonas de distribución de la especie, principalmente en mesetas, planos y lomeríos ondulados (tono crema), gradiente entre las tierras de pastoreo ubicadas en altitudes menores a los 1500 msnm (tono rojo) y los lomeríos altos y sierras (tono verde).

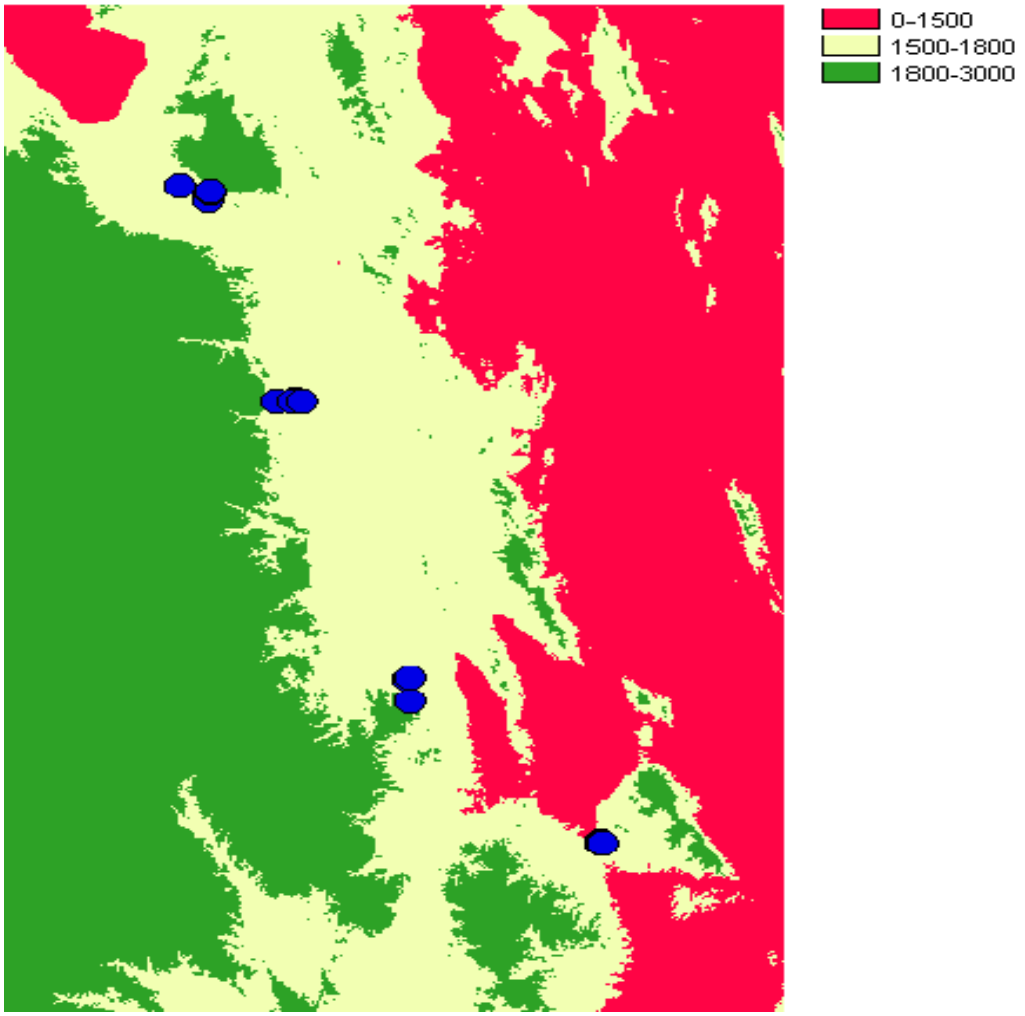


Figura 4. Distribución altitudinal típica del zacate africano entre los 1500 a 1800 msnm

3.0 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN PASTIZALES

3.1 Modelos de estimación de la producción forrajera en pastizales. Integración de datos de campo, radiometría e Índices Normalizados para Diferenciar Vegetación (NDVI).

Para lograr una mejor comprensión del actual potencial forrajero ante los efectos de las sequias y el cambio climático, fue necesario revisar los marcos de referencia históricos relacionados con la dinámica de la producción de forraje disponible en kg de materia seca por hectárea (kg ms/ha). Un marco histórico base, es la determinación del forraje disponible de las ecoregiones ganaderas realizado por COTECOCA en 1978. El potencial productivo de forraje lo muestran en las siete ecoregiones agrupadas bajo criterios de similitud de vegetación, tipo de suelos y precipitación (Figura 5). Describen las características de cada región ecológica en cuanto al tipo de vegetación dominante, producción de materia seca y distribución por municipios.

INIFAP utilizó las mismas regiones ecológicas de COTECOCA para evaluar el impacto de la sequía en la actividad ganadera en 1994. Melgoza y col. publicaron en 1998, la cuantificación de las condiciones de vegetación y los hatos ganaderos después del período de sequía que inició en 1992 y se extendió en años posteriores. A finales del 2010 y durante el año del 2011, el Colegio de Posgraduados (COLPOS) y la Universidad Autónoma de Chihuahua realizaron mediciones en 24 sitios de monitoreo permanente (SMP) para conocer la producción de forraje disponible, en particular, para el estado de Chihuahua.

En nuestro estudio, se aplicó los procedimientos del Sistema de Monitoreo Terrestre Orientado a la Ganadería (SIMTOG), para evaluar la dinámica de la producción de forraje disponible y la capacidad de carga animal ante el impacto de la sequía, que tuvo su inicio en el 2009 y continúa en el presente. Para lo anterior, se colectaron 5400 mediciones de radiometría dentro de las cuales se realizaron 864 mediciones de producción forrajera expresada en kg/ms/ha y 864 fotos panorámicas registradas en los cuatro puntos cardinales de cada uno de los 24 SMP durante el

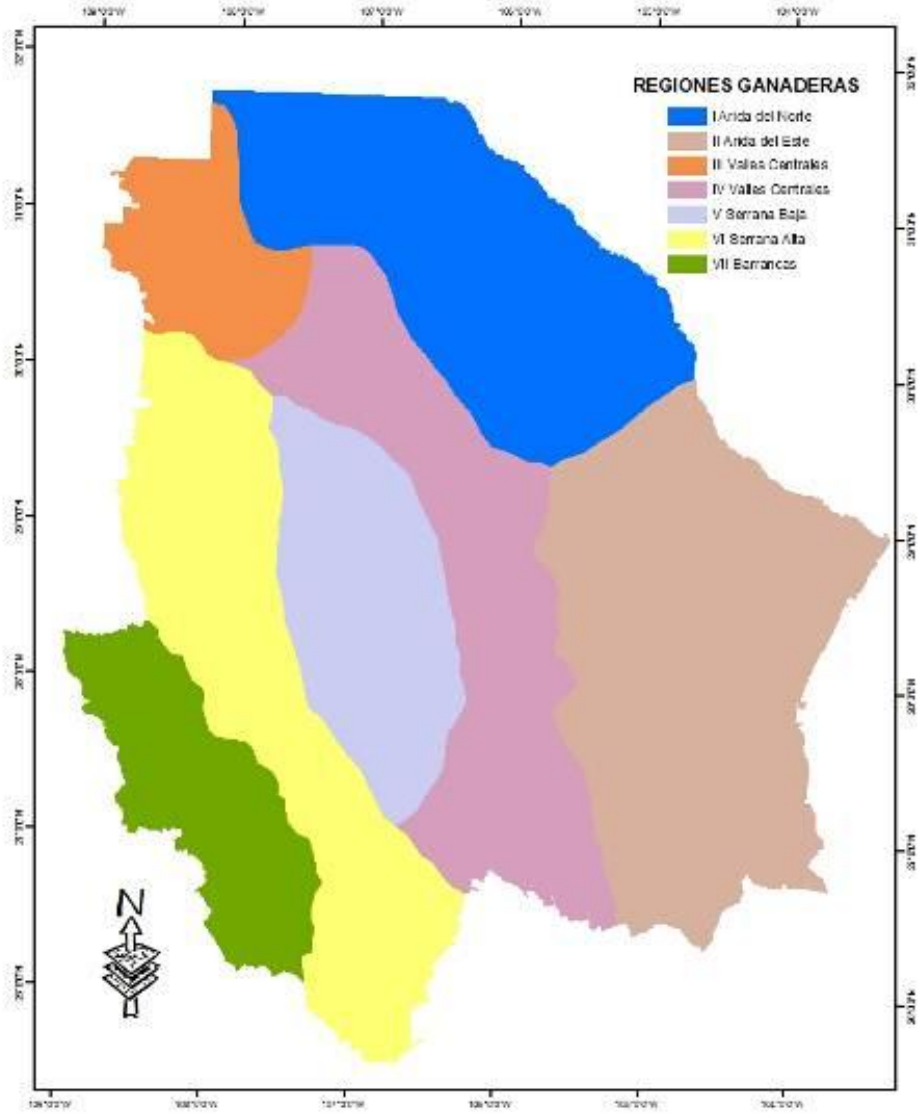


Figura 5. Distribución de las 7 ecoregiones ecológicas ganaderas definidas por COTECOCA para el estado de Chihuahua.

año 2012. Los cortes de producción forrajera se realizaron sobre un cuadrante de 2.01 m^2 y el material se clasificó en forrajera y no forrajera. Estos procesos permitieron generar los mapas que estimaron la producción de forraje disponible para los años 2011 y 2012.

Para lograr lo anterior, se prepararon imágenes del satélite MODIS (resolución espacial 250 m) correspondientes a la fecha de toma de datos radiométricos en campo. A partir de estas imágenes se obtuvo el índice de vegetación de diferencia normalizado (NDVI). Este mismo índice se aplicó a los datos radiométricos colectados en campo. El proceso permitió correlacionar el NDVI de los datos radiométricos con el NDVI de la imagen MODIS. La nueva imagen obtenida se correlacionó con las 864 mediciones de producción forrajera en kg/ms/ha, proceso que finalmente permitió obtener el mapa de estimación de producción forrajera para los pastizales del estado de Chihuahua. Como se comentó, esta metodología se aplicó a las mediciones 2011 y 2012. Ambos años se utilizaron para detectar diferencias de producción forrajera con respecto a los datos base de COTECOCA en 1978 e INIFAP en el año1994.

3.2 Mapeo de la Producción de Materia Seca/Hectárea

La Figura 6 presenta los mapas base de estimación de materia seca en kg/ha basados en datos de campo de producción de forraje, datos radiométricos e imágenes MODIS. Así mismo, el Cuadro 4 presenta las estimaciones de producción de forraje en la sequía intensa del 2011, del año 2012 y la relación de ambos años con la producción forrajera de COTECOCA de 1978 y los estudios de impacto de las sequías reportadas por INIFAP en 1994.

Conforme al criterio de Chávez (1986), un animal adulto presenta pérdida de peso corporal cuando la producción de forraje disponible se encuentra por debajo de los 150 kg/ms/ha. Durante la sequía del 2011, el 60% de las tierras de pastoreo en el estado (Figura 5 y Cuadro 4, ecoregiones I, II, III y IV) se ubicaron por debajo del nivel crítico de producción de forraje. Estos resultados coinciden con los valores para las tres primeras regiones ganaderas encontrados por INIFAP en 1994, con excepción de la región 4 la cual es clasificada como no crítica por INIFAP.

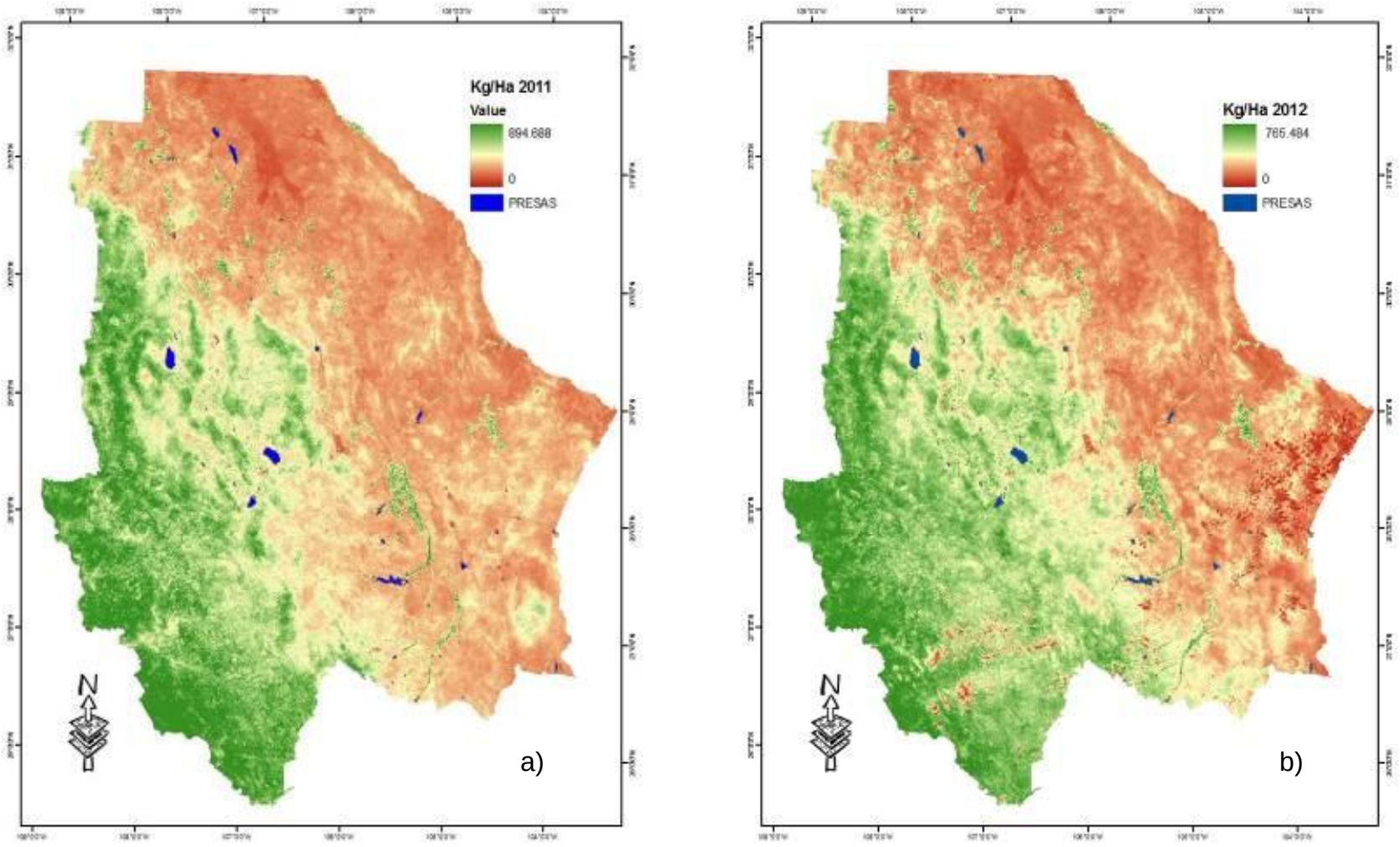


Figura 6. Mapas base de estimación de materia seca en kg/ha para el período 2011 y 2012.

Cuadro 4. Estimación de forraje disponible en las ecoregiones ganaderas en tres períodos de sequía.

Ecoregión	Tipo de Vegetación	Kg/Ha (COTECOCA, 1978)	Kg/Ha (INIFAP, 1994)	Kg/Ha (SIMTOG-CHI, 2011)	Kg/Ha (SIMTOG-CHI, 2012)	Municipios
I	Árida del Norte (matorral)	336	78	30	76	Asención, Juárez, Gpe D. Bravos, Praxedis G. Guerrero, parte de villa Ahumada y Coyame.
II	Árida del Este (Matorral)	410	114	70	117	Coyame, Ojinaga, Manuel Benavides, Villa Aldama, Aquiles Serdán, Julimes, Rosales, Nuevo Delicias, Saucillo, La Cruz, San Francisco de Conchos, Camargo, Jiménez, Villa López, Parte de Valle de Allende y Villa Coronado.
III	Valles Centrales del Norte	680	70	124	159	Janos, Casas Grandes, Nuevos Casas, Grandes y Galeana.
IV	Valles Centrales del Sur	650	235	120	202	Buenaventura, Namiquipa, Chihuahua, Riva Palacio, Santa Isabel, Satevó, Valle de Zaragoza, Rosario, El Tule, Huejotitan, H. del Parral, San Fco. del Oro, Santa Bárbara, Villa Matamoros y parte de Villa Coronado y Valle de Allende.
V	Serrana Baja (Pastizales Navajita)	750	197	221	284	Namiquipa, Bachiniva, Cuactemoc, parte de Riva Palacio, Guerrero, Cusihuiriachic, Gran Morelos, parte de Santa Isabel, Dr. Belisario Domínguez, San Francisco de Borja Parte de Satevó, Nonoava y parte de Balleza.
VI	Serrana Alta	450	254	342	340	Madera, parte de Casas Grandes, Ignacio Zaragoza, Gómez Farías, Temósachic, Carichíc, parte de Namiquipa, Guerrero, Guadalupe y parte de Balleza.
VII	Barrancas	No cuantificado	No cuantificado	435	421	Guadalupe y Calvo, Urique, Ocampo, Bocoyna, Guachochic, Moris, Batópilas.

El análisis de la ecoregión 1 muestra como la producción forrajera estimada por INIFAP en 1994 es menor en un 70% a la determinada por COTECOCA en 1978; la estimada en este estudio en el 2011 es menor en 50% a la de INIFAP y 90% a la de COTECOCA. La misma tendencia se presentó para las regiones 2 y 3.

En general, las mediciones del año 2012 presentan el doble de las estimaciones de producción forrajera a las obtenidas en el año 2011, principalmente para las ecoregiones ganaderas localizadas en las zonas áridas y semiáridas. La Figura 7a muestra la dominancia de la clase 0-50 kg/ms/ha para las ecoregiones árida alta y árida del este (tonalidad en rojo) como un reflejo de la intensa sequía del año 2011. Esta clase disminuye en el año 2012 y define un incremento en las clases 2 y 3 con una tendencia de mejora en la producción forrajera (50-100 kg/ms/ha y 100-200 kg/ms/ha) debido a mejores condiciones de precipitación pluvial (Figura 7).

Los valles del centro sur y centro norte también mostraron una mejora en la producción de forraje aunque ambas regiones se ubican en los límites del punto crítico de producción de forraje. Las ecoregiones serrana baja y serrana alta reportadas por COTECOCA en 1978 presentan mayor producción forrajera a las encontradas en los años 1994, 2011 y 2012. Es importante resaltar que para el año 2012, la producción de forraje muestra una tendencia de mejora en relación a los datos reportados por INIFAP en 1994.

En sus implicaciones, la escasa y errática distribución de la precipitación pluvial durante el 2011, afectó la cantidad de forraje disponible con impactos negativos en la cadena productiva de bovinos de carne, proceso que ubicó en una situación crítica las tierras de pastoreo del estado de Chihuahua, principalmente las ecoregiones I, II, III y IV. En el año 2012, se obtuvo una mejora en la producción de forraje disponible, pero no lo suficiente para cumplir con los requerimientos de alimentación del ganado en pastoreo.

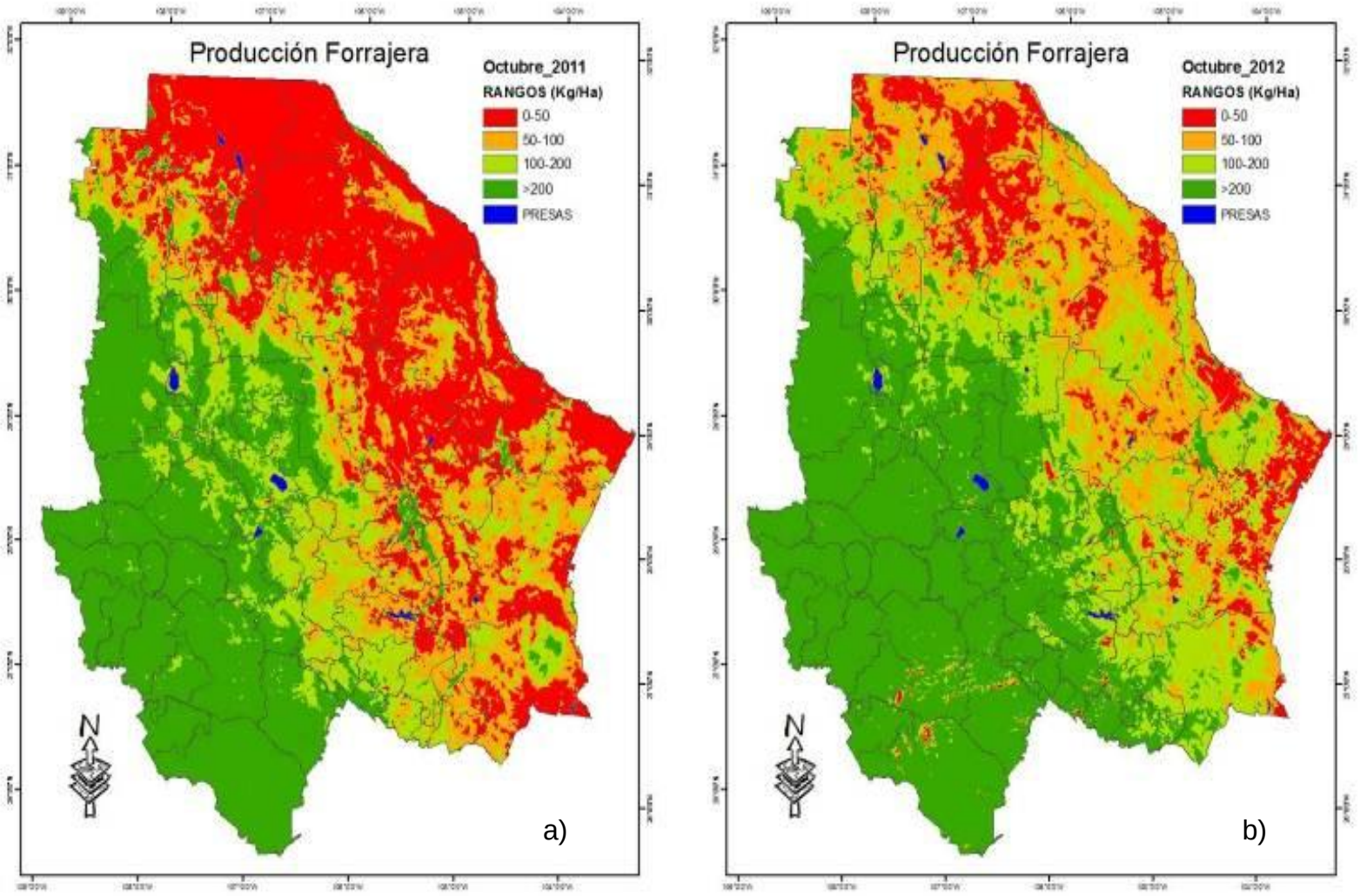


Figura 7. Mapas predictivos de producción forrajera para el año 2011 y 2012.

3.3 Estimación de capacidad de carga animal bajo el modelo SESS

El Desplegable para Productores 15 de INIFAP-CHIHUAHUA recomienda el ajuste de la carga animal cuando por alguna razón la producción de forraje es insuficiente, el número de animales es mayor al requerido o bien cuando se está dañando la salud de los agostaderos. Su propósito es el conservar y mejorar los pastizales, así como lograr una producción permanente en los ranchos ganaderos. Con el ajuste de la carga animal, se mejora en cada potrero la cobertura vegetal, la producción de forraje y el valor nutricional de las especies.

