

Análisis y comentarios

Uso sustentable de agostaderos y el sistema vaca-cría en el Noroeste de México¹

Sustainable use of rangelands and the cow-calf system in Northwest Mexico

*Carlos Hugo Alcalá-Galván², Ramón Héctor Barraza-Guardado², Félix Ayala-Álvarez³,
Edgar Omar Rueda-Puente⁴*

Resumen

La ganadería es una actividad económica, dedicada a la crianza del conjunto de especies animales para sacar provecho de estos y sus productos derivados, así como la propia explotación del ganado. Sin embargo, cuando se trata de correlacionarla con el aprovechamiento de los recursos naturales, en el noroeste de México, se pueden apreciar situaciones que es necesario atender. El objetivo del presente trabajo consistió en un análisis de las condiciones productivas y de conservación de los recursos naturales de la actividad ganadera de bovinos, en el sistema vaca-cría en Sonora, México. El diagnóstico consideró aspectos de regionalización de la ganadería y características específicas de los sistemas, su problemática y condición productiva de los agostaderos. Los resultados indicaron que pese a que la existencia de indicios de aprovechamiento de fauna silvestre y la importancia de proteger las condiciones de hábitat para el desarrollo ganadero en el Estado de Sonora, México, es importante aplicar una serie de acciones para incrementar la productividad sostenible del suelo, los recursos hídricos en el suelo, la recuperación de la cubierta vegetal, el mejoramiento de las prácticas de manejo de ganado, las necesidades de investigación y transferencia de tecnología, además de la vinculación institucional y formación de recursos humanos profesionales.

Palabras clave: manejo de fincas, sostenibilidad, productividad, ganadería, recursos naturales.

Abstract

Livestock is an economic activity, dedicated to the breeding of animal species to take advantage of them and of its derivative products, as well as of livestock exploitation itself. However, when relating it to the sustainable use of natural resources in Northwest Mexico, there can be seen some situations that need to be addressed. The present study aims to analyze the production and conservation status of natural resources of beef cattle activity in the cow-calf system in Sonora, Mexico. The diagnosis was based on aspects of regionalization of livestock, the specific characteristics and

¹ Recibido: 15 de junio, 2017. Aceptado: 1 de noviembre, 2017. Este trabajo formó parte de una investigación financiada por la Universidad de Sonora y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México, Programa de Retención. México.

² Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83000. carlos.alcala@unison.mx; rbarraza@dictus.uson.mx

³ Universidad de Sonora, Departamento de Administración Agropecuaria. Santa Ana, Sonora, México. C.P. 84600. fayala@santana.uson.mx

⁴ Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Carretera a Bahía de Kino km. 21. Hermosillo, Sonora, México. C. P. 83000. erueda04@santana.uson.mx (autor para correspondencia).



issues of the systems, and the productive status of rangelands. The results showed that, despite the existence of signs of wildlife utilization and the importance of protecting the habitat status for livestock development in the state of Sonora, Mexico, it is important to implement a series of actions in order to increase the sustainable productivity of soil, soil water resources, the recovery of vegetation cover, improvement of livestock management practices, needs of research and technology transfer, as well as institutional linkage and training of professional human resources.

Keywords: farm management, sustainability, productivity, livestock, natural resources.

Introducción

La ganadería en el Estado de Sonora, México, se destaca históricamente a nivel nacional por la producción de becerros al destete, entre otras características y valores de producción pecuaria (López-Reyes, 2001). En promedio, Sonora aporta entre el 25 y 30% de la exportación nacional de ganado en pie al mercado estadounidense (SAGARPA, 2016a). Las actividades de ganadería extensiva se desarrollan básicamente bajo los sistemas de producción vaca-cría y el sistema de repasto sobre aproximadamente 15,5 millones de hectáreas, que equivalen al 83,5% del territorio estatal (Ortega, 2012). Estos dos sistemas de producción se basan en la utilización a gran escala de los rebrotes vegetales anuales que se producen en los agostaderos naturales y/o inducidos bajo una amplia diversidad de comunidades vegetales y características ambientales de la entidad (Ortega, 2012).