En este apartado se reporta la capacidad de carga calculada mediante el modelo SESS y la precipitación reportada por el NOAA. Estos modelos son generados por el Dr. Heriberto Díaz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en colaboración con el cuerpo académico de Recursos Naturales y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

La capacidad de carga recomendada puede parecer muy baja, pero debido a la variabilidad de la precipitación, es la adecuada para: a) mantener o mejorar la productividad del agostadero, b) obtener una producción animal aceptable y sostenible y c) reducir al mínimo los suplementos al ganado y los bajos porcentajes de mortalidad. La capacidad de carga animal en los agostaderos NO solo depende del lugar, sino también del tiempo, debe ser flexible y cambiar dependiendo de las condiciones climáticas y de los pastizales.

La Figura 8 presenta el mapa que muestra la capacidad de carga animal para los pastizales del estado de Chihuahua. La clase de 11 a 20 ha/ua considerada como buena tan solo representa el 11.5% de la superficie del estado. La clase de 20 a 40 ha/ua se estima en un 25 % de la superficie del estado. La clase mayor a las 50 ha/ua representa el 25% de las superficie estatal. Estas estimaciones se asocian a la producción de forraje disponible en cada una de las ecoregiones ganaderas.

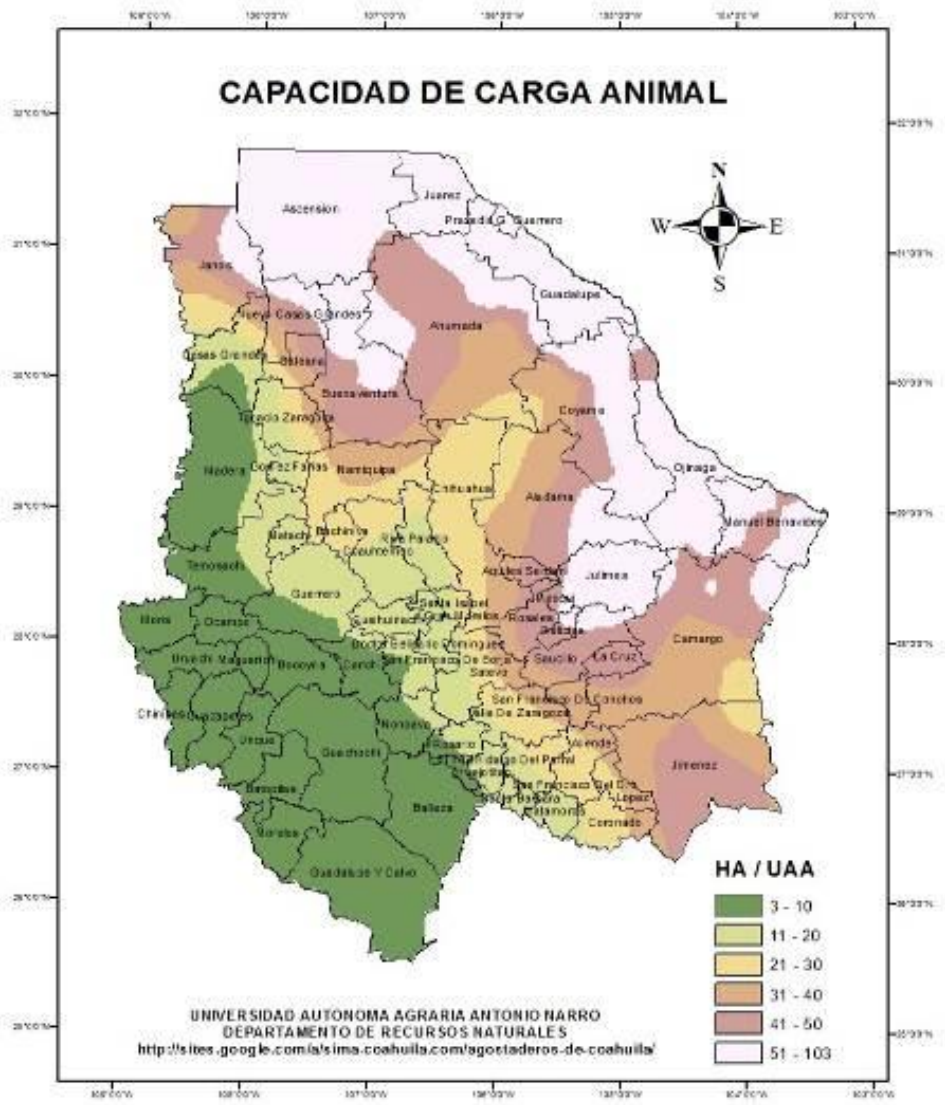


Figura 8. Capacidad de Carga Animal para el estado de Chihuahua bajo el modelo SESS

4.0 TENDENCIAS ACTUALES DE LAS VARIABLES DEL CLIMA

El cambio climático se ha definido como "cualquier cambio en el clima con el tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana" (IPCC 2007). Sin embargo este término se utiliza generalmente en el contexto de los cambios globales como resultados de las acciones antropogénicas. Estas actividades liberan cantidades significativas de carbono a la atmósfera provocando importantes cambios en el clima. Estos cambios incluyen calentamiento global, fluctuaciones en la precipitación y temperatura, aumento en el nivel del mar y otros “fenómenos climáticos extremos”. A pesar de la cantidad de información que existe sobre el cambio climático global, poco se sabe acerca de cómo estos cambios pueden afectar a los ecosistemas naturales, en particular los pastizales.

Como un paso previo al análisis de los efectos del cambio climático en la producción de forraje y consecuentemente en la capacidad de carga animal, este estudio revisó las tendencias de la precipitación y temperatura, en particular para las zonas desértica y semidesértica. La clasificación de estas zonas se basa en la escasa precipitación pluvial y alta evapotranspiración. Este comportamiento las mantiene en condiciones de sequia con altas variaciones en la temporalidad y recurrencia. Por otro lado, por efectos del calentamiento global y cambio climático, las variaciones son más acentuadas y menos predecibles, lo que implica mayor incertidumbre y reto en el manejo de los recursos naturales. La precipitación es por definición, la principal limitante para la capacidad de carga animal derivada de la producción de forraje. La estacionalidad es un fenómeno conocido y determinado y se distinguen en forma clara dos épocas; época de seca y época de lluvias

Los pastizales de Chihuahua reciben la mayor proporción de precipitación entre junio y octubre con aportaciones provenientes del Océano Pacífico y del Golfo de México, durante la estación de ciclones tropicales y del monzón mexicano. Una proporción inferior ocurre en los meses de invierno provocada por los frentes fríos característicos de esta región. Este patrón de precipitación combinado con la fluctuación de la temperatura ocasiona que las especies

que componen los pastizales permanezcan en dormancia durante el invierno y reinicien el crecimiento con la estación de lluvias. De hecho, la cantidad de precipitación en el verano es el factor determinante en la productividad y salud de los pastizales en el norte de México. Además, inciden variables como la fertilidad y humedad del suelo y la radiación solar con una tasa de eficiencia de transpiración determinada por la evapotranspiración potencial. Esta última es una variable clave en la determinación de la frecuencia, duración e intensidad de la sequía (Hennessy y col. 2008).

Está fuertemente documentado que a partir de la década de los 90´s, las fuerzas climáticas y económicas han afectado las empresas ganaderas. La variabilidad climática inducida por los humanos, incluyen las emisiones de gas invernadero y los aerosoles de Europa y Norteamérica que contribuyen a la declinación del ozono en la estratósfera en una escala global, pero con efectos en escalas regionales. Si a esto agregamos los factores de disturbio a nivel regional, ya descritos en capítulos anteriores, los impactos se reflejan en la baja productividad de las empresas ganaderas, afectadas también por la declinación de los precios de venta de los productos y aumento en los costos de producción. Numerosas observaciones (INIFAP, 1994; Carreón y col. 2008; Aguirre, 2012) indican que la productividad y salud de los pastizales por el efecto de los factores climáticos, se han reducido significativamente en algunas regiones ganaderas del estado en los últimos diez años, mientras que en otras se mantiene estables.

Independiente de la utilización de técnicas para evaluar la tendencia de las lluvias (percentiles, técnicas de regresión, series de tiempo, etc.), un rasgo de la tendencia de la lluvia en los pastizales ha sido la variabilidad inter-decadal (McKeon col. 2004). En este apartado, se evaluó las tendencias de la precipitación y temperatura usando técnicas analíticas alternativas;

1) Tendencias históricas del 1963 al 2003 y,
2) Cambio de los patrones de precipitación del 2003 al 2012.

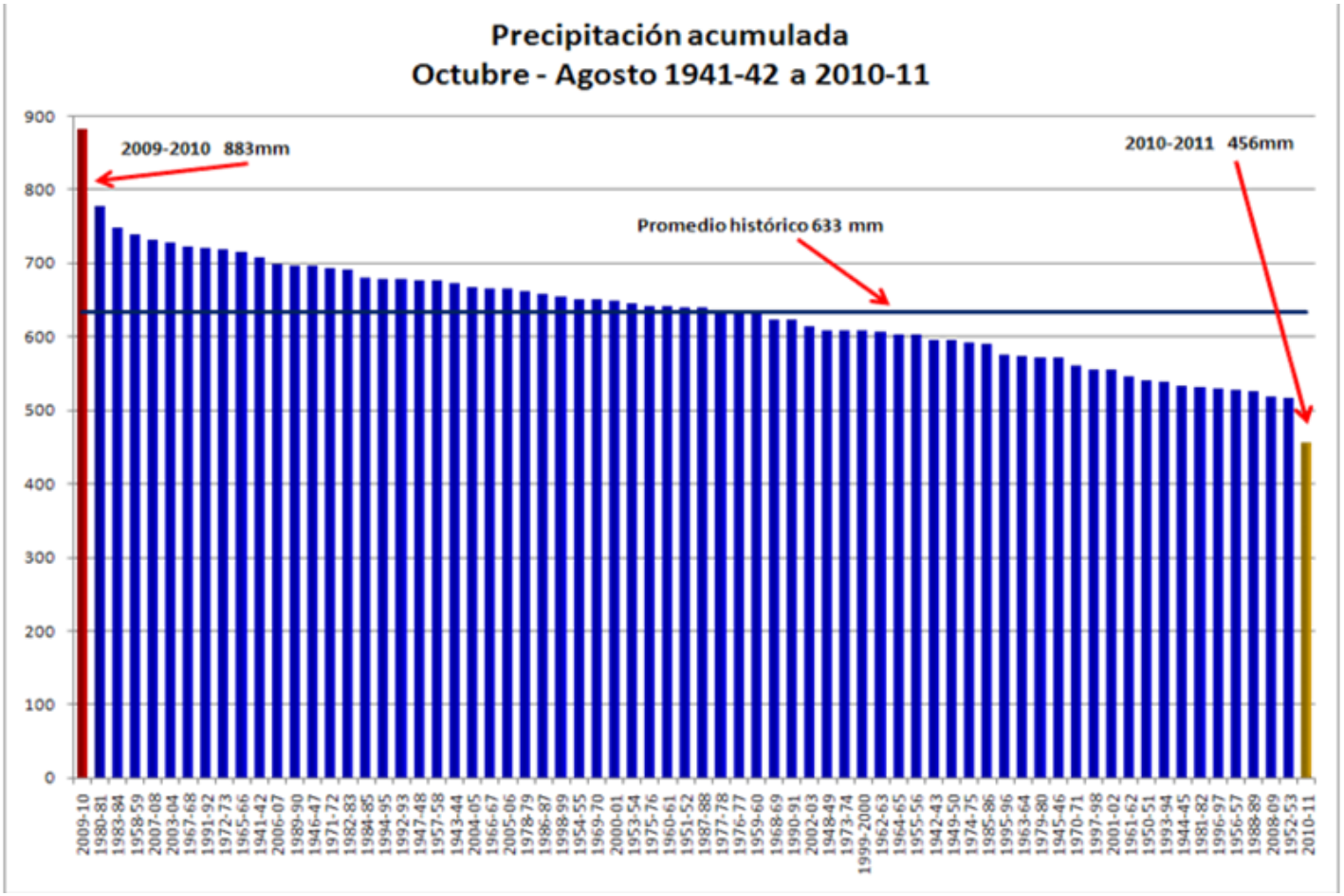
Los 40 años del período de 1963 al 2003 es usado como base común bajo el conocimiento de que la red de estaciones climatológicas de INIFAP establece un límite de trabajo debido a su bajo número y distribución.

4.1 Variabilidad y tendencia de la precipitación

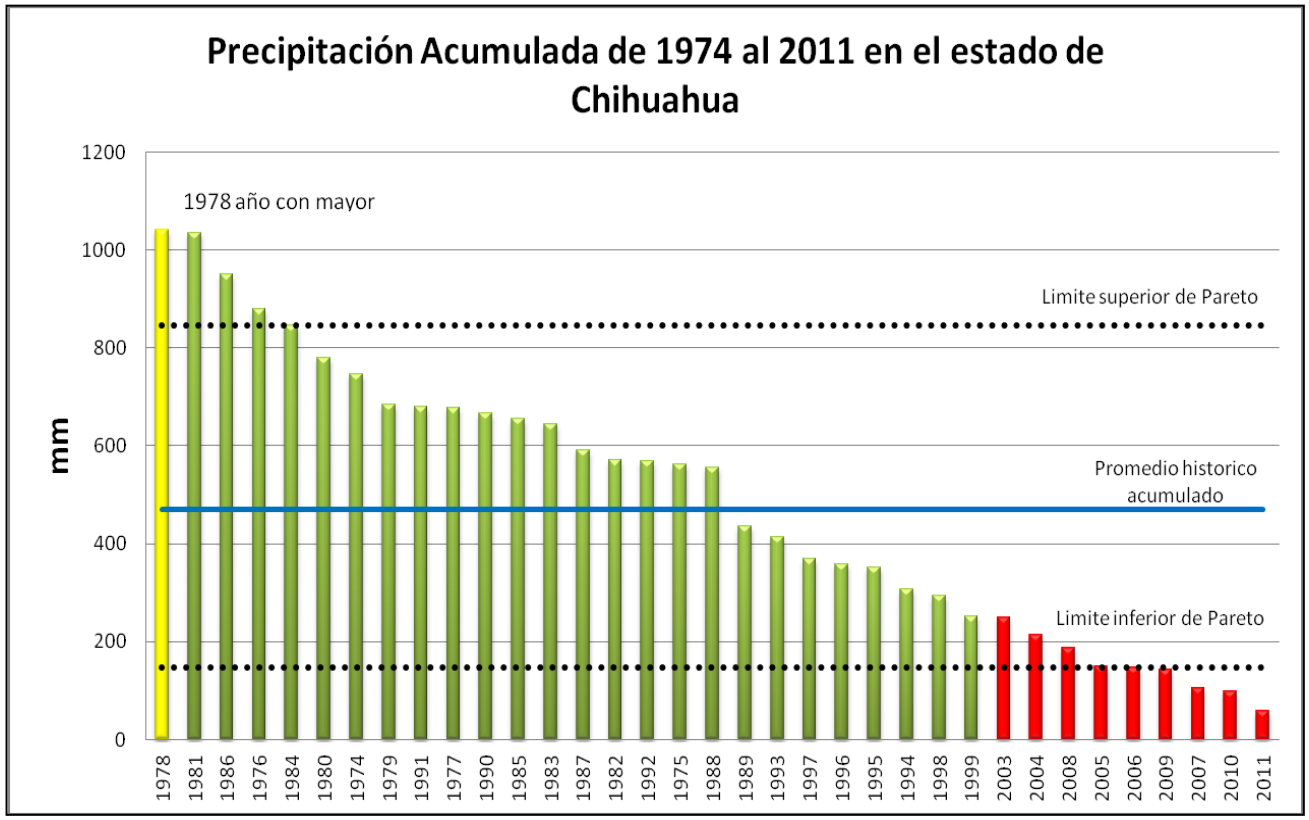
El comportamiento y tendencia de la precipitación en el territorio nacional es motivo de continuos análisis, principalmente a través del Servicio Meteorológico Nacional. Un rasgo notable es que en el período de agosto del 2010 a agosto del 2011 se registró el valor más bajo de precipitación en 70 años (456 mm), en contraste con lo ocurrido un año anterior que registró el más húmedo histórico (883 mm). El promedio de precipitación histórica en México es de 633 mm anuales. La gráfica 1 denota un comportamiento altamente variable con una tendencia de mayor cantidad de precipitación acumulada en los últimos años a nivel nacional**.** Sin embargo, este comportamiento se caracteriza por la presencia de lluvias torrenciales con desfases en su distribución espacial y temporal.

En contraste al comportamiento de la precipitación pluvial a nivel nacional, a partir de 1993 se acentúa la tendencia decreciente de la precipitación ya que se ubica por debajo de la media histórica para el estado de Chihuahua. Los intervalos de confianza mostrados por la técnica de Pareto, muestran como a partir del 2005 la precipitación se registra por debajo del límite inferior al promedio histórico (Gráfica 2). Datos del CEISS del 2004 reportan que la precipitación promedio anual en el estado de Chihuahua fue de 419 mm. El valor más bajo de precipitación se presentó en el año 2011, con un registro mínimo de 58 mm, en contraste, el valor más alto se registró en el año de 1978 con un valor de 1040 mm.

Como marco de referencia, se generó el mapa con las regiones pluviométricas que abarcan el periodo 1963-2003 (Figura 9). Se presentan algunos cambios y contrastes en la cantidad de precipitación a la encontrada por INIFAP en el período 1900-1990. En nuestro estudio, el área con menor precipitación se localiza en gran parte del municipio de Ojinaga (250-300 mm). Esta área presenta los límites de elevación más bajos para la zona oriental del estado (850 msnm). La segunda región pluviométrica comprende rangos de 300 a 350 mm y abarca los municipios de Juárez, gran parte del municipio de Villa Ahumada, la región central de Buenaventura, Praxedis G. Guerrero, Guadalupe Dto. De Bravos, Ojinaga, Coyame y Manuel Benavides.



Gráfica 1. Tendencia de la precipitación pluvial anual en México durante el período 1941- 2011.



Gráfica 2. Representación grafica de la precipitación acumulada en un periodo de 70 años en el estado de Chihuahua.

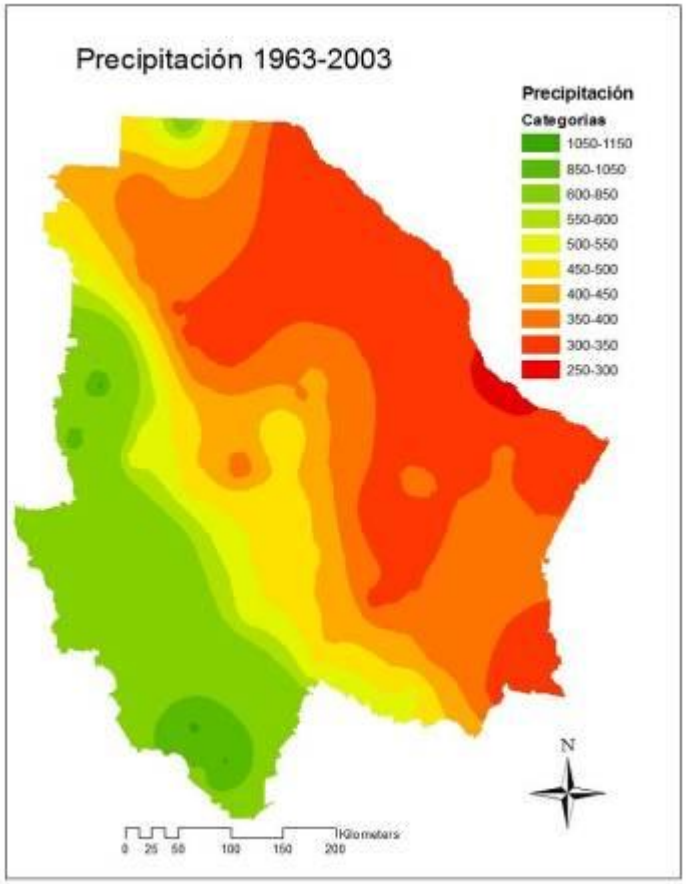


Figura 9. Tendencia de la precipitación en el estado de Chihuahua durante un período de 40 años (1963-2003).

Esta clase se vuelve a presentar en una forma significativamente grande al sureste del estado y del municipio de Jiménez. Tal como lo indica INIFAP (1994), la vegetación dominante es de matorrales inermes y espinosos.

La región pluviométrica 3 se presenta en un gradiente longitudinal de sureste a noreste entre rangos de 350 hasta los 500 mm y comprende la totalidad de los municipios de Chihuahua, Riva Palacio, Santa Isabel, Cuauhtémoc, Bachíniva, Namiquipa, Satevó, Parral, Allende, y parte de Jiménez. La vegetación dominante en esta región está compuesta por pastizales medianos y pastizales amacollados.

La región pluviométrica 4 al igual que la 3 comprende un gradiente longitudinal más angosto pero suficiente para abarcar una superficie significativa de los municipios de San Francisco del Oro, Matamoros, Coronado, Rosario, Nonoava, Matachí, la parte oriental de Temosachi, Zaragoza, Casas Grandes y la porción suroeste de Janos. La vegetación dominante representativa está compuesta por especies del pastizal mediano y pastizal amacollado asociado con los bosques de encino, principalmente en las zonas de transición hacia el área montañosa.

La región pluviométrica 5 se localiza en el macizo forestal de la sierra Madre Occidental con rangos pluviométricos de 650 a 850 mm. En estas áreas se asientan los bosques templados que habitan las partes altas del macizo montañoso, mientras las selvas que cubren una mínima parte del estado, se localizan al suroeste en los límites con los estados de Sinaloa y Sonora.

La región con mayor precipitación (> 850 mm) se localiza en la región montañosa del suroeste del estado que comprende los municipios de Guadalupe y Calvo y Guachochi (región pluviométrica 6). El frente orográfico ejerce una gran influencia en los patrones de precipitación al registrase las máximas precipitaciones en el estado. La vegetación predominante se compone con combinaciones de especies diversas de pino y encino.