Para satisfacer los requerimientos de mantenimiento y reproducción del ganado bovino, las actividades ganaderas se han llevado a cabo bajo esquemas de manejo que pretenden satisfacer preferencialmente la condición nutricional, reproductiva y sanitaria de los animales en pastoreo (Navarro-Córdova, 2012). Sin embargo, el éxito de las unidades de producción requiere de la eficiencia en dos condiciones altamente importantes y estrechamente interrelacionadas: 1) maximizar los índices productivos y los rendimientos económicos de la ganadería y 2) mantener la sostenibilidad del sistema con la conservación de los recursos naturales y demás satisfactores para el rendimiento de los hatos ganaderos (Temple, 2016). Con base en lo anteriormente planteado, el objetivo del presente trabajo consistió en un análisis de las condiciones productivas y de conservación de los recursos naturales de la actividad ganadera de bovinos en el sistema vaca-cría en Sonora, México.

Regionalización de la ganadería y características específicas de los sistemas

Para abordar la caracterización del sistema vaca-becerro en Sonora, es importante visualizar las diferencias en zonas ganaderas. Se tomaron en cuenta seis zonas ganaderas en el Estado, reconocidas por la Unión Ganadera Regional de Sonora y delimitadas de acuerdo con los tipos de ganado, las vías de comunicación, las características del clima y la vegetación. La Figura 1 muestra las zonas ganaderas de Sonora, que se identifican de la siguiente manera: 1) Norte, 2) Sierra, 3) Centro, 4) Noroeste, 5) Sur, y 6) Sierra Sur (SAGARPA, 2016a).

La Zona Norte ganadera de Sonora, comprende veinticinco municipios y ocupa 4,3 millones de hectáreas (24% de la superficie estatal). En esta zona se desarrolla ganadería extensiva con razas bovinas de carne y doble propósito: Hereford, cruza de Angus, Brahman, Charolais, Limousin y Pardo Suizo. El agostadero natural ocupa el 98% de esta zona con pastizales medianos y amacollados, así como matorrales con plantas de ramoneo de mediano a muy buen valor forrajero (SAGARPA, 2016b). En este sentido, la vegetación de los agostaderos naturales, en el Estado de Sonora, presentan grandes variaciones; predominan las formas de vida arbustiva, con plantas bajas, leñosas y muy ramificadas desde la base; su composición florística varía de acuerdo con las características