4.2 Variabilidad y tendencia de la temperatura

El conocimiento de los cambios de la variabilidad de las temperaturas extremas son importantes para inferir y evaluar los impactos en el sector primario y predecir el comportamiento de las distribuciones de la temperatura a

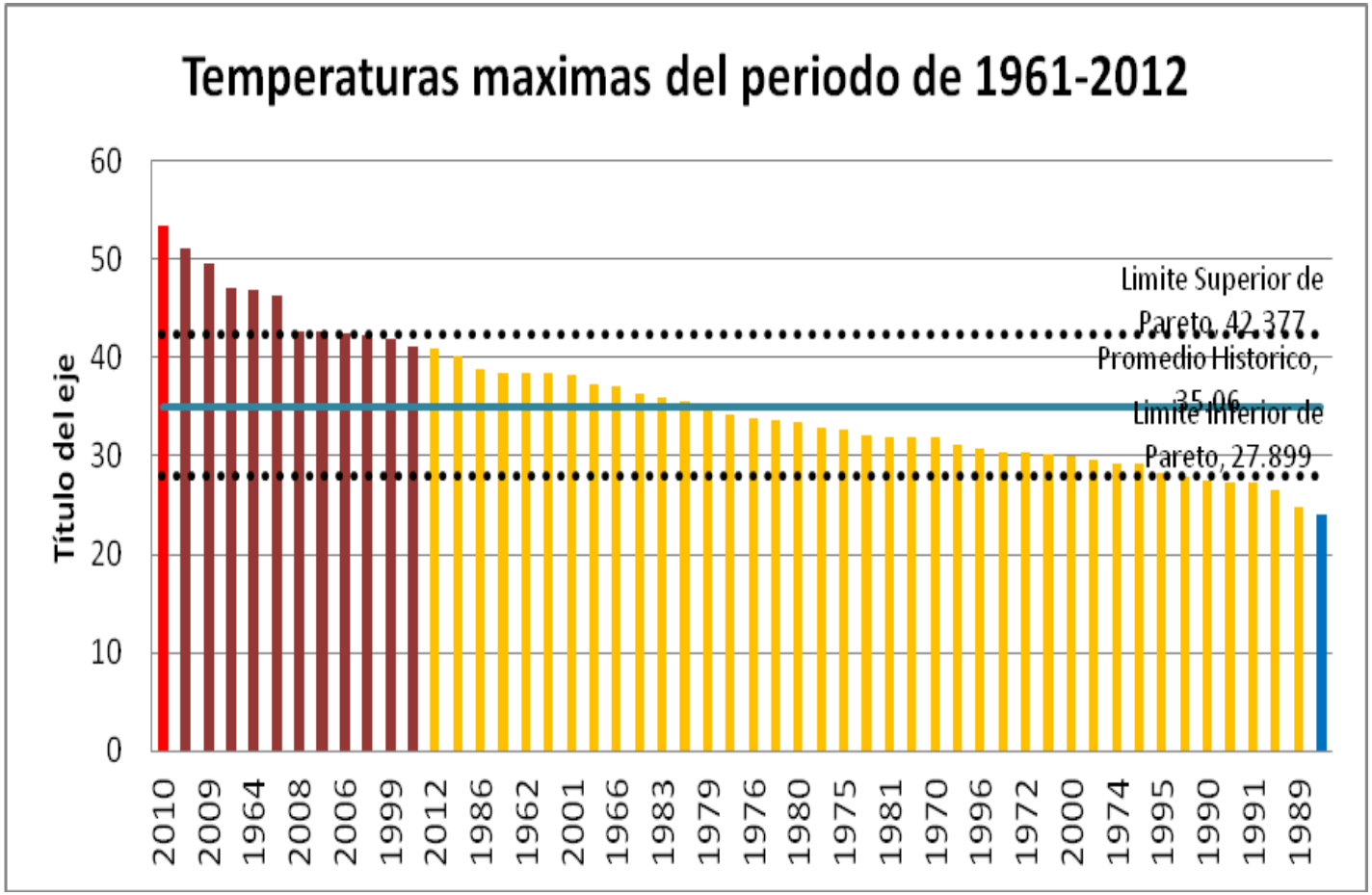
futuro. Las tendencias de estas variables extremas sugieren particularidades a considerar a nivel regional y local, para tomar decisiones acertadas en lo que concierne al manejo de los recursos naturales propio de las actividades agropecuarias.

La Gráfica 3 muestra una evidencia clara del incremento gradual de la temperatura máxima de máximas. A partir del 2007 la temperatura máxima de máxima registra valores arriba del límite superior de Pareto (42.7 °C). El año 2011 presentó valores superiores a 50 °C aunque el valor mayor se registró un año anterior (año 2010, 53.39 °C). Las altas temperaturas y la baja disponibilidad de agua, mantienen a la flora y fauna en los límites de supervivencia

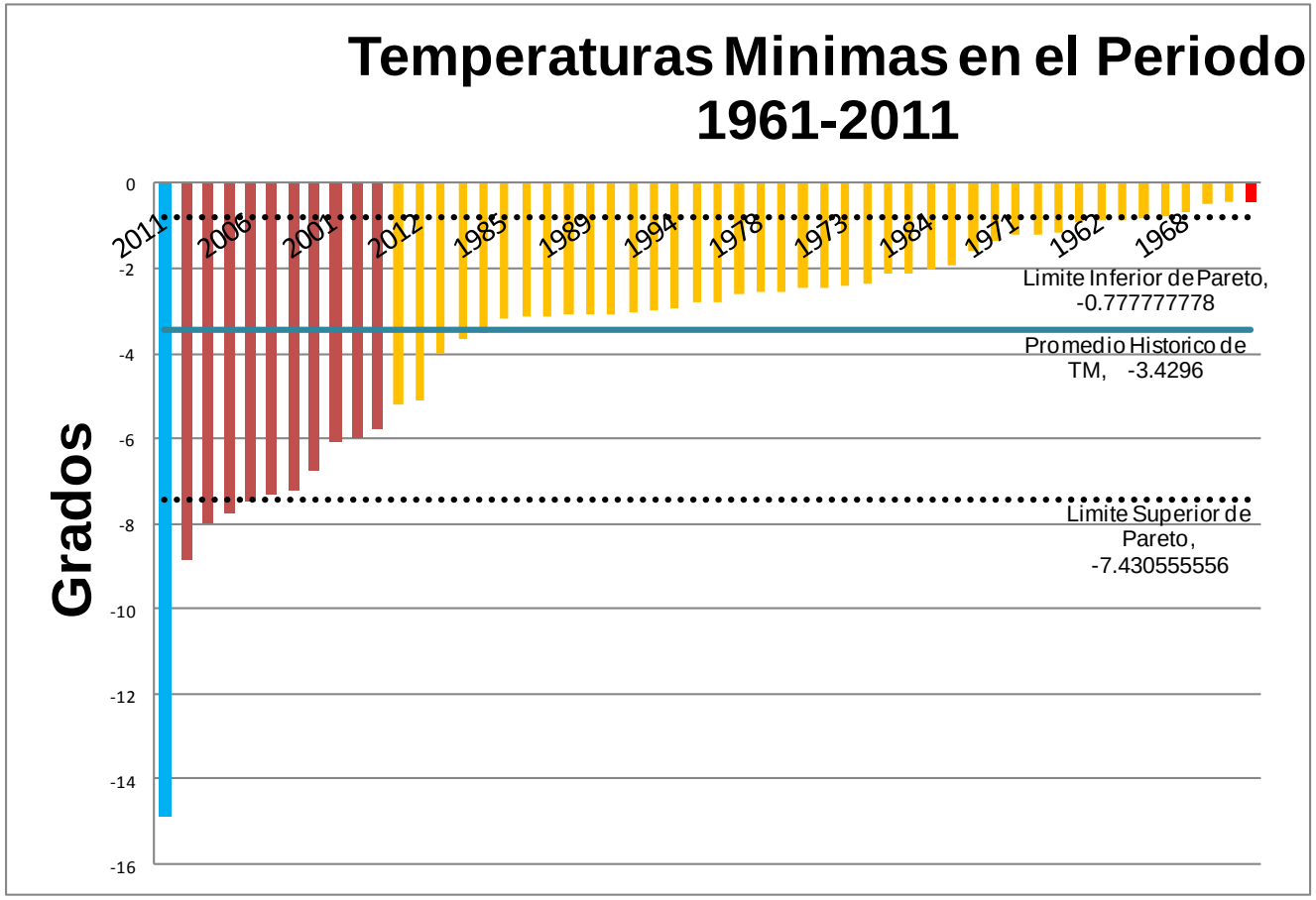
La temperatura mínima de mínimas del periodo 1961-2011 registró una temperatura promedio histórico de -3.4 °C (Gráfica 4). En el año de inicio del periodo analizado (1961) se presentó la temperatura menos fría en 50 años de registro (ligeramente por debajo de los 0 °C), de este año en adelante las temperaturas fueron en gradual disminución (más fríos) hasta el año 2000. Después del año 2000 se presentaron las temperaturas con valores más bajos al promedio histórico.

Los años del 2010 y 2011 mostraron las temperaturas más frías en el periodo analizado, sobrepasando el límite superior de Pareto, obteniéndose valores aproximados de -9°C y -15°C, respectivamente. Este rango de temperatura mínima de mínima afectó el crecimiento de la gran mayoría de plantas inducidas e introducidas. Las observaciones de campo han mostrado mortandad en gramíneas invasoras como los zacates africano y rosado, pero más que una erradicación se enfrenta un proceso de control dado la gran dispersión de semillas con grandes probabilidades de emergencia en años posteriores.

Por otro lado, es importante resaltar que con el transcurso del tiempo (Gráficas 3 y 4), se ha ido ampliando el rango entre las temperaturas mínimas y las máximas, lo cual trae consigo que Chihuahua tienda a ser más extremoso. Cambios climatológicos repentinos han alterado la composición, abundancia y distribución de las especies así como los productos y servicios que estos ecosistemas ofrecen.



Gráfica 3. Tendencia de la temperatura máxima de máxima registrada en el período 1961-2011 en el estado de Chihuahua.

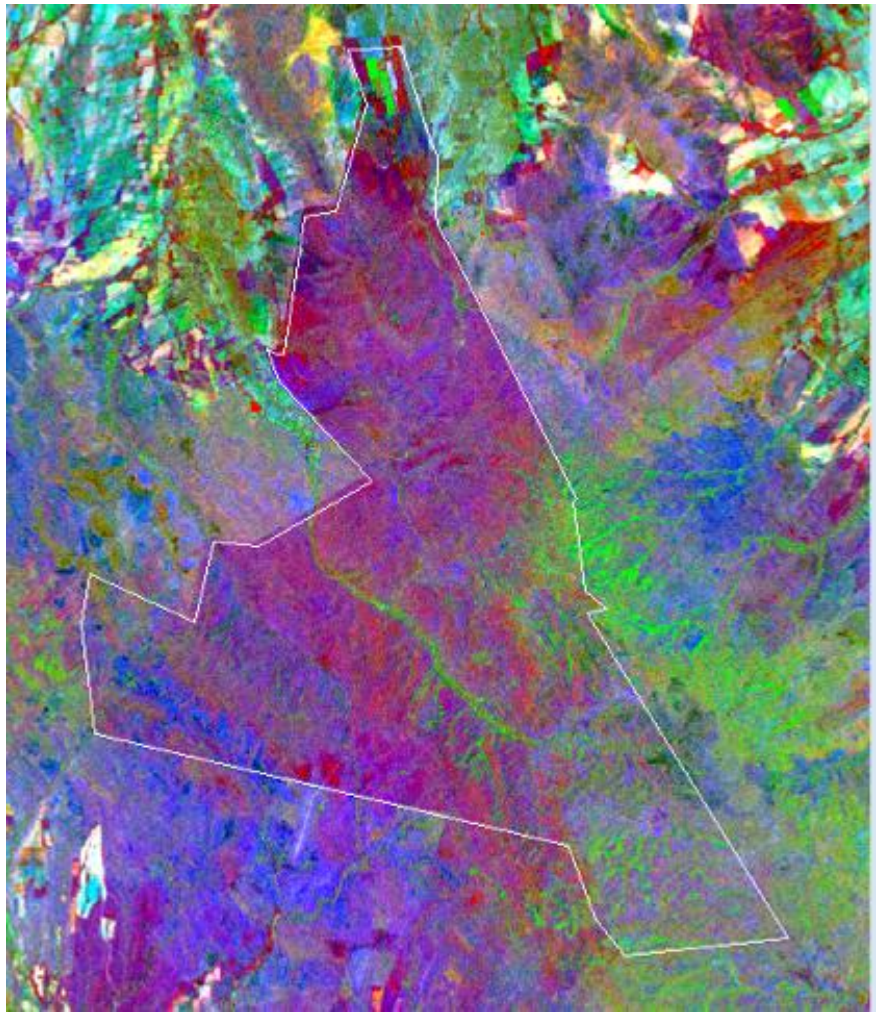


Gráfica 4. Comparativo de temperaturas mínimas anuales y del mes de febrero durante el periodo 1961-2011 en Chihuahua.

4.3 Implicaciones de la variabilidad de la precipitación y temperatura en la productividad de los pastizales

Los zacates como cualquier otra planta nativa de las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua, están adaptados a períodos cortos y largos de sequía y temperaturas extremas altas y bajas. Cuando ocurren las bajas temperaturas, los zacates nativos se encuentran en latencia por lo que pueden resistir temperaturas hasta de -20 °C. A pesar de estar en crecimiento activo, pueden soportar la sequía y las altas temperaturas en el verano. Adicionalmente a la variabilidad de estos patrones de clima, un factor quizás más importante, es el bajo vigor de los zacates debido al sobrepastoreo histórico al que han sido sujetos. Es normal que el forraje en los pastizales disminuya incluso en épocas de sequía, pero la excesiva carga animal provoca una sobreutilización del pastizal con consecuencias en la productividad forrajera. Bajo estos eventos, las plantas reducen en un 10% su producción forrajera que es igual al efecto de una disminución de un 30% en la cantidad total de la precipitación.

Históricamente existen suficientes evidencias de que el sobrepastoreo acentúa esta reducción y provoca que a pesar de que el siguiente año sea normal en lluvias, los pastizales no se recuperen aun después de 4 años, dependiendo de la intensidad y distribución de la precipitación. En las condiciones actuales de sequía, las ecoregiones ganaderas requieren como mínimo un período de 4 a 6 años para recuperar su productividad inicial después del período de sequía. También es evidente que los ranchos ganaderos con historial de un manejo adecuado de pastoreo, sus plantas de pastizal responden a usos continuos de pastoreo moderado, con respuestas al siguiente período de crecimiento, a pesar de condiciones de sequía de un año anterior. Para explicar lo anterior, la Figura 10 muestra un mapa bajo un proceso de transformación de bandas del satélite Landsat TM de mayo del 2011, correspondiente al mismo mes y bajo condiciones de sequía excepcional; en ella se observa los límites naturales del polígono del rancho Teseachic el cual denota una buena cubertura vegetal a pesar de la sequía intensa. Esta condición asegura enfrentar los efectos de la sequía bajo una capacidad de carga animal suficiente para mantener y mejorar la cubierta de plantas de pastizales.



Pastizal en buen estado de salud bajo sequia.

Figura 10. Apreciación natural del polígono del rancho Teseachic en términos de cobertura de plantas en período de sequía visualizado en imágenes del satélite Landsat TM.

5.0. ÍNDICES DE SEQUÍA Y SUS EFECTOS SOBRE LA TIERRAS DE PASTOREO Y LA ACTIVIDAD GANADERA

5.1. Generalidades de la sequía.

La sequia es uno de los fenómenos más complejos y puede definirse como una condición anormal y recurrente del clima que ocurre en todas la regiones climáticas de la tierra. Su estudio debe de comprender aspectos de carácter social, ambiental, económico y político. El Programa Hidráulico Gran Visión del estado de Chihuahua propone el establecimiento de un subprograma para la prevención y protección frente a condiciones climatológicas extremas. En el año 2002, el Centro de Estudios e Investigación Sobre la Sequía (CEISS) estableció un sistema de monitoreo de sequia, cuyo propósito es el de evaluar de manera permanente la fluctuación y periodicidad de estos eventos en el estado de Chihuahua.

Sin embargo, debido a la carencia de índices de sequía de los últimos años, este estudio requirió de generar índices a partir del año 2006, tomando como base datos históricos de la precipitación mensual registrada en estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional. El Índice Estandarizado de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés), es actualmente uno de los más utilizados a nivel mundial para la evaluación y monitoreo de la sequia. El SPI permite a un analista determinar la anomalía de una sequia a una escala de tiempo dado de interés para cualquier estación de lluvia con los datos históricos, además para usarse para determinar periodos anómalos de humedad.

En este estudio se empleó el SPI para analizar el comportamiento de la sequía para el estado de Chihuahua con una escala de tiempo de tres meses en el periodo de 1960 a 2012.

5.2 Distribución espacial de la sequía meteorológica en las ecoregiones de Chihuahua.

Los datos de precipitación fueron obtenidos de la base CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con registros históricos de 35 estaciones climatológicas dentro del periodo de 1960-2003. Del total de estaciones, solo 22

tienen registros actualizados (2006 a mayo de 2012), mismas que fueron utilizadas para evaluar el SPI en años recientes. La calidad de los datos fue evaluada con el método de intercuartiles mediante el programa ANCLIM.

Para evaluar la homogeneidad de los registros, se utilizó el método de correlaciones entre series (serie de referencia-serie candidata) que no superaran los 25 km de distancia. Por lo regular, se toma como serie de referencia la estación que tenga más del 90% de los datos completos, aceptándose inhomogeneidad cuando la correlación mensual entre las series sea <0.75. Los datos faltantes de la serie candidata se completaron usando modelos de regresión lineal, tomando la estación de referencia como variable independiente.

Calculo del SPI. Es ampliamente utilizado para identificar periodos de sequia y su severidad en múltiples escalas. Se calcula de un conjunto de datos de precipitación que tengan por lo menos 30 años de registros continuos, agrupándolos en diferentes escalas de tiempo (3, 6, 9, 12 y 48 meses). Por ejemplo, el SPI para tres meses calculado para enero del 2011, utiliza la precipitación total de Noviembre de 2010 a enero de 2011. El SPI representa el número de desviaciones estándar de cada registro de precipitación y su desvío de su promedio histórico, en otras palabras, valores negativos del SPI indican una intensidad de la sequia, mientras que precipitaciones superiores al promedio histórico representan condiciones de humedad más altas a lo esperado (Cuadro 5).

El diagnóstico de sequia en este estudio se efectuó por eco región fisiográfica. Estas se obtuvieron en formato shapefile de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Las estaciones meteorológicas se agruparon y se ponderaron sus valores anuales dentro de cada región (10 para la región semiárida, 9 para la región desértica y 4 para la región templada).

Para cada ecoregión se obtuvieron valores de SPI a tres meses de escala, donde se determinó frecuencia e intensidad de la sequia cuando el valor del SPI fue menor a -0.5 de acuerdo a la clasificación de U.S. Drought Monitor (1999). Se aplicó un análisis de tendencias para evaluar si el SPI presentó un incremento significativo (humedad) o decremento (sequia) para cada eco región dentro del tiempo analizado. El análisis se dividió en dos periodos: el primero de 1960 a 1990 y el segundo de 1991 a 2011.

Cuadro 5. Sistema de clasificación del SPI con intensidades de sequia.

SPI	Condición
+1.91 o más	Excepcionalmente húmedo
+1.51 a +1.9	Extremadamente húmedo
+1.21 a +1.5	Muy húmedo
+0.71 a +1.2	Moderadamente húmedo
0.51a 0.7	Humedad incipiente
+0.5 a -0.5	Condiciones "normales"
-0.51a -0.7	Sequía "anormal" o incipiente
-0.71 a -1.2	Sequía moderada
-1.21 a -1.5	Sequía severa
-1.51 a -1.9	Sequía extrema
-1.91 o menos	Sequía excepcional o catastrófica

Se utilizó el algoritmo Función de la Base Radial (FBR) en el programa ArcGis 9.3 para mapear la información bimensual del índice para la superficie del estado.

La Figura 11 presenta el mapeo bimensual de la sequia en los últimos 5 años para el estado de Chihuahua. Se aprecian inviernos secos para enero de 2008, 2009 y 2011, dos meses con exceso de humedad en el 2008 (Julio y Septiembre) y finalmente sequia excepcional en la mayor parte del estado en los primeros meses del año 2011, con una recuperación a la normalidad en 2012. El SPI a escala tres mostró diferencias tanto en magnitud e intensidad de la sequia en las tres diferentes ecoregiones (Grafica 5); sólo para el año 2011, las tres ecoregiones concuerdan en presentar la más extrema de las sequias en los últimos 50 años, al mantener índices menores de -1.0 en al menos 5 meses de ese año.

Ecoregión Templada. La mayor intensidad de sequia para esta zona se registró en 1963, donde la duración de este evento fue de sólo dos meses. Por otra parte, de Diciembre de 2010 y hasta Junio del 2011, se presentó una sequia clasificada de severa a excepcional, dado que abarcó un período de siete meses, en los cuales el 80% de esta región comprendió este evento. El análisis de tendencias mostró que la presencia de sequías en el período de 1965 al 2007, en general, es clasificada de normal a incipiente. Sin embargo, es evidente la presencia de sequías del tipo extremadamente seco en los primeros meses entre el 2008 al 2011. Las regiones templadas (sector forestal) podrían reducirse su distribución hasta un 30 por ciento, ya que estas zonas presentan mayor vulnerabilidad frente al cambio climático.

Ecoregión del desierto. Esta región muestra tres sequias excepcionales en los años 1961, 1964 y 2011. Sin embargo, es importante resaltar la magnitud ó prolongación de la sequía en el 2011, lo cual se visualiza por la longitud y anchura de las barras mostradas en la Gráfica 5. Notese también, que en este año en una pequeña porción en el norte del estado (Cd. Juárez) se presentaron durante los meses de julio a septiembre, ciertos niveles de humedad. Esta ciudad sufrió intensas inundaciones en 2006 por efecto de precipitaciones no registradas en medio siglo. Existe

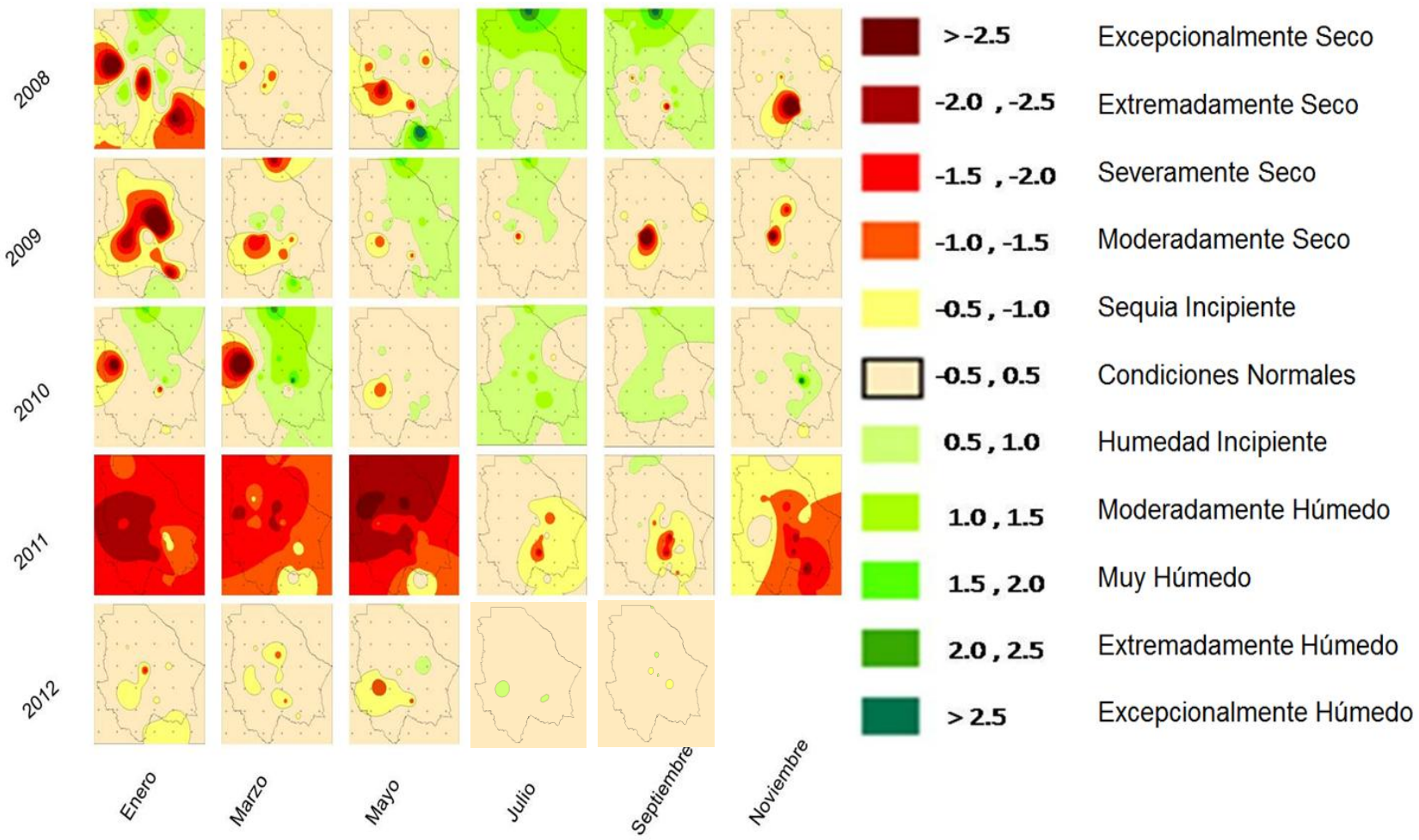
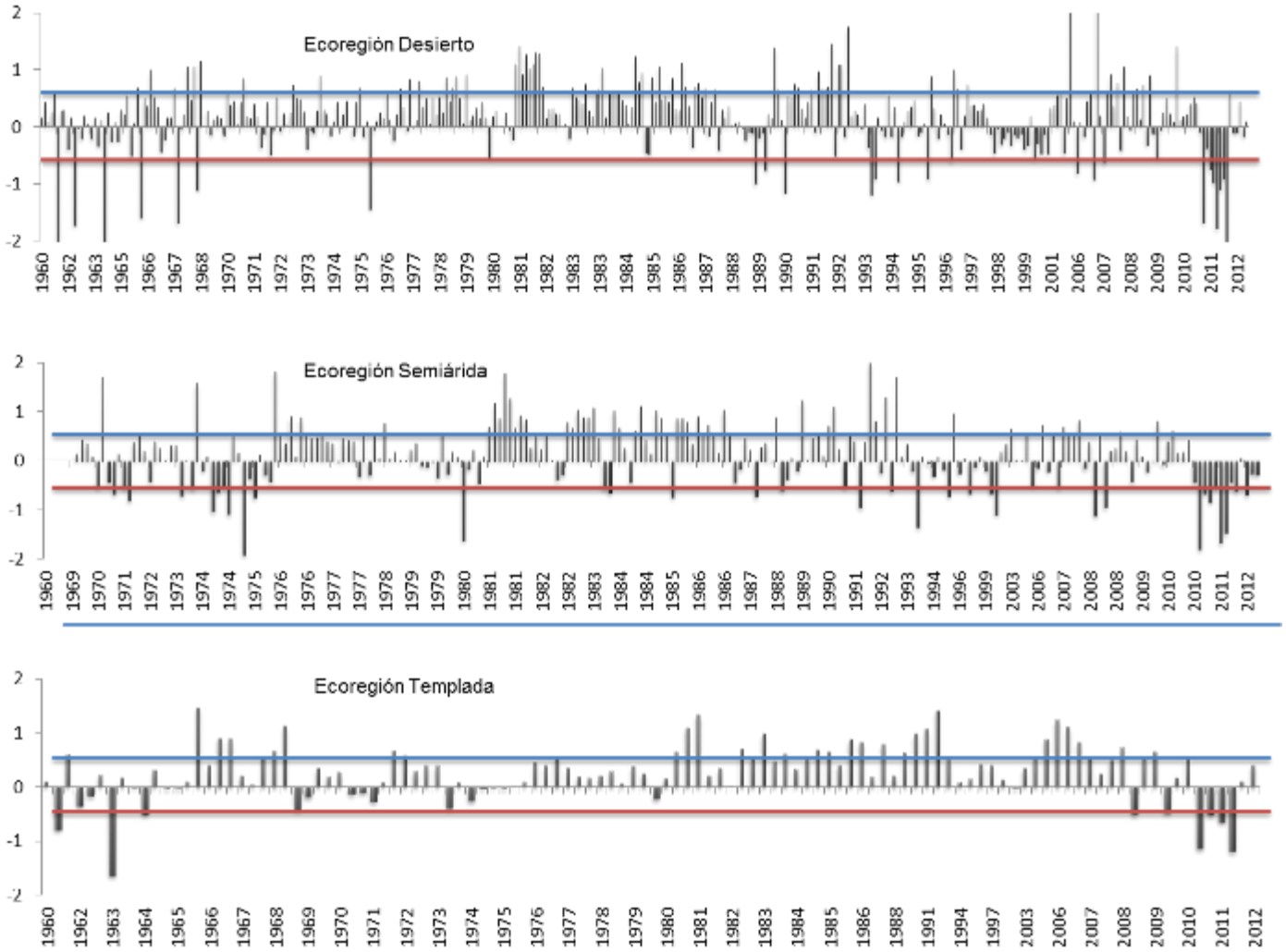


Figura 11. Mapeo del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) en el estado de Chihuahua, México.



Gráfica 5. SPI histórico y actual para tres ecoregiones dentro del estado de Chihuahua, México.

alta probabilidad de que los efectos del cambio climático en zonas desérticas repercutirá en la disminución gradual de la precipitación pero la intensidad de la misma aumentará, amenazando la estabilidad cíclica de estas regiones.

Ecoregión Semiárida. Esta presentó la mayor incidencia de sequia al registrar alrededor de 30 eventos de sequia extrema, donde las mayores intensidades se presentaron en los años de 1974, 1980 y período 2010-2011. Es notorio que en la década de los 90´s, siete años presentaron intensidades de sequia en diferente grado, sin embargo, en los últimos años (2008 al 2011), se magnificó la intensidad y prolongación de la sequía con impactos negativos en la productividad de los pastizales.

5.3 Implicaciones de la sequía en la condición corporal de los animales en pastoreo

La sobrevivencia, el crecimiento y la producción de animales en pastoreo dependen de los nutrientes proporcionados por las plantas forrajeras (disponibles) que componen el pastizal, de la composición botánica del pastizal y de la variación a través del año, del tipo de animales y de sus hábitos de pastoreo, de los requerimientos nutritivos de los animales y las interacciones entre los animales y las plantas forrajeras. Los modelos de la producción del ganado que incorporan cambios en calidad y cantidad del forraje bajo condiciones del cambio climático, han predicho que los efectos del clima cambian el rendimiento del ganado. Un aumento en las temperaturas y la disminución en la precipitación disminuyen la proteína cruda y la energía digestible del forraje, lo cual afecta drásticamente a los animales en pastoreo, principalmente en las zonas desérticas y semidesértica.

Conforme al criterio de Chávez (1986), un animal pierde de 350 a 600 gr por día de su peso corporal, cuando la producción de forraje disponible se encuentra por debajo de los 150 kg/ms/ha; en este sentido, para el año 2011, las primeras cuatro ecoregiones ganaderas implicaron el inicio de la pérdida de peso corporal en el ganado, la cual tiene su máxima expresión un año después. Es decir, en un año de sequía, el ganado experimenta la pérdida de peso corporal a partir del segundo año de sequía. Tomando información de referencia de ranchos medianamente tecnificados, las vacas pierden aproximadamente 100 kg de peso por año, de tal forma que un gran porcentaje de los

vientres se encuentran en estado flaco. La condición de este ganado presenta una condición corporal de 2.0 a 2.5 en una escala de 1 a 6.5, en donde 1 es una condición corporal muy baja y 6.5 es una condición excelente.

La Figura 12, muestra como en un tiempo de sequía, el ganado presenta al inicio poca pérdida de peso corporal, la cual aumenta drásticamente al siguiente año, a pesar de que se presenta un año bueno en precipitación pluvial. Esto funciona como un sistema de aviso de sequía, ya que el ganadero puede tomar decisiones de ajustar su carga animal o vender animales de acuerdo al comportamiento de un año actual, dado que las respuesta de peso corporal se expresa al año siguiente. En forma similar, este comportamiento es una alerta para evitar la repoblación de ganado en pastizales.

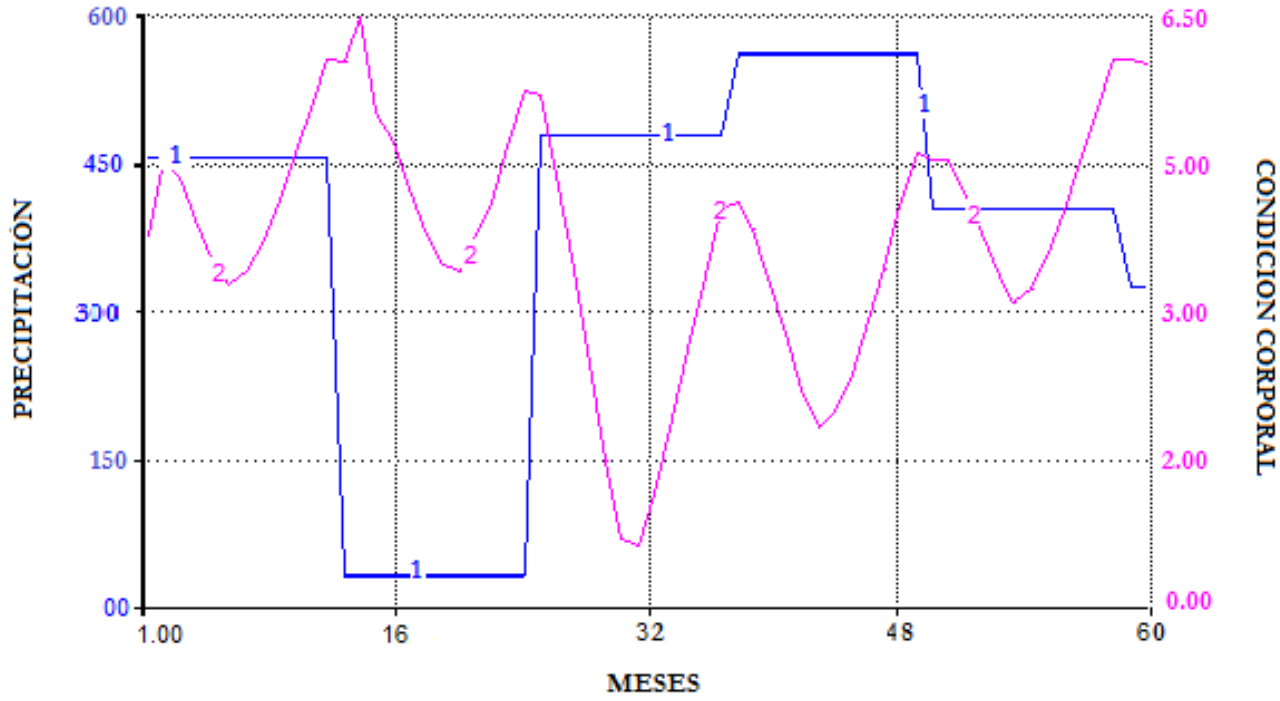


Figura 12. Relación de la sequía con el peso corporal del ganado

6.0 IMPLICACIONES DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN LOS PASTIZALES DE CHIHUAHUA

6.1 Impactos del cambio climático en los pastizales

Los ecosistemas de pastizales de las zonas desérticas y semidesérticas son muy sensibles a los cambios y a la variabilidad climática. Las altas temperaturas y la baja disponibilidad de agua, mantienen a la flora y fauna en los límites de supervivencia. Cambios climatológicos repentinos han alterado la composición, abundancia y distribución de las especies así como los productos y servicios que estos ecosistemas ofrecen. Las proyecciones de intensidad y duración de periodos de sequia reducen la humedad en el suelo y aumentan la erosión hídrica y eólica. Además, tienden a reducir el periodo libre de heladas y modifican el régimen del fuego. También aumentan la presencia de especies no nativas, provocando cambios importantes en la composición de especies vegetales y animales, hidrología del ecosistema y el reciclaje de minerales.

El desarrollo, análisis y precisión de los modelos de circulación global (GCM por sus siglas en inglés) son tareas difíciles de realizar debido al comportamiento complejo de la precipitación y la temperatura. En este sentido, las ecoregiones de pastizales de Chihuahua están sujetas a un episodio intenso de variabilidad climática, como consecuencia de los descensos drásticos de la temperatura como los presentados en febrero del 2011 y la baja precipitación extendida hacia el 2012.

Por otra parte, el análisis de la precipitación ocurrida en el 2011, año que se caracterizó como de baja precipitación (58 mm) y sequía, mostró un déficit de 68 % de precipitación en relación a lo que podría ser un año de precipitación normal. Como marco de referencia, en los años de 1975 al 1978, se registraron precipitaciones superiores a la media histórica. De acuerdo a los reportes de COTECOCA en 1978, la producción de forraje promedió 450 Kg/ha en el estado de Chihuahua, lo cual relaciona la precipitación acumulada en los años mencionados, con la producción de forraje obtenida. En contraste, los datos reportados de producción forrajera por INIFAP en 1994,

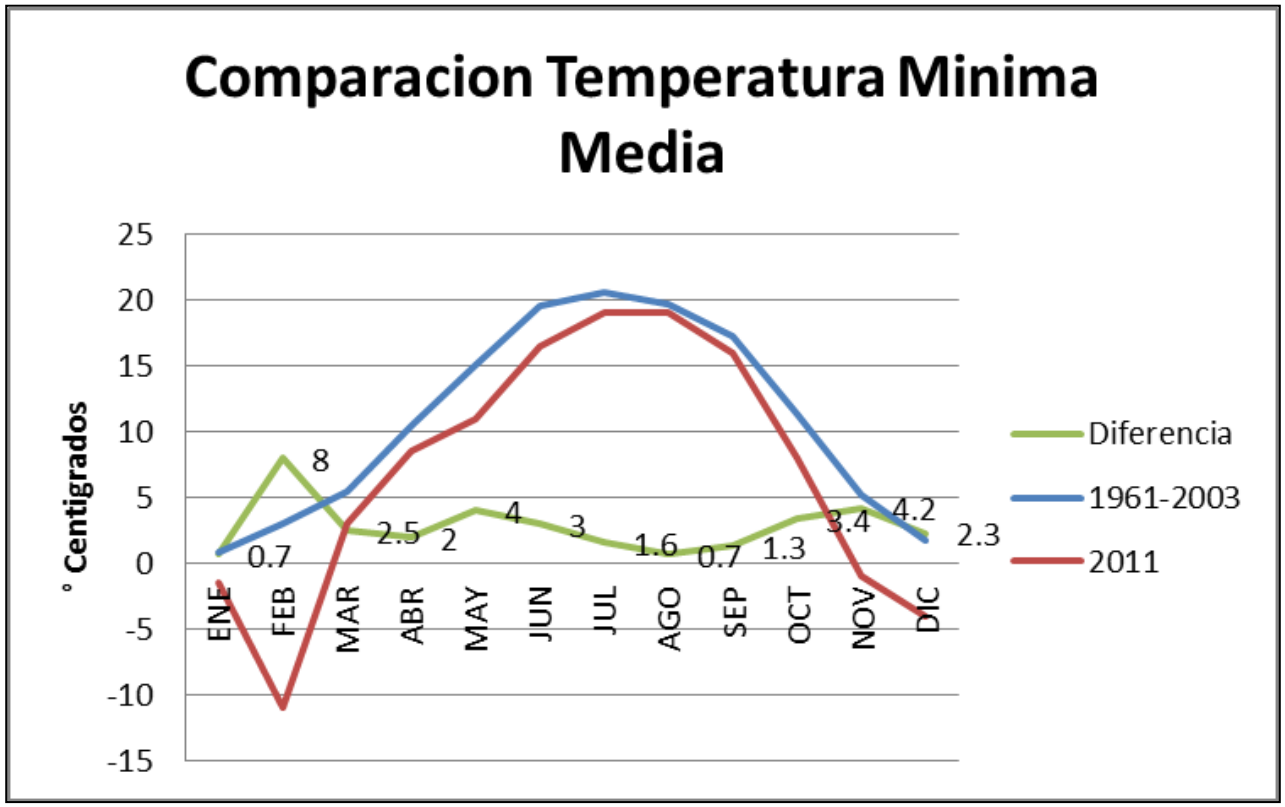
presentan una producción media de 158 Kg/Ha, lo cual está en relación a la respuesta de los pastizales ante el evento de sequía que se presentó en esos años.

Los impactos de la sequía del 2011 analizados en este estudio, reportan una producción media que varía en las diferentes ecoregiones ganaderas. El valor medio de producción de materia seca de todas las ecoregiones ganaderas arrojó 151 Kg/ha, comparado con los 158 kg/ha reportados por INIFAP en 1994 y los 450 kg/ha obtenidos por COTECOCA en el año de 1978. Sin embargo, la producción de materia seca en las ecoregiones árida del norte y árida del este, presentan una disminución del 50% a la reportada por INIFAP, situando a los pastizales muy por debajo del límite crítico de producción de forraje (< 150 kg. ms/ha) con implicaciones en grandes pérdidas de condición corporal y muertes en el ganado. Esto explica el despoblamiento de la población ganadera entre los años 2011 (2, 303,795 cabezas) a 1, 523,808 cabezas de ganado en el año 2012.

El análisis de producción de forraje para el año 2012, arrojó un moderado incremento (>23%) en la producción media de materia seca (196 Kg/ha). Esto se refleja en la observación de los índices estandarizados de precipitación que muestran condiciones normales de humedad en la mayor parte del estado.

Los eventos extraordinarios de enero y febrero del 2011 se caracterizaron por presentar temperaturas muy por debajo de las mínimas promedio. La Gráfica 6 muestra el comportamiento de la temperatura mínima media en relación al promedio histórico. Se presupone que el año anterior de temperatura máxima de máximas (2010) precedido de la mínima de mínimas registradas en febrero del 2011 con los subsecuentes meses de escasa precipitación pluvial y segundo registro de temperatura máxima de máxima del mes de junio afectó la diversidad de especies de plantas y productividad de los pastizales. Vásquez y col. (2000) mencionaron que existen diferentes patrones y tendencias para el aumento de la temperatura media anual (TMA) debido al cambio climático, ya que mientras en algunas zonas se presenta un incremento, en otras se observa un descenso en la TMA.

Estos resultados permiten resaltar la bondad del modelo de estimación de materia seca aplicado en este estudio, el cual se basa en el monitoreo terrestre con cortes de biomasa y datos de radiometría escalados a nivel de



Gráfica 6. Comparativo entre la Temperatura Mínima Media histórica y del 2011.

imágenes del satélite para obtener los mapas a escala estatal y regional. Para sustentar el modelo desarrollado, es importante contar con datos que se sustenten en un mayor número de años. Los mapas de predicción generados cumplen con la necesidad de información de las variables de interés a una escala regional, por lo que a escalas mas especificas (a nivel de región económica y predio) requiere de los soportes financieros para cumplir con estas demandas.

Los valores de producción de materia seca asociados a datos fotográficos y observaciones de campo, detectan capacidad de resiliencia de las plantas de pastizal, principalmente en las comunidades de gramíneas. Sin embargo, bajo condiciones normales de precipitación y temperatura se requerirá entre 4 a 6 años para que se refleje el potencial productivo natural. Aunque la mortandad de plantas no se evaluó en este estudio, las observaciones de campo detectan cepas y coronas con capacidad de rebrotes, aunque en estas primeras etapas de regeneración, las plantas herbáceas contribuyen con mayor porcentaje en la densidad y composición de especies.

Recientemente, a través del Monitor de Sequía del Norte, se está monitoreando la sequia para América del Norte, en donde se incluye México. Esta página es una base importante para consultar y entender los patrones del clima a nivel región norte. Aunque lo ideal es disponer de una unidad de monitoreo de sequía estatal, sobre esta escala regional, es posible detectar la tendencia de la sequía por mes para valorar los riesgos de escases de precipitación y así realizar los programas de manejo de los agostaderos sobre esas bases. La Figura 13 presenta el acceso a la red de Monitor de Sequía de América del Norte para analizar la tendencia de la sequía en cuanto su magnitud distribución e intensidad mes a mes. El Cuadro 6 denota los sesenta y siete municipios del estado de Chihuahua, y el número de vientres bovinos considerados en el plan emergente de estados con sequía excepcional, extrema y severa.

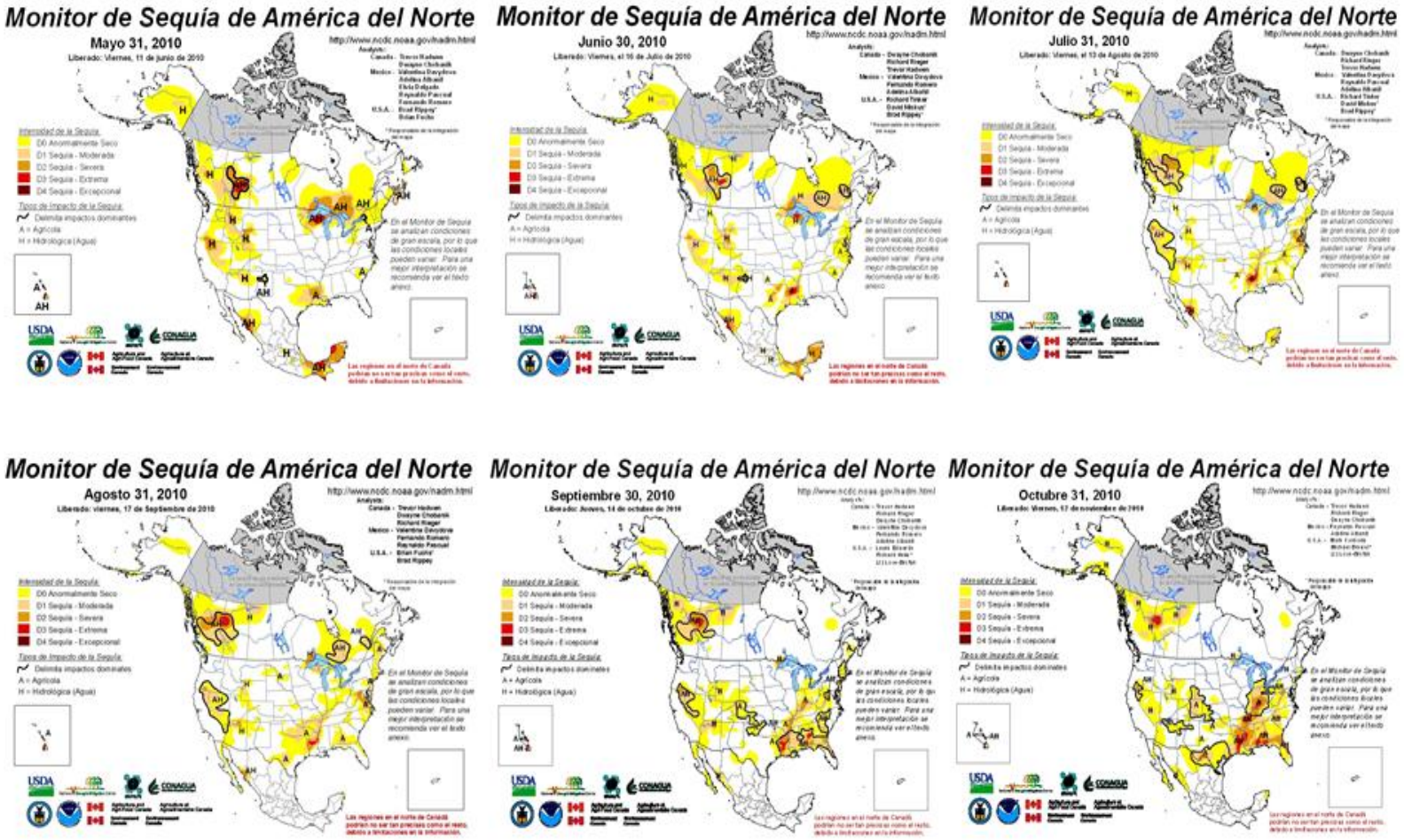


Figura 13. Análisis de la evolución de la sequía a través de Monitor de Sequía del Norte

Cuadro 6. Estados con sequia excepcional, extrema y severa.

Estados con sequía excepcional, extrema y severa	Municipios (1)	UPP (2)	Vientres Bovinos (2)
1. Hidalgo	11	1,725	20,593
2. Jalisco	81	22,568	688,979
3. Michoacán	65	12,242	201,403
4. Nuevo León	49	4,420	294,171
5. Querétaro	18	3,494	81,744
6. Sonora	39	1,994	400,461
7. Tamaulipas	13	5,570	157,871
8. Aguascalientes	11	3,180	131,092
9. Chihuahua	67	31,587	1,162,154
10. Coahuila	27	5,385	296,876
11. Durango	39	21,681	639,648
12. San Luis Potosí	42	13,995	206,114
13. Zacatecas	58	11,025	557,859
TOTAL	520	138,866	4,838,965

7.0 OPCIONES DE LA GANADERIA PARA ENFRENTAR LOS EFECTOS ADVERSOS DE LA SEQUÍA

7.1 Vulnerabilidad a la sequía

El uso de los términos ‘vulnerable’ y ‘vulnerabilidad” son a menudo vagos y con un significado a ‘pobre’ y pobreza. Sin embargo, el común acuerdo es que la vulnerabilidad muestra el “grado de vulnerabilidad” de la sociedad ante una amenaza la cual puede variar por factores diversos que incluyen protección y mitigación. Las amenazas son identificadas como un componente del riesgo de origen físico-ambiental, mientras que la vulnerabilidad se entiende como el conjunto de aspectos socioeconómicos que determinan el grado de exposición del valor del riesgo. Bajo las condiciones del estado de Chihuahua, la falta o escasez extrema de lluvia podrá provocar una situación de cierta condición básica, como la erosión, la ausencia de reservas o suministro de agua, pero es necesario se presenten condiciones socioeconómicas, ecológicas y políticas para que esta situación llegue a poner en peligro la salud de la población afectada o bien la estabilidad de un sistema productivo.

La vulnerabilidad a la sequía en países desarrollados, representa una habilidad para mantener un sistema productivo y la salud económica. En regiones en desarrollo como el estado de Chihuahua, la sequía implica riesgos económicos importantes, altos costos en los sistemas de producción, en las organizaciones comerciales y en los gobiernos. En estos últimos, el cambio de rubros ó la asignación de partidas económicas orientadas a la atención de los impactos por la sequía, disminuye el margen de atención a otros rubros importantes de la administración pública. La mayoría de los ejes de ayuda se orientan a programas integrales de atención como abasto de agua potable, protección social, apoyo al empleo en las zonas afectadas y otras.

Los pequeños productores y ejidatarios constituyen los grupos más vulnerables. El Cuadro 7 resume la percepción en encuestas realizadas de productores marginales y ganaderos privados en el estado de Sonora, sobre la disminución de las lluvias en sus agostaderos, lo cual clarifica la concepción de vulnerabilidad.

Cuadro 7. Percepción de los ganaderos sobre el efecto de la disminución de las lluvias en sus agostaderos.

No es posible continuar sembrando frijol, porque hay que dar prioridad a la siembra de alimento para el ganado.
Los terrenos se ponen mal, con menos pastos. Se secan los represos, aunque el agua no ha faltado porque tenemos buenos pozos con mucha agua.
Tenemos necesidad de acarrear agua en tambos. Desde hace 5 ó 6 años empezamos a batallar con esto pues los pozos se encuentran abatidos.
Se muere el ganado y tenemos necesidad de comprar alimento. En época de secas normalmente se nos mueren de 2 a 3 vacas. Este año ha sido extremadamente seco y se han muerto más de 20, entre vacas y becerros.
Ninguno, porque manejamos bien el rancho
Sufrimos por escasez de agua y batallamos mucho para sacarla de los arroyos con tractores.
Se nos mueren animales porque se atascan en los represos.
La sequía se acabó el forraje, estaba mejor en años pasado. Ahora tratamos de tener la carga adecuada por eso no se han muerto más animales.
Hay menos pastos por la sequía.
Ninguno porque tenemos buen manejo del rancho
Se están muriendo las vacas porque no hay forraje
Tenemos menos alimento y agua para el ganado.
Ninguno

El análisis de vulnerabilidad y las adaptaciones al cambio climático forman parte de como enfrentar este problema en las regiones que afecta. La definición y alcance del problema es básico para iniciar cualquier trabajo y sobre todo que los actores involucrados manejen la misma información. Por ejemplo, el término sequía comúnmente se maneja como un problema, cuando sólo representa la variabilidad normal del clima. El problema real es que no hemos aprendido a vivir y planear el futuro con base en la cantidad y distribución de los patrones de lluvia en cada lugar.

La instrumentación y operatividad de redes de monitoreo de recursos naturales apoyada por tecnología geoespacial y sistemas de información geográfica (SIG) permiten conocer grupos de población humana, poblaciones de flora y fauna así como regiones geográficas actualmente vulnerables a eventos de sequía. Sin embargo, se requiere de insumos como estaciones meteorológicas, desarrollo de modelos, tasas de extracción de recursos naturales, encuestas entre el público para integrar acciones encaminadas a desarrollar escenarios de vulnerabilidad ante cambio climático y desarrollar estrategias adaptativas.

Dentro de las preguntas comúnmente utilizadas para medir vulnerabilidad están; ¿quienes (grupos de personas, ecosistemas, especies) son los más vulnerables a la variabilidad y al posible cambio climático?, ¿a que eventos climáticos son más vulnerables?, ¿que factores determinan o explican esa variabilidad? y ¿que medidas de adaptación serian viables? Al aplicar estas preguntas en pastizales, indudablemente que ciertas especies –plantas, microorganismos, fauna- pueden ser más vulnerables que otras a sequías continuas y prolongadas, altas temperaturas, bajas temperaturas, inundaciones, entre otros factores relacionados cambio climático. Un modelo adecuado para evaluar la adaptabilidad y vulnerabilidad al cambio climático es propuesto por Lim y col. en el 2004 (Figura 14).

Si bien, actualmente se llevan a cabo estudios en algunas especies (de importancia económica y con estatus), no se dispone de recursos y tiempo para el estudio de todas las especies. Por lo que, otro enfoque para determinar

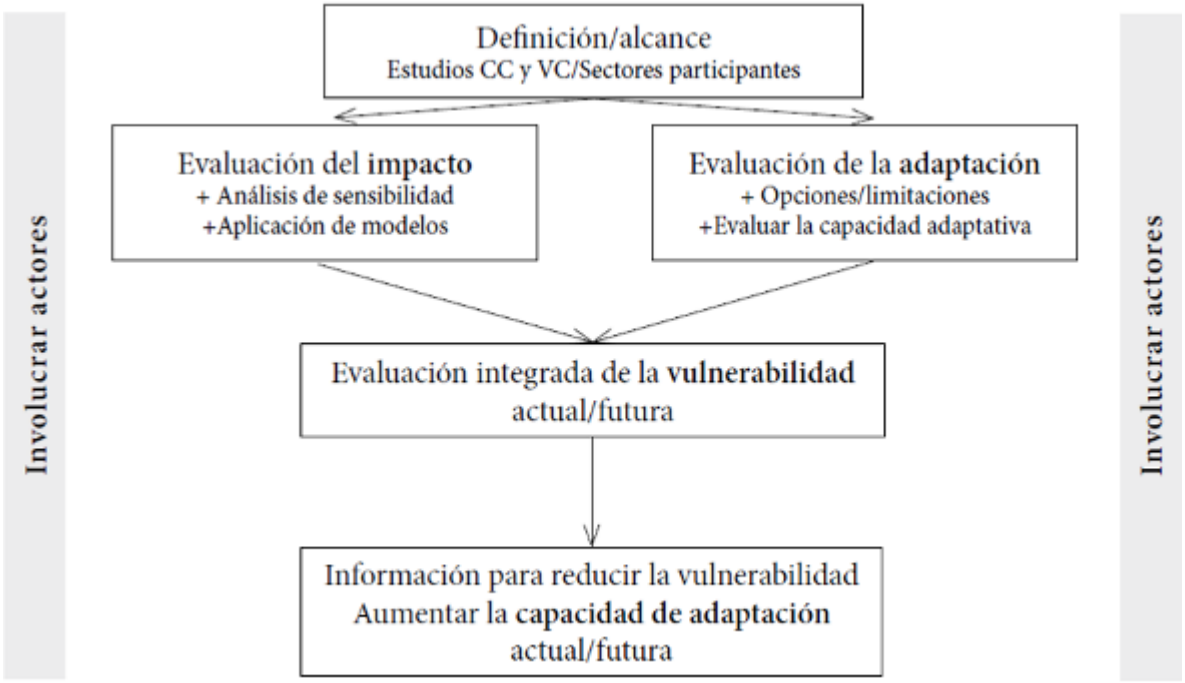


Figura 14. Modelo propuesto por Lim y col. (2004) para realizar estudios sobre cambio climático.

vulnerabilidad es el ver al pastizal de forma integral. Bajo este esquema, los pastizales más vulnerables son los que están en malas condiciones. Los pastizales que han estado expuestos al sobrepastoreo presentan una reducción en su cobertura vegetal. Esta reducción hace que se presenten mayores tasas de escurrimiento y por lo tanto de erosión (Cuadro 8).

Las reducciones en variables ecológicas tienen repercusiones en las variables productivas. El Cuadro 9 muestra que pasa con ciertas variables productivas cuando se tiene el mismo recurso (forraje) pero sobre carga con 12, 27 y 46% más del forraje disponible. Al año, las vacas pesarán de un 15 a 65 % menos de su peso normal. Esto se refleja en los porcentajes de parición y pesos al destete de los becerros por lo que los pastizales en mala condición son los más vulnerables, así como los poseedores de estos terrenos. El cambio climático en cualquiera de sus facetas que se presente (sequía, alta o baja temperatura, incluso inundaciones) tiene mayor repercusión en estos ecosistemas con suelo expuesto por falta de cobertura vegetal que es la fuente más barata de forraje para la actividad ganadera.

7.2 Mitigación de la sequía; propuesta de un plan estatal de gestión de riesgos climáticos

Los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) indican que el cambio climático afectará las actividades productivas, generando riesgos altos para el desarrollo de estas funciones productivas en el área agropecuaria. Los cambios en los patrones de precipitación y temperatura asociados al cambio climático modificarán el manejo de la agricultura y ganadería, requiriendo el desarrollo de estrategias de adaptación y mitigación para poder reducir los impactos negativos del cambio climático. El concepto de gestión del riesgo como procesos que permitan una prevención definitiva de los desastres, no debe considerarse como un conjunto discreto y separado de medidas, sino como una línea de análisis y preocupación que cruza todo tipo de actividad humana. El "riesgo" es una categoría compleja que implica la sustentabilidad desde los actores sociales y su contexto, lo que permite también definir las estrategias de adaptación ante los cambios ambientales y sociales.

Cuadro 8. Comparación de variables medidas en un pastizal mediano de los valles centrales de Chihuahua en dos condiciones.

Variable	Condición (COTECOCA,1978)	
	BUENA	POBRE
Cobertura vegetal (%)[1]	77	27
Suelo desnudo (%)[1]	10	45
Cantidad de raíces (g/393 cm^3)[1]	1209	0.58
Escurrimientos (mm/h)[2]	34.91	43.7
Suelo perdido (kg/ha) [2]	45.07	150.4
Producción de forraje (kg/ha)[3]	500 - 800	75 - 250

[1]Salazar, 2000, [2]Gutiérrez, 2000, [3]Melgoza *y* col.., 1998

Cuadro 9. Variables de producción con base en diferentes intensidades de uso (No. de ganado) y con la misma cantidad de forraje.

	HATO 1	HATO 2	HATO 3	HATO 4
Producción de forraje (kg)	1134,000	1134,000	1134,000	1134,000
No. de vacas	210	235	266	307
Carga (%) en relación a forraje	100	112	126	146
Peso de vaca (kg)	454	385	340	295
Pariciones (%)	85	65	45	25
Peso becerros al destete (Kg.)	181	163	145	127
Forraje disponible kg/vaca/día	9.5	8.5	7.5	6.5

La presencia de eventos catastróficos del tipo hidrometeorológico en las últimas décadas ha ido en ascenso, así como su impacto. De acuerdo con AGROASEMEX (2005), el manejo del riesgo asociado al clima se asocia a una estrategia que permite minimizar sus impactos.

Considerando los efectos del cambio climático y la carencia de programas de desarrollo y evaluación de estrategias de gestión de riesgos, resulta necesario impulsar el monitoreo de sistemas de administración de riesgos que permitan ampliar el mercado en términos de productores, regiones y actividades productivas atendidas. Los Mapas de Riesgo (MR) integrado al Sistema de Monitoreo Satelital y Terrestre de Pastizales puede coadyuvar a la identificación de mercados potenciales y su desarrollo y debe cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar los mapas de riesgos a nivel estatal y relacionarlos a los mapas de riesgos nacionales para el sector ganadero.
- Elaboración de estrategias de gestión de riesgos para el sector privado y rural y su evaluación.
- Caracterizar y diagnosticar las condiciones naturales, aspectos socioeconómicos y socioculturales existentes y que intervienen en la vulnerabilidad social y desastres.
- Desarrollar un plan de acciones para la reducción de la vulnerabilidad (medidas *ex ante*), así como proponer acciones de adaptación.
- Elaborar propuestas de políticas (instituciones y programas) y estrategias de gestión de riesgos y sus instrumentos financieros, sociales, políticos y económicos respectivos.
- Diseño de programas de educación y cultura de prevención en sus diferentes modalidades de educación formal e informal.

Las acciones de prevención y mitigación de la sequía requieren de;

- Voluntad política

- Presupuestos específicos
- Sistema de monitoreo y prevención
- Tecnología accesible
- Asistencia técnica y capacitación a agentes de cambio y productores
- Aplicar marco legal y normativo adecuado

7.3 Medidas para disminuir los efectos de la sequía en ranchos ganaderos

En forma frecuente, el sector de la ganadería extensiva en el estado Chihuahua está en zozobra por estar sufriendo una sequía. A pesar de que los reportes climáticos indican que tres de cada cinco años son secos y que las sequías pueden ser estacionales, anuales o multianuales, los ganaderos no consideran la sequía como parte de las condiciones ambientales a enfrentar y la consideran con frecuencia como eventos esporádicos, después de las cuales las condiciones regresarán a lo “normal”. Al tratar el tema de manejo de la sequía, mucha gente piensa en que podrá contar con tecnologías que le permitan aumentar la lluvia en los ranchos, o conocer sobre algunas opciones de plantas forrajeras capaces de crecer y producir forraje de buena calidad durante temporadas secas. Sin embargo no es posible lograr ninguna de las dos cosas, por lo que los primeros pasos para atenuar los efectos de la sequía en la producción pecuaria es reconocer a la sequía como un evento tan normal y frecuente como la temporada húmeda.

7.3.1 Pasos para amortiguar los efectos de la sequía

Las sequías son inevitables y son un componente natural de nuestro clima por lo que es necesario tener un plan de manejo adaptativo. Las experiencias de recuperación y manejo sostenible de pastizales en el estado de Chihuahua apuntan hacia tres grandes estrategias; a) aplicación de medidas correctivas, b) aplicación de medidas preventivas y, c) estrategias de adaptabilidad del ganado bajo condiciones de sequía y ambientes áridos.

a) Aplicación de medidas correctivas. Contempla tres estrategias fundamentales;

- resiembra de pastizales
- obras de conservación de suelo y agua
- control de plantas invasoras

Resiembra de pastizales

Con respecto a esta estrategia, este estudio integró una base de datos geoespacial con sitios seleccionados para aplicar medidas correctivas de resiembra. Estos sitios tienen baja cubierta vegetal, con escasos bancos naturales de semilla, expuestos a erosión e ineficiente aprovechamiento del agua de lluvia, pero presentan potencial para aplicar medidas correctivas. La resiembra reduce los tiempos para la recuperación del pastizal y ofrece la posibilidad de incrementar la disponibilidad de forraje y mejorar la calidad nutritiva de la dieta del ganado. La figura 15 presenta el mapa del estado de Chihuahua con sitios seleccionados y georeferenciados para realizar prácticas de resiembra.

b) Aplicación de medidas preventivas. Algunos planteamientos de sequía en el sur de Estados Unidos (Holechek, 1995) y Norte de México (González, 2012) consideran los siguientes aspectos;

- **Mantener el pastizal en buen estado**, ya que las plantas que están sanas y con buen vigor producen más forraje en época de sequía comparadas con las que tienen bajo vigor. Identificar las plantas preferidas por el ganado que puedan servir como un barómetro de uso y salud del agostadero para determinar cuándo es necesario realizar ajustes en el manejo. Además, las tierras con exceso de pastoreo con las sequías pierden más pastos y su recuperación lleva mayor tiempo comparado con las que son explotadas de manera moderada.
- **Carga animal moderada.** La mejor medida correctiva; para lograrlo es necesario evaluar constantemente la cantidad de forraje presente y esforzarse por balancear el número de animales con la disponibilidad forrajera.

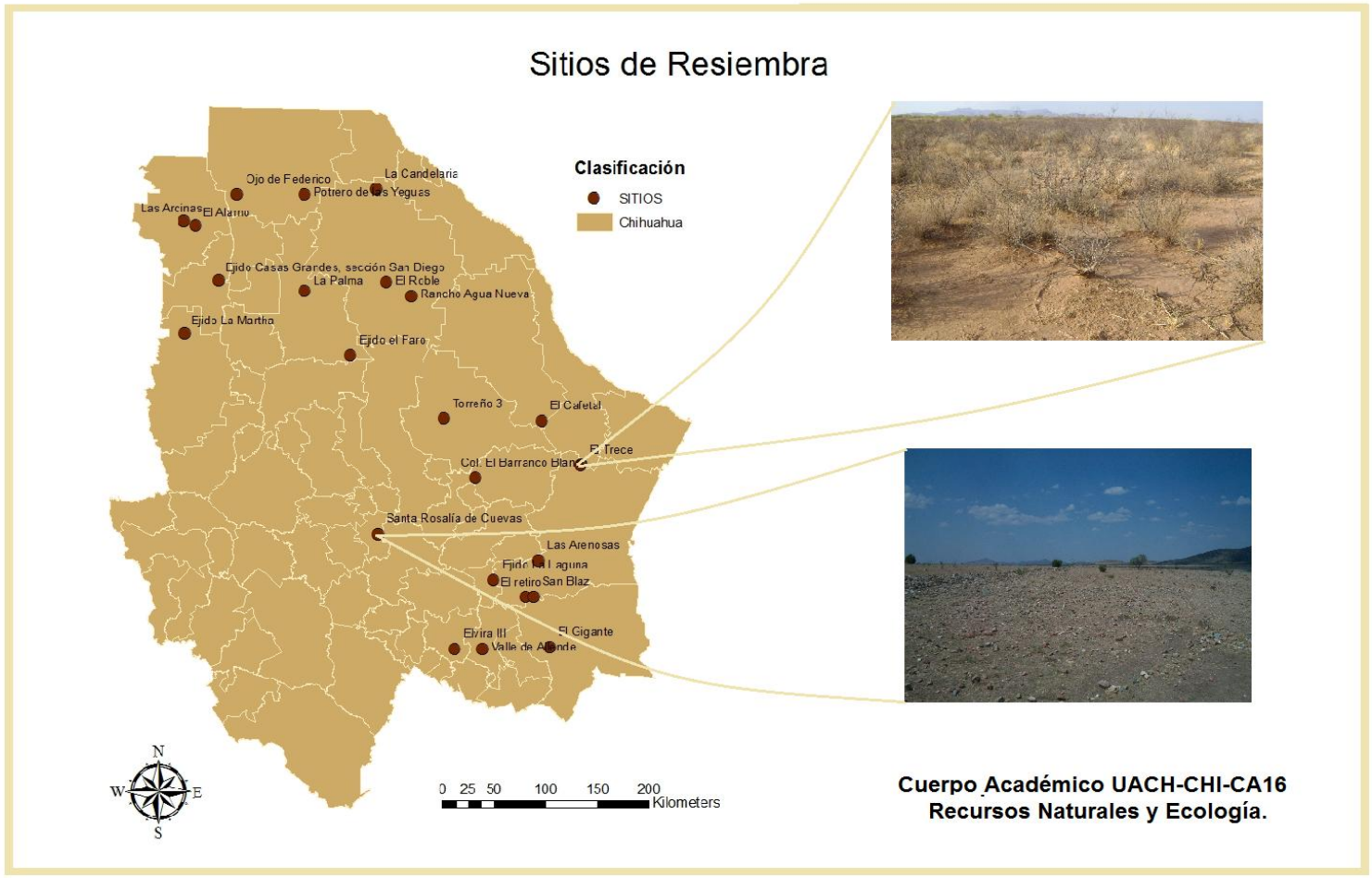


Figura 15. Mapa del estado de Chihuahua con sitios seleccionados y georeferenciados para resiembra de pastizales.

Como se mencionó, la reducción en la carga animal durante la sequía paga dividendos en términos de menor daño a las plantas forrajeras, más rápida recuperación de las plantas del pastizal después de la sequía, menos pérdidas de ganado por plantas tóxicas, reduce los costos de suplementación, inversión y riesgos.

Los ganaderos piensan con frecuencia que a mayor número de animales mayor es su ingreso y ganancia. Sin embargo, las experiencias muestran que la productividad del hato ganadero y el retorno económico se maximizan al tener un pastoreo moderado. Los potreros deben examinarse de manera periódica para constatar si existe cantidad suficiente de forraje para llenar los requerimientos del ganado y mantener los recursos del pastizal.

- **Hatos flexibles de ganado.** La flexibilidad, o habilidad para reducir el número de animales, debe ser una constante en el manejo del hato y se define con base en el promedio de precipitaciones, de tal manera que el excedente de forraje de los años con precipitaciones por arriba de la media pueda ser utilizado en los años secos. La producción de forraje cambia incluso en años que no sean secos. Un programa de reducción en la carga animal es necesario para reducir los riesgos de la sequía.

  En general el hato de las vacas para la cría debería estar compuesto de no más del 60% del total de la capacidad de carga del rancho, el resto pueden ser animales de año y de repasto. Cuando exista forraje adicional se puede comprar ganado para utilizar el forraje. Cuando existan condiciones de sequía y el forraje sea una limitante, se puede vender el ganado de repasto, sin afectar el grupo de vientres reproductores.

  Es importante tener buenos registros productivos del hato, de tal manera que si es necesario vender vacas, se eliminen primero las menos deseables. Conforme avanza la sequía, vacas menos productivas (vacas abiertas, viejas o con problemas físicos) deben venderse tan pronto como sea posible, para evitar que pierdan peso y bajen de precio. En sequías severas es recomendable conservar vacas con edad entre los cuatro y ocho años de edad, ellas han vivido al menos una sequía y sobrevivirán a la presente. La reproducción es una función de lujo y amamantar un becerro aumenta las demandas nutricionales del ganado. En algunos casos

debe destetarse a temprana edad y venderse, conservando quizá los reemplazos selectos. En general, es sano mantener un porcentaje de ganado listo para su venta.

- **Suplementación al ganado.** Suplementar al ganado es esencial para prevenir reducciones en la taza reproductiva y comportamiento en general. El forraje disponible de los potreros durante la sequía es bajo en calidad, por lo que el ganado necesita ser suplementado para cubrir sus requerimientos nutricionales. Les tomará mucho tiempo digerir el pasto seco y fibroso y no podrán comer lo suficiente para mantener su condición física.
- **Toma de decisiones oportuna.** Los ganaderos deben monitorear las condiciones actuales y cambios con el tiempo para determinar si hay daños en la vegetación, el suelo, el agua e infraestructura. Es necesario conocer si las decisiones pasadas están produciendo los resultados esperados; para implementar prácticas que corrijan situaciones adversas antes de que se conviertan en crisis y en una carga financiera.

  Las crisis son frecuentemente el resultado de un proceso gradual. Por ejemplo, la falta de forraje es el resultado de un gradual consumo del forraje disponible. Existen procedimientos para monitorear y mejorar las decisiones de manejo de los pastizales; el uso de estas técnicas puede reducir considerablemente los riesgos y permiten reducir el impacto de malas decisiones.

  Existen factores relacionados con la pobreza de los ganaderos que dificultan la viabilidad de la aplicación de las medidas antes comentadas para reducir los efectos negativos de la sequía. Un funcionario de ganadería en el norte de México comenta que, “los pequeños ganaderos tienen más ganado del que pueden alimentar sus tierras, la realidad es que sacan todo el recurso hasta dejar las tierras sin nada. Cuando les planteas la necesidad de mantener la carga recomendada de acuerdo al potencial de sus tierras argumentan “no me van a decir como debo manejar mis tierras, si de allí comemos”. Al fin llegas a multarlos y terminas dándoles dinero”.

Estudios realizados señalan que los ganaderos con hatos menores a 30 cabezas no pueden vivir de su producción. Otro estudio considera que “hatos con menos de 100 animales no obtienen de la ganadería los recursos suficientes que garanticen su sustento y, en consecuencia, tampoco los excedentes para invertir en la infraestructura productiva que les permita enfrentar las temporadas de sequía con mejores condiciones.

7.3.2 Usos múltiples

Considerar otras posibles fuentes de ingresos, la diversificación implica el uso armonioso del rancho para más de un propósito. Se pueden obtener importantes ingresos por la comercialización de otros productos diferentes a la ganadería: cacería, observación de la fauna silvestre y recursos naturales, cabalgatas, leña y madera, etc. Es importante señalar, que al igual que con el pastoreo, todos los usos que se den a los recursos naturales deben ser moderados y sustentables (suelo, cuencas, ganado, fauna silvestre, recreación). En la actualidad, la mayoría de las especies de fauna silvestre en regiones con sociedades tecnológicamente avanzadas, son consideradas de valor comercial, recreacional, biológico, estético y/o científico.

7.3.3 Carbono orgánico del suelo en pastizales de Chihuahua

Los pastizales son ecosistemas que tienen potencial para la captura de carbono y la mitigación del cambio climático. En Wyoming, un estudio reportó buen potencial para la venta de bonos de carbono al aplicarse algunas prácticas de manejo de pastizales en un sistema vaca-cría durante un periodo de 20 años. Aunque existen pocos trabajos realizados en tierras de pastoreo en México, Medina-Roldán *col.* (2008) reportan un mayor contenido de carbono en el suelo con pastoreo moderado en comparación con áreas con sobrepastoreo en Jalisco. Un adecuado manejo del pastoreo puede incrementar el almacén de carbono en el suelo en los pastizales. La determinación del almacén y la captura de carbono son esenciales para el ingreso al mercado mundial de bonos de carbono. En 2007, el

mercado de bonos para la mitigación de gases con efecto invernadero fue de 30 billones de dólares en el año 2006 y se espera que alcance un mercado de 500 billones de dólares en el año 2020.

Dada su extensión, los pastizales y matorrales del estado de Chihuahua tienen potencial para la captura de carbono, por lo tanto pueden ser una alternativa para obtener ambos un ingreso extra por medio de la venta de bonos de carbono y ser utilizados para mitigar el cambio climático. Jurado y col evaluaron el carbono orgánico del suelo en pastizales y matorrales de Chihuahua encontrando que la condición del pastizal es importante en las cantidades almacenadas de carbono indicando que las prácticas de un buen manejo del pastoreo que mantengan ó mejoren la condición del pastizal son favorables para incrementar el almacén de carbono, sosteniendo que esta información es primordial para la estimación del potencial de mitigación del cambio climático y el establecimiento de bonos de carbono en los pastizales de Chihuahua.

7.4 Retos y oportunidades de los ganaderos en el manejo de pastizales

El manejo de pastizales tiene sus raíces en principios ecológicos y se define como la ciencia y arte de obtener de manera sustentable forraje por periodos largos de tiempo. Para entender mejor este concepto hay que conocer donde crecen las plantas y su valor forrajero, como crecen desde el punto de vista fisiológico, como responden a la defoliación y el descanso, como usan el agua, como coadyuvan y bajo qué condiciones a infiltra el agua de lluvia en el suelo y como es la respuesta de la vegetación al fuego (Ortega, 2012).

Reto: Cambiar el paradigma del ganadero de que las vacas son sagradas y el zacate invencible.

Oportunidad: Concientizar a las nuevas generaciones de ganaderos sobre el uso sustentable de los recursos naturales. Educar y capacitar a esta nueva generación de que la actividad ganadera tiene que verse de manera holística. Que el productor tenga conocimiento del funcionamiento del ecosistema (suelo, agua, vegetación, fuego, herbívoros).

Reto: Replantear, modificar y adecuar el sistema ganadero extensivo. No las muchas vacas son las mejores, las mejores son las que produzcan

Oportunidad: Tomarle la palabra a la naturaleza y trabajar con lo que tiene merito.

Considerar los ciclos de sequia como modeladores de los sistemas de producción. Establecer sistemas de producción considerando patrones de lluvia, topografía, vegetación, infraestructura, extensión territorial, objetivos del ganadero). Establecer criterios de mejoramiento y conservación de pastizales y selección en el ganado de acuerdo al desempeño del mismo.

Reto: Consultar y entender los patrones del clima a nivel regional que presentan oficinas de gobierno (CONAGUA, INIFAP, NOAA) y realizar los programas de manejo de los agostaderos sobre esas bases.

Oportunidad: Tomar en cuenta la información disponible prácticamente en tiempo real y las proyecciones para la toma de decisiones.

Reto: Aprender a manejar los pastizales durante la sequia y lo que es mas critico después de la sequia.

Oportunidad: Entender la fisiología y morfología de los pastos para establecer programas de manejo basados en estos conceptos. Conocer los puntos críticos en el crecimiento y desarrollo de los pastos y conocer la época de mayor aprovechamiento del forraje en términos de calidad y cantidad.

Reto: Concientizar a los productores sobre dos puntos claves en el manejo sustentable de los pastizales 1) ajuste de carga animal y 2) diferimiento y descanso de potreros.

Oportunidad: La disminución del inventario ganadero, ya sea por venta de ganado o por alta mortalidad, en amplias regiones del norte de México y suroeste de los Estados Unidos plantea un excelente escenario para organizar la ganadería. A partir de dos simples pero medulares practicas en manejo de pastizales se puede lograr mejorar la condición de los pastizales 1) mantener únicamente los animales que el agostadero soporte bajo un esquema dinámico de ajuste y 2) establecer periodos de descanso y no pastoreo durante la época de crecimiento del zacate. Para ello existen los sistemas de pastoreo.

7.5 Estrategias de Mejoramiento Genético y Manejo para Lograr Animales más Adaptados y Productivos bajo Condiciones de Ambientes Áridos y de Sequía.

En los últimos diez años se han presentado los promedios de precipitaciones pluviales más altos y los más bajos. Así mismo, la precipitación se concentra en periodos de tiempo cada vez más cortos. De esta manera, los rumiantes en los agostaderos se enfrentan a condiciones severas de estrés nutricional por la baja disponibilidad de alimento durante periodos prolongados de tiempo. Es bajo estas condiciones que la selección de recursos genéticos adaptados se vuelve un factor prioritario para la sustentabilidad y adaptabilidad de los sistemas de producción, especialmente cuando los productores no cuentan con los recursos económicos para la compra extraordinaria de insumos.

La habilidad de un animal para contender con nuevos ambientes proviene de su capacidad para responder a las variables ambientales y mantener el equilibrio corporal (homeostasis). La severidad (intensidad y duración) de un cambio ambiental, en relación a la capacidad del animal para responder, determina el impacto en el estado de equilibrio del animal y los recursos que éste debe de invertir para reanudar su estado de homeostasis. Sin embargo, un cambio ambiental suficiente para impactar severamente a un individuo puede ser insuficiente para producir una respuesta medible en otro individuo. Las razas locales o criollas normalmente son capaces de producir y reproducirse más eficientemente que las razas introducidas, especialmente bajo condiciones de recursos limitados o lo que se conoce como sistemas de producción de bajos insumos.

Las acciones encaminadas a aprovechar, conservar y/o mejorar las características de adaptación, que se pueden y se deben implementar son las siguientes:

1) Seleccionar razas que estén adaptadas a las condiciones del ambiente de producción, de preferencia razas locales que hayan estado sometidas a esas condiciones por largos periodos de tiempo. Cuando se vayan a introducir nuevas razas, antes de hacer importaciones masivas, primero se deben evaluar, comparando su desempeño tanto de producción como de adaptación con las razas locales.

2) Aprovechar el vigor híbrido que produce el cruzamiento de razas y que normalmente va aparejado con una mejora en los niveles de aptitud de los animales, tomando como base el uso de razas maternas adaptadas, rústicas, complementadas con razas paternas que mejoren las características de producción y calidad del producto.

3) Dar lugar a los procesos de selección natural y evolución que permiten a los animales ir adecuando sus características físicas, fisiológicas y metabólicas a las condiciones cambiantes del ambiente. Cuando se aplica selección artificial para características productivas, hay que procurar hacerlo bajo las condiciones de los sistemas de producción comerciales, sin mejorar las condiciones más allá de lo que hace el productor comercial.

4) Aplicar selección para mejorar las características relacionadas con la adaptación. Algunas de éstas son heredables, aunque algunas son difíciles y/o caras de medir. A pesar de esto, la selección puede ser efectiva.

5) Seleccionar para mejorar vida productiva, en lugar de características específicas que van en detrimento de los niveles de adaptación.

6) Implementar índices de selección para mérito total. Requiere conocer las heredabilidades de todas las características, sus valores económicos relativos y las correlaciones genéticas entre ellas. Es todo un reto bajo la situación que guarda la ganadería en nuestro país.

8.0 PERCEPCIÓN DE LOS GANADEROS Y OTROS USUARIOS DE LOS PASTIZALES AL EFECTO DE LA SEQUÍA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO.

Al igual que otras regiones agropecuarias en el país, la sequía es considerada un problema de primer orden por sus efectos negativos en las actividades de las cadenas productivas. Las prácticas necesarias para enfrentar la sequía se basan en el principio de buscar el equilibrio entre la disposición de forraje y la carga animal. Sin embargo, el manejo inadecuado de los agostaderos ha propiciado su degradación, lo cual los hace más vulnerables a la presentación de sequía recurrentes, retrasos en la temporada de lluvias y/o precipitaciones menores a las esperadas, problemas que deben afrontar los ganaderos por la disminución de la capacidad forrajera de las tierras de uso ganadero.

Un eje importante debe centrarse en la responsabilidad que deben asumir los propios ganaderos en las prácticas productivas asociadas al manejo de sus pastizales. En este contexto, es importante conocer la valoración de los ganaderos sobre los impactos de la sequía y las prácticas de manejo de los pastizales en la producción de forraje y la capacidad de carga animal. Así mismo, es importante conocer como valora la sociedad, el impacto de la sequía y el cambio climático en los recursos naturales.

El Cuadro 10 muestra los resultados de una encuesta sobre percepción de tres grupos de campo en la región de Aldama y Ojinaga (Sáenz y Romero, 2011). De 852 encuestas a ganaderos, sólo el 25% considero que la actividad ganadera era buena en términos de ganancias económicas. Por otro lado, el 63% de los encuestados se dedica a otra actividad, no vive sólo de la ganadería (Caballero, 2011). A través de la Fundación PRODUCE en Chihuahua se realizó un diagnóstico ganadero en los municipios de Chihuahua y Delicias (Vélez, 2008). El proyecto fue del interés del 96% de los productores; el Cuadro 10 muestra cual es la razón de este interés. También, el estudio arrojo un análisis de la problemática en la ganadería (Cuadro 11). Con base en estos resultados, los productores ven la problemática de sequía por debajo de los costos de su operación por lo que percibe a la ganadería como una actividad productiva regular (Gráfica 7). Por otro lado, el productor identifica la sequía como un principal problema cuando la está viviendo.

Cuadro 10. Resultados de 41 encuestas a tres grupos de productores sobre pago y conservación de agua en Aldama y Ojinaga, Chihuahua.

Tipo de grupo	Comentario
Ganaderos	Si tienen disponibilidad para pagar por el uso del agua Si tienen disponibilidad para conservar agua
Ejidatarios	No tienen disponibilidad para pagar por uso de agua Si tienen disponibilidad para conservar agua
Menonitas	No tienen disponibilidad para pagar por uso de agua Si tienen disponibilidad para conservar agua

Cuadro 11. Interés medido en porcentaje del porque productores de los municipios de Chihuahua y Aldama sienten importante los proyectos sobre gestión ambiental.

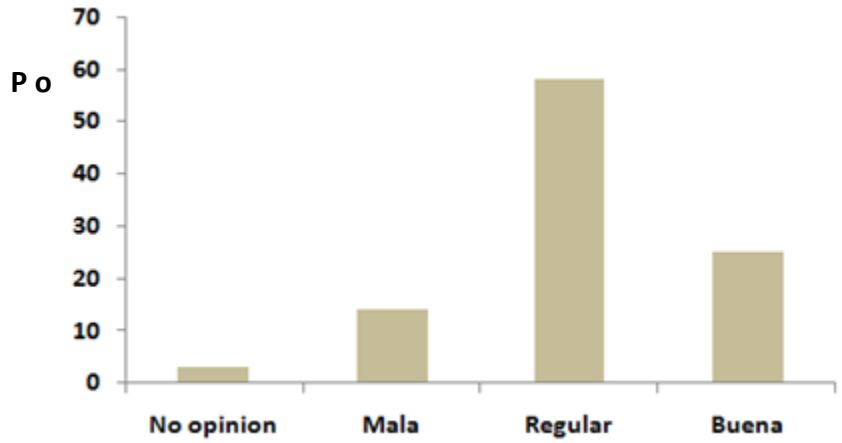
Porcentaje	Razón
34	Conocimiento de las condiciones que se tienen y saber cómo mejorarlas
25	Búsqueda de alternativas
17	Es benéfico
8	Necesario para el manejo de residuos
8	Muestra apoyo al sector
8	Se necesita asesoría

En una encuesta aplicada a 947 personas en la ciudad de Chihuahua, el 93% ha escuchado sobre la problemática de cambio climático; la Gráfica 8 muestra que la televisión fue el principal medio para enterarse y la población se ha enterado del cambio climático.

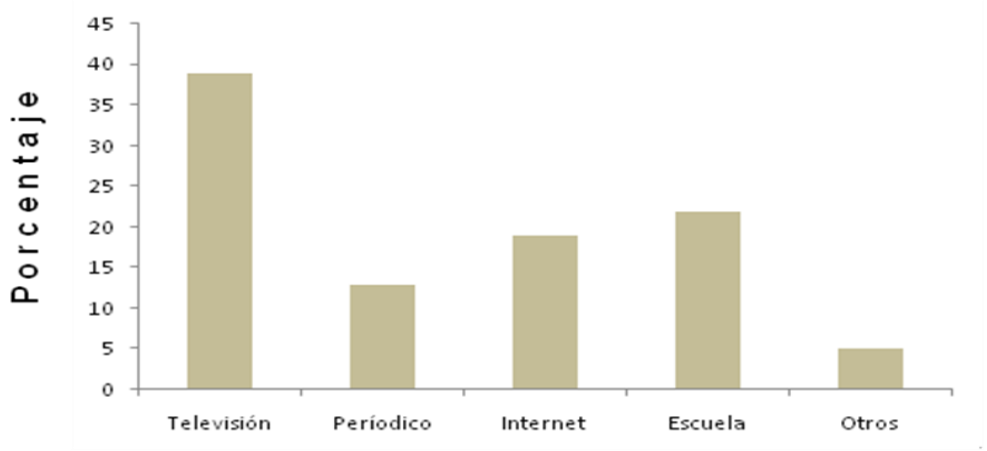
En primer término un efecto de cambio climático fue el incremento de temperatura, mientras que en segundo término fue menos lluvia (Gráfica 9). Una tercera parte de los encuestados no detecta problemas en el suministro de agua en su casa (Gráfica 10). Por otra parte, un 46% saben que el agua que se utiliza en las casas es capturada en los ecosistemas que rodean las ciudades pero un 53% relaciona la deforestación y sobrepastoreo como causas en la reducción de cosecha de agua por los ecosistemas. A pesar de esto un 38% de las personas encuestadas no estarían dispuestas a pagar impuestos para que este dinero se utilice en obras directamente en campo para capturar más agua.

Estos datos ponen de manifiesto que a pesar de que la gente ha oído del tema cambio climático, les falta información y/o sensibilización sobre el tema para poder formar parte de la solución. Así también, es importante para el gobierno aplicar la normatividad existente en relación a deforestación y sobrepastoreo, así como llevar a cabo campañas masivas de sensibilización sobre el tema de cambio climático.

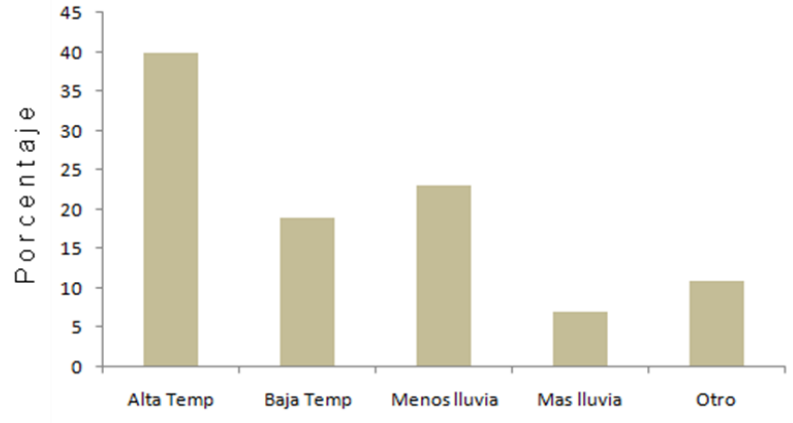
Un estudio realizado por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. y el Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora sobre la opinión de trece ganaderos de la existencia de sobrecarga animal en los agostaderos sonorenses, doce de ellos señalaron que la sobrecarga animal sí es una práctica muy generalizada en los ranchos y en parte se debe a que los ganaderos mantienen la mayor cantidad de ganado posible con la esperanza de que las lluvias sean favorables y poder obtener una mayor producción y que están conscientes del riesgo que corren de que se les mueran animales si las precipitaciones no se presentan de manera favorable en sus terrenos. La mayoría opinó que la tasa de reproducción de su hato depende del comportamiento de las lluvias.



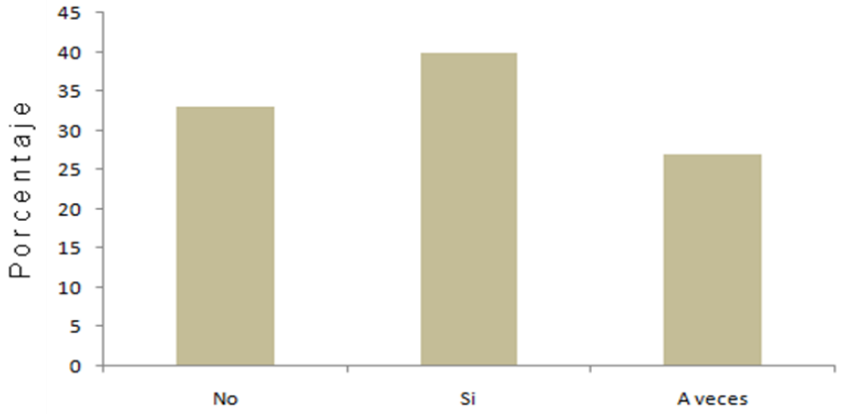
Gráfica 7. Resultados de 852 encuestas a ganaderos sobre su percepción de la ganadería como actividad productiva.



Gráfica 8. Medio por el cual una población de 1089 encuestas de la ciudad de Chihuahua se ha enterado de cambio climático.



Grafica 9. Efecto más frecuente (%) con que el público relaciona cambio climático.



Gráfica 10. Percepción de una muestra de habitantes de Chihuahua sobre falta de agua en sus casas.

En relación a la percepción de los ganaderos sobre la sequía**,** seis ejidatarios (que fueron el total de los entrevistados del sector ejidal) y cinco de los siete entrevistados del sector privado, expresaron que la sequía es su problema principal, argumentando su respuesta en términos de la disminución del potencial de sus tierras y el incremento de los costos de producción ante la necesidad de comprar alimento para el ganado. Fueron dos los ganaderos que no incluyeron a la sequía como un problema, ambos del sector privado. Uno respondió que la barrera más fuerte que enfrentan los ganaderos para el desarrollo de su actividad, a nivel de rancho, no es la sequía, sino: "las pocas ganas de hacer bien las cosas", refiriéndose a que son frecuentes los casos en que los ranchos son visitados por sus propietarios sólo para recoger los animales que la naturaleza permitió que se reprodujeran. Otro considera que el principal problema en la ganadería extensiva es "el deterioro de los agostaderos por su mal manejo". El cuadro 12 presenta percepciones de ganaderos y usuarios diversos de los recursos naturales sobre el comportamiento de las lluvias en su región.

Las actividades productivas de los ranchos ganaderos extensivos deben ser planeadas considerando a la sequía como un fenómeno característico y recurrente en el estado de Chihuahua. El hecho de que la mayoría de los ganaderos y otros usuarios de los pastizales asocien a la sequía con la reducción del forraje debería facilitar la aplicación de los planes de manejo de los pastizales, apoyados con programas de educación y capacitación que permita modificar en el menor plazo posible las prácticas tradicionales derivadas de una cultura muy arraigada en el sector ganadero que están provocando daños ambientales difíciles de revertir.

Cuadro 12. Percepción de los ganaderos sobre el comportamiento de las lluvias en los agostaderos.

Llueve menos. Tenemos de 8 a 10 años de sequía
Llueve menos, antes llovía y nevaba mucho
Las lluvias han disminuido mucho, ya no hay nevadas. Además llueve en partes no en todas las tierras del ejido
Han predominado las sequías. Este año y el pasado fueron tremendos.
Se maneja que en esta zona tenemos 12 años de sequía, yo estoy en total desacuerdo, eso no es cierto porque ya nos hubiéramos muerto todos, lo que pasa es que tenemos 12 años de inconciencia.
Llueve menos. Antes llovía mucho aquí. Tengo 20 años en este rancho y llevo un registro anual. Los años más malos fueron de 12 a 14 pulgadas, el año antepasado fue de 10 y el año pasado no llovió.
Los últimos 10 años han sido de sequías. Las nevadas son igual que siempre
La lluvia se presenta normal, unos años llueve y otros no, antes se batallaba más porque no teníamos represas.
En los últimos 5 ó 6 años han disminuido las lluvias de invierno que son las que sostienen la producción en la primavera.
Los últimos 10 años han sido de sequías.
La sequía ha sido más difícil en los últimos 10 años
Menor lluvia. 2005 ha sido el peor año en los últimos 20
Han disminuido

Fuente original: Entrevistas del Proyecto Ganadería y Conservación realizada por Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. y el Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. 2006.

9.0 INSTRUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE LOS PASTIZALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

La sustentabilidad ambiental, como objetivo de uno de los cinco ejes rectores del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, ha sido la base del Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria (SAGARPA; 2007). Aunque el esquema de apoyo del programa mencionado es sin duda benéfico para las actividades productivas, su liga al manejo sustentable resulta sumamente difícil de evaluar por falta de información, además de la alta incertidumbre en relación a la información disponible.

En el caso particular del estado de Chihuahua, la complejidad de los aspectos sociales, económicos y ecológicos que permean la cadena productiva de bovinos de carne, requieren de información actualizada que sustentada con datos científicos, privilegien el conocimiento del estado actual de salud de los pastizales y su relación con la sequía y el cambio climático. A pesar del interés público, de productores pecuarios y de los diversos sectores gubernamentales y no gubernamentales por conocer la condición de los pastizales y el impacto de las actividades humanas, se carece de un proceso tecnológico que integrado en un Sistema de Información Geográfica (SIG), apoye como un elemento estratégico la toma de decisiones en la administración de las unidades de producción del sector agroalimentario. Los inventarios y procedimientos de recursos de monitoreo tradicionales, ayudaron en las últimas décadas pero las necesidades actuales y las generaciones futuras han cambiado en forma dramática. Además, estos procedimientos se caracterizan porque no proporcionan una cobertura completa en grandes áreas, tienen un alto costo de muestreo y consumen tiempo.

Existen fuertes razones económicas y científicas para tomar en cuenta el uso de tecnologías emergentes y procedimientos holísticos que integrados en un SIG permitan el inventario y monitoreo permanente de los ecosistemas de pastizales. La aplicación sostenible de tecnologías satelitales (sistema de telemetría) permitiría conocer el estado que guardan las tierras de pastoreo y recursos asociados en los ranchos ganaderos desde una perspectiva más amplia (ej. suelos, vegetación, biodiversidad, etc.). La complejidad de los aspectos sociales, económicos y ecológicos que el

estado de Chihuahua confronta, requiere de datos científicamente más creíbles e información que pueda ser generada por las nuevas tecnologías geoespaciales integradas a los procedimientos tradicionales de inventario y monitoreo.

Con la integración de los datos satelitales a un SIG, se dispondrá de una herramienta pertinente que apoyará con un esfuerzo coordinado a todos los sectores, mejorando la calidad, la interoperabilidad (producir información comparable a través del uso de procedimientos estandarizados) y la disponibilidad oportuna de datos e información a bajo costo y tiempo, con resolución espacial pertinente, consistente y eficiente, aspectos que ayudarán a definir el perfil de la información estratégica necesaria, producirla, manipularla y mantenerla actualizada.

El establecimiento de este sistema de monitoreo satelital se fundamenta en el establecimiento de sitios permanentes de monitoreo representativos de las diferentes regiones ganaderas, orientado a conocer el estado de salud de los pastizales y recursos naturales asociados. La disponibilidad de este sistema satelital permitiría establecer una estrategia de escalamiento de las políticas públicas hacia predios ganaderos ó Unidades de Producción Pecuaria (UPP), con fines de asistencia técnica y monitoreo de acciones programadas en los predios.

Considerando los efectos del cambio climático y el incipiente mercado mexicano de gestión de riesgos climáticos, resulta necesario impulsar el desarrollo de un sistema de monitoreo que permitan ampliar el mercado en términos de productores, regiones y actividades productivas atendidas. Para ello, se considera que una herramienta que puede coadyuvar a la identificación de mercados potenciales y su desarrollo representan los Mapas de Riesgo (MR). En términos muy generales los MR consisten en la representación gráfica en una base cartográfica, de la probabilidad de incidencia de un fenómeno o de varios, sus características e intensidades, y la manera que influyen en los diferentes tipos de ámbitos, sean estos geográficos (localidad o región), geopolíticos (municipio, estado, país) ó fisiográficos (tipo de suelo, vegetación).

Al combinar la información anterior con conocimientos científicos-naturales especializados es posible identificar geográficamente las pérdidas potenciales derivadas de fenómenos naturales, las que son susceptibles de agruparse por su impacto y frecuencia en eventos esperados (frecuencia media e impacto económico medio) y eventos extremos

(frecuencia baja y alto impacto económico). De igual manera, es factible clasificarlas por horizonte de tiempo, regiones geográficas, tipo de bienes afectados, etc.

Además del objetivo general de instrumentar el sistema de monitoreo satelital y terrestre como elemento estratégico para apoyar la toma de decisiones en el manejo y aprovechamiento sustentable de las regiones ganaderas del estado de Chihuahua, es factible cubrir objetivos complementarios importantes como calibrar y validar los productos satelitales de monitoreo, en las diferentes escalas espaciales y temporales de representación, establecer sitios demostrativos de tecnologías de asistencia satelital a nivel de predios o UPP y fortalecer los sitios permanentes de monitoreo permanentes para validación de otros esquemas de asistencia o monitoreo, incluyendo los de tipo climático.

10.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En general, los pastizales de Chihuahua mantienen un alto grado de deterioro con impactos de baja y variable producción forrajera asociada a la presencia de sequías recurrentes y una alta variabilidad climática, agravada con las prácticas inadecuadas de manejo del pastoreo y los crecientes cambios de uso de suelo de pastizal hacia agricultura.

La precipitación presenta una alta variabilidad con una tendencia a disminuir a partir del año 2003. En el 2005 la precipitación se presentó por debajo del límite inferior al promedio histórico y en el año 2011 presentó el valor más bajo en los registros históricos (58 mm). La precipitación se concentra en periodos de tiempo cada vez más cortos, con lluvias intensas en pocos eventos. La temperatura mínima y máximas también son altamente variables, lo cual caracteriza a Chihuahua como extremoso en el clima.

La conjunción de factores de clima y los problemas de sobrepastoreo reducen el forraje disponible en los pastizales lo que ha dado como resultado la disminución acelerada del hato productivo, y en consecuencia una descapitalización de las empresas ganaderas, bajos ingresos y altos costos de producción y operación.

De acuerdo con la cantidad y distribución de la precipitación pluvial en los pastizales de Chihuahua durante el 2011, la cantidad de forraje disponible se ubicó en una situación crítica para las ecoregiones I, II, III y IV, con impactos negativos en la cadena productiva de bovinos de carne. En el año 2012, se obtuvo una mejora en la producción de forraje disponible, pero no lo suficiente para cumplir con los requerimentos de alimentación del ganado en pastoreo

Es normal que el forraje en los pastizales disminuya en épocas de sequía. Pero el sobrepastoreo acentúa esta reducción y provoca que a pesar de que el siguiente año sea normal en lluvias, los pastizales no se recuperen aun después de 4 años, dependiendo de la intensidad tanto de la lluvia como del sobrepastoreo. Bajo las condiciones actuales de sequía, las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua, requieren como mínimo un período de 4 a 6 años para recuperar su productividad inicial al período de sequía.

Los resultados de este estudio son un paso esencial para el monitoreo de la sequia a corto y largo plazo, ayudando a gobiernos locales a priorizar y enfocar esfuerzos económicos para la prevención y mitigación de fenoménos climáticos extremos. Se recomienda que los programas de apoyo a contingencias climatológicas, sean articulados, coordinados y alineados entre las diversas instituciones y actores para solventar en forma eficaz la problemática de las sequías recurrentes y severas.

Un problema no valorado por los productores es la afectación de las sequias a la cobertura vegetal de sus tierras con efectos a mediano y largo plazo, dados los niveles de degradación de las tierras de uso ganadero, que se manifiestan en los niveles de erosión presentados. Tal situación agrava la reducción de la productividad ganadera ante la ocurrencia de sequías.

El riesgo que representan las sequías para los pastizales del estado de Chihuahua requiere de fortalecer las políticas públicas diseñadas para revertir los procesos de degradación de las tierras y las dirigidas a impulsar el manejo sustentable de las tierras de pastoreo, orientadas también a modificar las prácticas tradicionales de una cultura muy arraigada en el sector ganadero que están provocando pérdidas en el estado de salud de los pastizales.

La documentación del estado de salud de los pastizales y su producción forrajera y la aplicación de los procedimientos del Sistema de Monitoreo Satelital y Terrestre proporcionan una visión actual de estos ecosistemas.

Recomendaciones

Se recomienda instrumentar el Sistema de Monitoreo Satelital y Terrestre de los Pastizales del estado de Chihuahua como un elemento estratégico para obtener diagnósticos rápidos y confiables del estado de salud y productividad de los pastizales. Entre otras funciones, apoyará las políticas públicas orientadas a la implementación de programas de amortiguamiento y reducción de perturbaciones ambientales y mejora la toma de decisiones en el desarrollo sostenible de las ecoregiones ganaderas, mejorará la información cartográfica para potenciar el

conocimiento y desarrollo tecnológico de los recursos existentes en los ranchos ganaderos y los programas de protección, fomento y desarrollo de las Unidades de Producción Pecuaria.

Se recomienda establecer un Comité Estatal para la Gestión de la Sequía que incluya un mecanismo de alerta temprana de condiciones meteorológicas, establezca el esquema de difusión permanente del manejo de la sequía y post sequía y el monitoreo de mercado bajo condiciones de emergencia.

Se recomienda promover el análisis y operación de la propuesta de modificación a la Ley de Ganadería del estado de Chihuahua en materia de conservación, manejo y uso sustentable de los agostaderos concensada por usuarios y actores diversos de los pastizales. Se anexa propuesta de modificación.

Se recomienda instrumentar un Programa Integral de Ranchos Ganaderos el cual debe de incluir prácticas y obras de conservación de suelo como terraplenes, bordos en contorno y a nivel orientados a reducir la erosión hídrica y recuperación del suelo. En las prácticas de agua se debe incluir presas, canales, bordos, pozos y líneas de conducción para facilitar la disponibilidad de agua en bebederos. Para prácticas de revegetación, se debe orientar a adquisisción de semillas y resiembras. Es indispensable que incluya asistencia técnica especializada de un técnico certificado y una educación orientada a la concientización hacia los beneficiarios del programa.

LITERATURA CITADA

Aguirre, C.J. Hoth, A. Lafón. 2007. Estrategia para la conservación de pastizales del Desierto Chihuahuense. Chihuahua, Chih. 23 pp.

Aguirre, C.J. 2012. Estado actual de los pastizales del desierto chihuahuense y estrategias para su conservación y uso sustentable. Disertación doctoral. Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

Caballero Q.R.M. 2011. Percepción de la sustentabilidad en el manejo de ranchos ganaderos del estado de Chihuahua. Tesis de licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.

Carreón H.E., J. Guzmán-Aranda, C. Pinedo A. y A. Lafon T. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la Ecoregion Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970 – 2000. Menorías V Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila.

Carrillo, S.M., T. Arredondo, E. Huber-Sannwald y J. Flores. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. Técnica Pecuaria en México 47:299-312

CEIIS. 2004. Sequia en Chihuahua. boletín No. 1. Instituto de Ecología. Centro de Investigación Sobre Sequía.

CFAN-CID. 1965. Estudio integral preliminar de la ganadería del norte de México. Tomo IV, inventario de recursos ganaderos. COPARMEX –Cd. de México.

CONABIO 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.

COTECOCA (Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Determinación de los Coeficientes de Agostadero Chihuahua.

Chávez, S.A.H y G.F. González. 2009. Estudios Zootécnicos (Animales en Pastoreo). En; Chávez, S.A.H. (ed). Rancho Experimental La Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias.pp 113-206.

Chávez, S.A.H. 1986. Comparación del sistema de pastoreo continuo y corta duración, bajo dos intensidades de carga durante la época de sequía. Tesis. Facultad de Zootecnia de Zootecnia. U.A.CH. 158p.

ECOPAD, 2007. Estrategia para la Conservación para los Pastizales del Estado de Chihuahua. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (Eds.). Chihuahua,Chih.www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/dc/Ecopad_2007.pdf Consultado May. 23, 2012.

Fierro L.C. 2001. Análisis de la condición de los pastizales del Desierto Chihuahuense en México. Consultoría para Pronatura Noreste.

Fredrickson, E., K.M. Havstad, R. Estell, y P. Hyder. 1998. Perspectives on desertification: southwestern United States. Journal of Arid Enviroments. 39:191-207.

González, M.H. y L.C. Fierro. 1985. Estado actual de los pastizales y posibles soluciones para la ganadería en el norte de México. In: R. De Luna, J.G. Medina y L.C. Fierro (Eds.) Manejo y Transformación de los Pastizales. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Delegación Coahuila. Saltillo, Coah. México.

Hennessy, K., Fawcett, R., Kirono, D., Mpelasoka, F., Jones, D., Bathols, J., Whetton, P., Stafford Smith, M., Howden, M., Mitchell, C., y Plummer, N. 2008. An assessment of the impact of climate change on the nature and frequency of exceptional climatic events.Drought exceptional circumstances. July 2008. Canberra: Australian Government Bureau of Meterology.

Holechek, J., Pieper, R. y C. Herbel. 1995. *Range Management. Principles and Practices.* EUA, Quinta edición, Publisher Prentice Hall College División.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2001. Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua. Edición 2001. Aguascalientes, México.

INIFAP, 2006. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Chihuahua (periodo 1961-2003). 1a Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chihuahua, Chih. México.

INIFAP, 2008. Rancho Experimental la Campana 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. A.H. Chávez S. (Compilador) Libro técnico No. 2.INIFAP-CIRNOC. Chihuahua, Chih. Mexico.213 pp.

INIFAP. 1994. Impacto de la sequía en la ganadería chihuahuense. Unión Ganadera regional de Chihuahua. Diciembre de 1994.

INIFAP. 2008. Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. A.H. Chávez S. (Compilador). Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Centro de Investigación Regional Norte-Centro INIFAPCIRNOC. Chihuahua, Chih. México. 213 pp.

IPCC, 2007. Tercer informe de evaluación. La base científica, Grupo I del Tercer Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido

Lim, B., I. Burton y S. Huq 2004. Adaptation policy frameworks for climate change. Developing strategies, policies and measures. Cambridge University Press.

Loya, M.C. A. 2088. Estado de salud de los pastizales en predios ganaderos en el municipio de Janos, Chihuahua. Tesis de Licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

McKeon, G.M, Stone, G.S., Syktus, J.I., Carter, J.O., Flood, N.R., Ahrens, D.G., Bruget, D.N., Chilcott, C.R., Cobon, D.H., Cowley, R.A., Crimp, S.J., Fraser, G.W., Howden, S.M., Johnston, P.W., Ryan, J.G., Stokes, C.J. and Day, K.A. 2009. Climate change impacts on Australia's rangeland livestock carrying capacity: A review of challenges. Report for Land & Water Australia Senior Research Fellowship (QNR46). 69

Medina-Roldán, E., J.T. Arredondo, E. Huber-Sannwald, L. Chapa-Vargas y V. Olalde-Portugal. 2008. Grazing effects on fungal root symbionts and carbon and nitrogen storage in a shortgrass steppe in central Mexico. J. Arid Environments. 72: 546-556.

Melgoza, C.A., M. Royo V., A. Báez G. y G. Reyes L. 1998. Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Folleto Técnico No. 4. INIFAP_ CIRNOC. Campo experimental La Campana. Chihuahua, México.

Murillo, O.M, Reyes, E.O, Herrera T.E. y Carrete, C.O.F. 2011. Cambios estacionales en la composición química y fermentación ruminal de la dieta seleccionada por bovinos en pastoreo en un pastizal de la región central de Durango. Memorias. *2do Congreso Internacional de Manejo de Pastizales XXI Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos.*

Ortega-Ochoa C. 2012. El rol de los pastos en periodos recurrentes de sequía: retos y oportunidades en el manejo de los pastizales. 2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal – 2012. Ponencias Magistrales.

PACP-Ch, 2011. Guzmán-Aranda, J.C., J. Hoth y E. Blanco (Eds). Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Pastizales del Desierto Chihuahuense en el Estado de Chihuahua 2011 – 2016.

Pérez, A. y L. Chávez.1961. Datos sin publicar. Rancho Experimental La Campana. Chihuahua, Chi.

Pinedo, A.C., N.S. Hernández, A. Melgoza, C. Ortega y O.A. Viramontes-Olivas. 2011. Modelación climática para describir sitios de pastizales en Chihuahua, México. Página 170 en Memorias del 2do Congreso Internacional de Manejo de Pastizales Cambio Climático y Dimensiones Humanas. Chihuahua, Chih. México.

Royo, M., A. Melgoza, J. Santos., R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez y F. Echavarria. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Memorias. Zacatecas, Zac.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F.

Sáenz, F.E. y L.A. Romero B. 2011. Percepción sobre el uso del agua en los municipios de Aldama y Ojinaga en el Estado de Chihuahua. Tesis de licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih.

SAGARPA. 2007. Acuerdo por el que se Establecen las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Diario Oficial de la Federación, 31 de Diciembre del 2007, 132p.

SAGARPA. 2012. Alternativas para el manejo de la sequía en ranchos ganaderos el Norte de México. González V.E.A., C.W. Hanselka y J.M.C. Ávila. 2012. 2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal – 2012. Ponencias Magistrales.

Sánchez R.J.J. 2012. Caracterización de de hábitat y riesgo de invasión por zacate rosado (*Melinis repens*) en pastizales áridos y semiáridos de Chihuahua, México. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.

U.S. Drought Monitor. 1999. http://smn.cna.gob.mx/climatologia/sequia/2012/sequia0512.pdf.

Valerio V.A, E. Carreón H., A. Lafón T., J. M. Ochoa B., P. Calderón D., D. M. Soto V., C. Chacón Z. y E. Favela T. 2005. Distribución, Extensión Espacial y Condición de los Pastizales en el Estado de Chihuahua. Protección de la Fauna Mexicana, A.C., en colaboración con The Nature Conservancy. Chihuahua, México.

Vásquez-Montes S, L.A. Aceves-Navarro, R.A. Ramírez, M.A. Vázquez-Peña, G. Crespo-Pichardo y L.A. Urbina-estrada. 2000. Monitoreo y análisis de las sequías en el estado de Chihuahua. X Congreso Nacional de Irrigación. 1ra Reunión Internacional sobre Fenómenos Ambientales Extremos. Chihuahua, Chih, México.

ANEXOS

TENDENCIAS E IMPACTOS DE LA SEQUIA Y CAMBIO CLIMATICO A NIVEL GLOBAL Y REGIONAL

TENDENCIAS E IMPACTOS DE LA SEQUIA Y CAMBIO CLIMATICO A NIVEL GLOBAL	
INDICADORES FÍSICOS GLOBALES	
La precipitación incrementa su variabilidad y con una tendencia a decrecer en las zonas áridas y semiáridas del mundo. Las sequías son más recurrentes y de mayores proporciones por lo que la vulnerabilidad y el riesgo de de los sistemas socioeconómicos aumentará.	
La temperatura promedio se incrementó 0.74 °C en los últimos 100 años. Se espera incrementos entre 1.8 a 4.0 °C en este siglo. En el período de 1995 al 2006 se registraron los 11 de los 12 años más calientes en los registros históricos.	
Precipitación en forma de tormentas más intensas pero espaciadas y concentradas en periodos de tiempo cada vez más cortos.	
Indicadores Biológicos	Indicadores Sociales
Creciente invasión de especies no nativas debido a cambios de uso del suelo y variabilidad climática.	Los productores agropecuarios han tenido que adaptarse a la creciente alteración de los patrones del clima.
La interacción de las especies y la función y estructura de los ecosistemas podría cambiar drásticamente con pérdidas en la biodiversidad.	Las naciones más pobres sufrirán más el impacto del cambio climático debido a su mayor dependencia de los recursos naturales y menor capacidad de adaptación.
La sincronización del fenómeno estacional (migración y reproducción) se está desplazando.	Los impactos sobre la biodiversidad causarán pérdidas en comida, agua y otros bienes y servicios en el ecosistema.
Alrededor del 20 a 30% de las especies estarán en riesgo de extinción si la temperatura se incrementa entre 1.5-2.5°C.	

TENDENCIAS E IMPACTOS DE LA SEQUIA Y CAMBIO CLIMATICO A NIVEL REGIONAL	
INDICADORES FÍSICOS REGIONALES (Estado de Chihuahua)	
La precipitación presenta una alta variabilidad con una tendencia a disminuir a partir del año 2003. En el 2005 la precipitación se presentó por debajo del límite inferior al promedio histórico. El valor más bajo de precipitación se presentó en el año 2011 con un registro histórico mínimo de 58 mm.	
Se registran sequías intensas con mayor extensión y frecuencia en las tres grandes ecoregiones de Chihuahua. Tan solo la sequía del año 2011, fue la peore en los últimos 50 años, al mantener índices menores de -1.0 en al menos 6 meses de ese año.	
A partir de 1995, la temperatura máxima de máxima se ubicó arriba del promedio histórico con el mayor valor registrado en el 2010 (53.39 °C). Los años del 2010 y 2011 mostraron las temperaturas mas frías en el periodo analizado, obteniéndose valores de -9°C y -15°C. Las temperaturas medias y extremas presentan alta variabilidad lo cual trae consigo que Chihuahua tienda a ser más extremoso.	
Indicadores Biológicos	Indicadores Sociales
En forma general los pastizales de Chihuahua presentan un alto grado de deterioro: su estado de salud es pobre, con bajos porcentajes de cobertura basal y pérdidas de hasta el 70% de la capacidad productiva del forraje.	Sequía severa y/ó recurrente con fuertes pérdidas en la ganadería extensiva y cultivos forrajeros de temporal. Impactos en la economía de los ranchos ganaderos con mayor impacto a los productores de recursos limitados. Pocos productores realizan obras para enfrentar la sequía. Los productores agropecuarios tendrán que adaptarse a la creciente variabilidad climática.
La extinción de grandes áreas de pastizal altera toda una cadena de fauna nativa como el halcón aplomado (*Falco femoralis septentrionalis*) y el águila real (*Aguila chrysaetos*), especies típicas de lo que fueron los altamente productivos ecosistemas de pastizal de los valles centrales y noroeste del estado.	Los impactos sobre la biodiversidad causarán pérdidas en comida, agua y otros bienes y servicios en el ecosistema. Las organizaciones de Productores tienen poca capacidad para influir en la toma de decisiones para orientar las políticas de un manejo integral sustentable del recurso pastizal.
Los cambios de uso de suelo, pastizal hacia agricultura impactan la estructura de las tierras de pastoreo bajo el riesgo de convertirse en espacios estériles.	Solo el 4.1% de los productores aplican prácticas de conservación de suelo. Bajo nivel de aprovechamiento y captación de agua (80%se pierde). Falta coordinación inter institucional en programas de apoyo al sector ganadero (Mezcla de recursos).
Creciente invasión de plantas arbustivas en la ecoregión del desierto y de zacates rosado (*Melinis repens*) y africano (*Eragrostis lehmanianna*) en las ecoregiones semiáridas.	Baja cobertura y nivel de acceso a servicios de asistencia técnica (10%) que permitan establecer planes de manejo de pastizales invadidos. Falta de presencia y coordinación entre programas de apoyo tecnológico (análisis de redes innovación).

PANORÁMICA DE ÁREAS DE PASTIZALES AFECTADAS POR SEQUÍA EN EL AÑO 2011 Y 2012

ÁRIDOS DEL NORTE

Producción forrajera de 89.47 kg/ha	Producción forrajera de 92.48 kg/ha

SAN FRANCISCO 2011

SAN FRANCISCO 2012

Producción forrajera de 8.71 kg/ha

EL ROBLE 2011

Producción forrajera de 45.19kg/ha

EL ROBLE 2012

ÁRIDOS DEL ESTE

Producción forrajera de 88.99 kg/ha

LOS POZOS 2011

Producción forrajera de 611.89 kg/ha

LOS POZOS 2012

ÁRIDOS DEL ESTE

Producción forrajera de 64.82 kg/ha

EL ESPUDO 2011

Producción forrajera de 145.38 kg/ha

EL ESPUDO 2012

ÁRIDOS DEL SUR

Producción forrajera de 4.42 kg/ha

LAGUNA SECA 2011

Producción forrajera de 45.75 kg/ha

LAGUNA SECA 2012

ÁRIDOS DEL SUR

Producción forrajera de 71.67 kg/ha

LA LAZADA 2011

Producción forrajera de 103.19 kg/ha

LA LAZADA 2012

SEMIÁRIDOS DEL NORTE

Producción forrajera de 15.49 kg/ha

LA ESPERANZA 2011

Producción forrajera de 37.04 kg/ha

LA ESPERANZA 2012

SEMIÁRIDOS DEL NORTE

Producción forrajera de 171.68 kg/ha

LOS OJITOS 2011

Producción forrajera de 171.65 kg/ha

LOS OJITOS 2012

SEMIÁRIDOS DEL CENTRO

Producción forrajera de 44.64 kg/ha

GRANJA ROJA 2011

Producción forrajera de 132.26 kg/ha

GRANJA ROJA 2012

SEMIÁRIDOS DEL CENTRO

Producción forrajera de 131.56 kg/ha

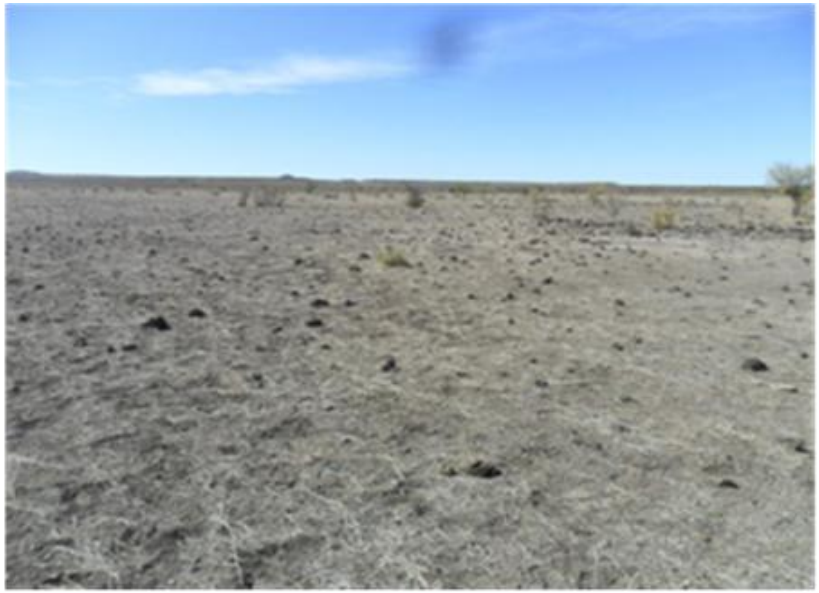
LA TINAJA 2011

Producción forrajera de 58.32 kg/ha

LA TINAJA 2012

SEMIÁRIDOS DEL SUR

Producción forrajera de 78.88 kg/ha



EL EDEN 2011

Producción forrajera de 401.6 kg/ha

EL EDEN 2012

SEMIÁRIDOS DEL SUR

Producción forrajera de 80.28 kg/ha

EL SITIO 2011

Producción forrajera de 185.05 kg/ha

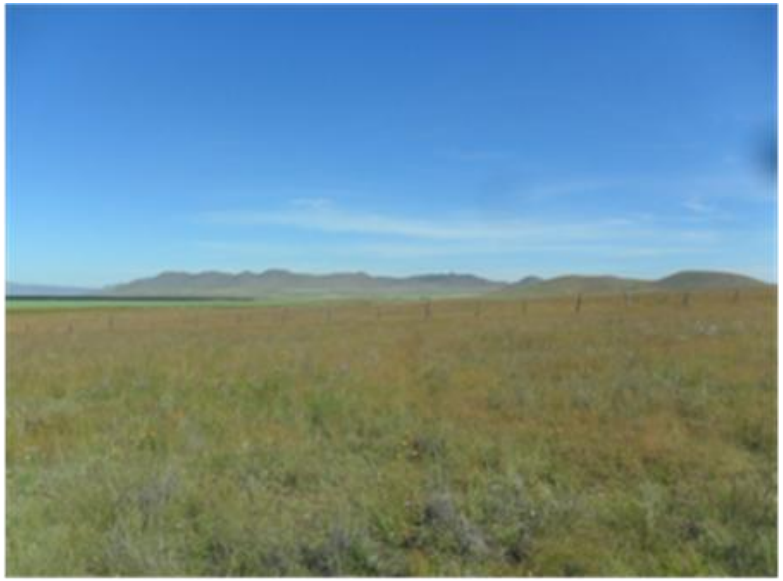
EL SITIO 2012

TEMPLADOS

Producción forrajera de 501.87 kg/ha

LOS AMANES 2011

Producción forrajera de 220.19 kg/ha



LOS AMANES 2012

TEMPLADOS

Producción forrajera de 388.05 kg/ha

EL TARAIS 2011

Producción forrajera de 515.89 kg/ha

El TARAIS 2012

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE LA LEY GANADERA

Disposiciones generales.

De su objeto y aplicación. La presente Ley tiene por objeto:

I.- La conservación, el aprovechamiento sustentable, la recuperación y la rehabilitación de los recursos naturales de los agostaderos.

Titulo 1. Conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de los agostaderos.

Capitulo I.- Conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los agostaderos.

Articulo 1. Se considera de interés público:

I.- La conservación, el aprovechamiento sustentable, la recuperación y la rehabilitación de los recursos naturales de los agostaderos;

II.- El desarrollo y aplicación de sistemas de producción sustentables que consideren aspectos ambientales, sociales y económicos;

III.- La observancia y respeto de la capacidad de carga óptima, según lo determine el estudio del predio;

IV.- El fomento a la educación ambiental y la transferencia de tecnología, así como la divulgación de los resultados;

V.- La promoción de la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico para asegurar la conservación y uso sustentable de los agostaderos;

VI.- El reconocimiento a los bienes y servicios ambientales de los agostaderos;

VII.- La conservación y fomento de la fauna silvestre nativa;

VIII.- La utilización racional de los recursos forestales maderables y no maderables en predios ganaderos;

IX.- La observación de leyes y políticas que regulen y normen el uso y conservación de los agostaderos.

Articulo 2.- La actividad ganadera deberá realizarse de forma tal que no degrade los ecosistemas o reduzca los bienes y servicios ambientales de las áreas donde se desarrolla, ya sea por mal manejo, por exceso de animales con relación a la capacidad de carga, por el acceso libre a los cuerpos de agua naturales o por la introducción de especies de vegetación exótica para su alimentación.

Articulo 3.- Los usuarios de los agostaderos deberán cumplir con la capacidad de carga que se determine en sus predios e implantar un manejo del pastoreo que permita la recuperación de los recursos forrajeros y otros recursos, de tal forma que no disminuya o elimine su cobertura y se degrade el suelo.

Artículo 4.- El aprovechamiento de los recursos forrajeros deberá de considerar la protección y conservación del hábitat de las especies de fauna silvestre nativas, en balance con la producción ganadera.

Artículo 5.- Deberá considerarse la salud de los agostaderos como condición esencial para la conservación de otros recursos como el suelo, el agua y la biodiversidad.

Artículo 6.- El ejecutivo estatal promoverá incentivos, subsidios y estímulos fiscales para:

I.- Reconocer y recompensar los esfuerzos de los productores que conservan los agostaderos en buen estado de salud, para que cumplan con sus funciones ecológicas económicas y sociales;

II.- Apoyar la investigación, la capacitación y la asistencia técnica en el manejo y uso eficientes de los agostaderos;

III.- Impulsar nuevos proyectos productivos en los agostaderos, que contemplen el uso múltiple o diversificación de la producción.

Artículo 7.- Los usuarios de terrenos de agostadero están obligados a:

I.- Conservar y mejorar la cobertura vegetal y la producción del pastizal para fines ganaderos y para mantener los servicios ambientales;

II.- Prevenir la erosión del suelo mediante la utilización racional de los recursos forrajeros y obras de conservación;

III.- Conservar y utilizar adecuadamente los recursos naturales como la fauna silvestre de acuerdo con las leyes federales y estatales en la materia;

IV.- Conservar y aprovechar los recursos forestales maderables y no maderables dentro de sus periodos, sujetándose a las leyes federales y estatales aplicables.

V.- Mantener el uso del agostadero y de sus recursos de acuerdo a la vocación del mismo, pudiendo hacer uso múltiple siempre y cuando no se afecten los procesos naturales. En caso de decidir destinar los terrenos de agostadero a diferente uso, deberá sujetarse a las leyes federales y estatales aplicables.

Artículo 8.- El Gobernador del estado a través de la Secretaría de Desarrollo Rural se coordinará con las autoridades federales que tengan competencia en la materia para:

I.- Realizar inspecciones y estudios a los predios ganaderos para determinar las condiciones en que se encuentren los recursos naturales y en su caso, rehabilitación y el uso sustentable de los recursos;

II.- Vigilar el correcto uso de los recursos naturales de los agostaderos;

III.- Coadyuvar al cumplimiento de las leyes aplicables con relación al aprovechamiento de los recursos forestales maderables y no maderables y de la fauna silvestre;

IV.- Prevenir y combatir los incendios, plagas y enfermedades de la vegetación en los agostaderos.

Artículo 9.- Los usuarios de los agostaderos tienen la obligación de cercar y conservar los cercos de sus predios en condiciones que impidan el acceso de animales ajenos y la salida de los propios a otros predios; que propicien el manejo adecuado de los recursos forrajeros y procurando que no afecten los movimientos de la fauna silvestre.

De las sanciones.

Artículo 10.- Son fracciones a lo establecido en esta ley:

I.- Propiciar, voluntaria o involuntariamente el deterioro de los recursos naturales de los agostaderos.

II.- No mantener en buen estado los cercos de los terrenos utilizados como agostaderos, y

III.- No atender las recomendaciones estipuladas en el artículo 8 Fracción I.

Propuesta de Reglamento de la Ley de Ganadería en Materia de Conservación y Uso Sustentable de Agostaderos

Capítulo I. Disposiciones generales

Artículo 1.- El presente ordenamiento es de observancia general en todo el estado de Chihuahua; tiene por objeto reglamentar la Ley de Ganadería, en materia de conservación y uso sustentable de agostaderos, así como establecer las bases que deberán regir la actuación del gobierno estatal en las siguientes materias:

I.- La determinación de los criterios y mecanismos tendientes a promover la congruencia del uso de los agostaderos con otros instrumentos de política ambiental;

II.- La determinación de los criterios y mecanismos necesarios para prever, promover y ajustar la congruencia entre las acciones programadas de la Administración Federal y Estatal y la estrategia estatal para la realización de acciones conjuntas en materia de conservación y uso sustentable de agostaderos; y

IV.- La concertación con personas, organizaciones, grupos e instituciones de los sectores privado y social para realización de proyectos relacionados con la conservación y uso sustentable de los agostaderos.

Artículo 2.- La aplicación de este reglamento compete al Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Rural, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia.

Artículo 3.- Es competencia de la Secretaría:

I.- Establecer políticas, criterios, mecanismos, lineamientos, estrategias e instrumentos de coordinación y concertación con personas, organizaciones de acciones, programas y proyectos sectoriales para la conservación y uso estatal para la conservación y uso sustentable de los agostaderos;

II.- Desarrollar mecanismos de comunicación y coordinación entre programas estatales y federales y no gubernamentales, para asegurar la complementariedad entre las iniciativas de apoyo a los productores y el cuidado del pastizal.

III.- Promover la incorporación de la variable ambiental en la planeación de acciones, proyectos y programas de la administración pública estatal que incidan en el patrón de ocupación de la tierra a través del uso de los agostaderos;

IV.- Celebrar convenios de coordinación con los gobiernos municipales, para la determinación de acciones, lineamientos, criterios y estrategias, en materia de uso de agostaderos;

V.- Celebrar convenios de concertación con personas, organizaciones, grupos acciones conjuntas en materia de conservación y uso sustentable de los agostaderos;

VI.- Emitir criterios, lineamientos y estrategias para determinar los requisitos, observar los encargados de la formulación e instrumentación de planes de manejo de agostaderos en predios ganaderos;

VII.- Propiciar el reconocimiento de los agostaderos como ecosistemas estratégicos para la conservación de otros recursos como el suelo, el agua y la biodiversidad;

VIII.- Establecer los procedimientos e instrumentos que promuevan la participación social corresponsable en la conservación y uso sustentable de los agostaderos;

IX.- Apoyar regulaciones, políticas, programas e instrumentos económicos que recompensen, mas que penalicen, el uso y conservación de los pastizales nativos;

X.- Vigilar el cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento e interpretarlo para efectos administrativos, emitiendo para ello los acuerdos, circulares y demás disposiciones administrativas necesarias; y

XI.- Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones legales y reglamentarias en la materia.

Capitulo II. De la Estrategia Estatal para la Conservación y Usos Sustentable de los Agostaderos

Artículo 5. La Secretaría, en coordinación con personas, organizaciones e instituciones de los sectores público, privado y social, participará en la elaboración de la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de los Agostaderos, que tendrá como objetivo planear acciones de recuperación, conservación, protección y uso sustentable, para garantizar su permanencia en el largo plazo.

Artículo 6.- La estrategia estatal para la conservación y uso sustentable de los agostaderos será actualizada cada tres años para que sea acorde a los planes del sector y a los avances en la materia.

Artículo 7.- La estrategia estatal se basará en los siguientes objetivos estratégicos generales:

I.- 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.

II.- Desarrollar y aplicar sistemas de producción sustentables, tomando en consideración aspectos ambientales, sociales y económicos.

III.- Fortalecer la educación ambiental y la transferencia de tecnología, con énfasis en la conservación y uso sustentable de los pastizales.

IV.- Promover 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.

Artículo 9.- La estrategia estatal propiciará la regulación y encauzamiento de la conservación y uso sustentable de los agostaderos con objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo, con base en la implementación de mejores prácticas ganaderas y a la diversificación de actividades productivas.

Artículo 10.- Para apoyar la estrategia estatal, la Secretaría establecerá convenios, acuerdos y todas aquellas acciones que permitan el cumplimiento de las partes involucradas en los diferentes proyectos de desarrollo a realizarse.

Capítulo III.- De la Formulación y Ejecución de los Planes de Conservación y Usos Sustentable de los Agostaderos

Artículo 11.- Con el objeto de conservar, mantener y mejorar los terrenos a largo plazo, que incluya como aspectos básicos lo siguiente:

I.- La situación actual de los recursos naturales en el predio.

II.- Los métodos para la evaluación y monitoreo que permitan identificar las tendencias del pastizal.

III.- La estimación de la carga animal, según lo determine el estudio del predio.

IV.- El sistema de manejo del pastoreo a través del año.

V.- El esquema de rehabilitación de las áreas deterioradas.

VI.- Las estrategias de educación e investigación, así como la divulgación de los resultados.

VII.- Los esquemas para la conservación y manejo de la fauna silvestre y los recursos forestales maderables y no maderables.

VIII.- La incorporación de nuevos proyectos productivos en el predio.

Artículo 12.- La Secretaría participará en la formulación y aprobación de los planes de manejo de agostaderos conforme a las siguientes bases:

I.- Propondrá la realización de los planes de manejo de agostaderos;

II.- Promoverá que los estudios técnicos correspondientes se realicen conforme a lo dispuesto en el Artículo 9 del presente Reglamento; y

III.- Promoverá que para la aprobación del plan respectivo, los usuarios de la tierra observen las formalidades establecidas en la legislación aplicable en el ámbito de su competencia.

Capitulo IV.- De la Asistencia Técnica

Artículo 13.- La secretaría proporcionara apoyo técnico a los usuarios de la tierra, en términos de la legislación aplicable, para la formulación y ejecución de los planes de manejo de agostaderos, mediante la realización, de entre otras, de las siguientes acciones:

I.- Analizar la conveniencia de instrumentar un plan de manejo de agostaderos conforme al planteamiento que presenten los usuarios interesados;

II.- Identificar y proponer los instrumentos de política adecuados para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; y

III.- Desarrollar manuales técnicos para la formulación y ejecución de los programas respectivos.

Artículo 14.- La Secretaría asesorará a quien lo solicite para la elaboración y ejecución de planes de conservación y uso sustentable de agostaderos que estén enfocados a obtener un máximo beneficio de bienes y servicios sin ocasionar daño a la tierra y en su caso, implementando las acciones de rehabilitación pertinentes.

Artículo 15.- La Secretaría asesorará a quien lo solicite para que a través del INIFAP y la UACH, reciban la asistencia en lo referente a la implementación de mejores prácticas de manejo de pastizales y de manejo del ganado.

Artículo 16.- La Secretaría, conjuntamente con las organizaciones de productores, asesorará a quien lo solicite, para la creación de agrupaciones ganaderas de tipo empresarial en donde se cuente con condiciones más favorables para producir, distribuir, industrializar y comercializar productos y servicios provenientes de los agostaderos.

Capítulo V.- De la Educación, Capacitación e Investigación en Agostaderos

Artículo 17.- La Secretaría, en coordinación con personas, organizaciones e instituciones de los sectores público, privado y social, implementará un programa para concienciar sobre la importancia de los pastizales, sus valores económicos, ambientales, sociales y culturales.

Artículo 18.- La Secretaría, en coordinación con las instituciones educativas y de investigación, implementarán un programa de capacitación que muestren esquemas productivos que contribuyan a la conservación y uso sustentable de los agostaderos; evaluación y monitoreo de agostaderos; implementación de mejores prácticas ganaderas; alternativas económicas complementarias a la ganadería; servicios ambientales; conservación y manejo de especies y hábitats prioritarios; manejo de fauna silvestre y legislación en conservación y manejo de agostaderos.

Artículo 19.- La Secretaría, en coordinación con personas, organizaciones e instituciones de los sectores público, privado y social, establecerá un foro permanente que ayude a identificar prioridades presentes y futuras para la investigación, conservación y manejo integrado de los agostaderos.

Artículo 20.- La Secretaría deberá establecer mecanismos para la implementación, validación, transferencia y adopción de los resultados de investigación.

Capítulo VI.- De las obligaciones de los Usuarios de los Agostaderos

Artículo 21.- Los propietarios de predios ganaderos están obligados a conservar y mejorar la condición y productividad de los pastizales; prevenir y contrarrestar la erosión del suelo mediante la utilización adecuada de los recursos y la ejecución de obras de conservación; y conservar los demás recursos naturales como la fauna silvestre, el suelo y el agua.

Artículo 22.- Los pastizales no deben ser sobre utilizados, para ello deberá establecerse por predio, la condición actual y la capacidad de carga.

Artículo 23.- Las acciones de rehabilitación en los predios deberán realizarse conforme a criterios de preservación, restauración, aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, así como prevención y mitigación del impacto ambiental.

Artículo 24.- No deberán introducirse especies de plantas exóticas a los pastizales nativos.

Artículo 25.- Las quemas controladas o prescritas deberán de contar con un soporte técnico científico, para que puedan ser llevadas a cabo.

Artículo 26.- Los pastizales que den estabilidad a bancos de ríos y/o arroyos, así como a Ciénegas, deberán de ser excluidos del pastoreo cercándolos y permitiendo solo su utilización a especies de fauna silvestre o en forma temporal al ganado en periodos cortos de tiempo.

Capitulo VII.- De los Apoyos y Subsidios.

Artículo 27.- Se deberán ofrecer subsidios a diferentes niveles de gobierno para garantizar la subsistencia de los productores que deseen recuperar sus pastizales, que incorporen cambios tecnológicos y de procesos tendientes a conservar y manejar el medio ambiente u adopten prácticas ecológicamente pertinentes y de conservación de los recursos naturales.

Artículo 28.- La Secretaría deberá de implementar un programa de incentivos económicos a usuarios de la tierra que realicen un buen manejo en sus agostaderos.

Artículo 29.- La Secretaría deberá prever programas de recuperación de cobertura y suelos, que apoyen económicamente y permitan a los propietarios llevar una vida digna mediante programas de empleo temporal, programas de conservación de suelos y agua y/o pago por servicios ambientales.

Capítulo VIII.- De las Acciones de Inspección y Vigilancia en materia de Conservación y Uso de Agostaderos

Artículo 30.- La Secretaría llevará a cabo la inspección y vigilancia del cumplimiento de los planes de manejo de agostaderos conforme a las disposiciones contenidas en el presente Reglamento.

Artículo 31.- La inspección y vigilancia de las disposiciones contenidas en los planes de manejo de agostaderos en que participe la Secretaría se realizarán de conformidad con lo que se establezca en los convenios con los usuarios de la tierra.

Artículo 32.- La Secretaría, emitirá recomendaciones y dictámenes técnicos en las materias previstas en este reglamento.

Artículo 33.- Las recomendaciones y dictámenes técnicos que emita la Secretaría podrán referirse a:

I.- La congruencia que deben guardar los planes de manejo de agostaderos con la estrategia estatal;

II.- El cumplimiento de la legislación aplicable al uso de agostaderos;

III.- La actualización de planes de manejo cuando se considere que no correspondan a las necesidades del área de estudio o cuando las condiciones ambientales de la zona hubieran cambiado;

IV.- Las demás medidas y acciones que sean necesarias para efectividad y el cumplimiento de los planes de manejo de agostaderos.

Artículo 34.- Cuando los resultados del estudio indiquen que existe una sobreutilización de los recursos naturales se harán las recomendaciones técnico científicas pertinentes que podrán considerar incluso, el desalojo de ganado que resulte excedente, así como la implementación de programas de recuperación de la cobertura vegetal o reorientar el uso del suelo cuando existan niveles altos de erosión o impacto negativo sobre el ecosistema.

Artículo 35.- La Secretaría fomentará la participación social corresponsable en las acciones de inspección y vigilancia de los planes de manejo.