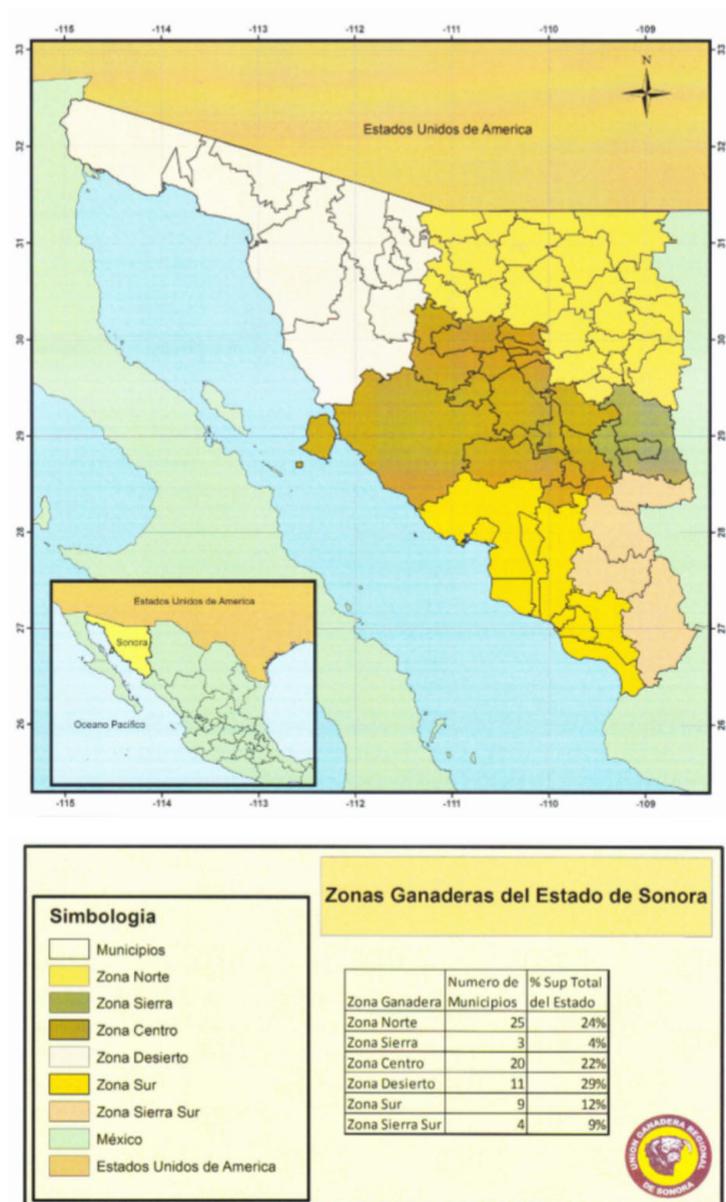


Figura 1. Zonas ganaderas del Estado de Sonora, México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2016a).

Figure 1. Livestock areas in Sonora, Mexico. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2016a).

microclimáticas, topográficas, sustrato geológico y condiciones edáficas de las diversas localidades. Los tipos de vegetación forestal, con predominio de árboles y/o arbustos, que se presentan en dichas zona, según la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, 2016) y su equivalencia con el Inventario Forestal Nacional son: matorrales con predominio de arbustos, que alternan con algunos árboles; mezquitales y huizachales

(mezquitales); chaparrales (chaparral); matorrales formados por comunidades arbustivas; subtropical (matorral desértico micrófilo); submontano (matorral submontano); espinoso (matorral espinoso); xerófilo (matorral xerófilo) (SEMARNAP, 2016).

En Sonora se identifican cuatro altiplanos: el de Arizona-Sonora, las Planicies de Sonora, la Costa Central del Golfo y el Valle del Río Colorado Bajo. El Altiplano de Arizona-Sonora, se encuentra en el norte del Estado, desde la frontera con Arizona hasta los municipios de Magdalena y Caborca, se caracteriza por presentar una vegetación donde figura el sahuaro (*Carnegiea gigantea*), la pitaya (*Stenocereus thurberi*), cactáceas columnares a semejanza de esculturas vivientes, el palo verde (*Parkinsonia microphylla*), el longevo palo fierro (*Olneya tesota*) y cactáceas arbustivas como las choyas y sivrís (*Cylindropuntia*). El Altiplano del Valle del Río Colorado Bajo, comprende la región del Pinacate y las dunas del Gran Desierto de Altar, hasta San Luis Río Colorado; posee un clima muy caliente y seco; el matorral se caracteriza por presentar arbustos bajos como la gobernadora (*Larrea divaricata tridentata*), el chamizo (*Ambrosia dumosa*), el zacate galleta (*Pleuraphis rigida*), el ocotillo (*Fouquieria splendens*). Altiplano de la Costa Central del Golfo, presenta una vegetación a base de matorral del desierto que se encuentra cerca del Golfo de California en Sonora y Baja California; con un área que contiene más humedad del mar, por lo que, las plantas son más suculentas, es decir, almacenan agua en los tejidos; ejemplos característicos de estas plantas son: los torotes (*Bursera hindsiana*, *B. microphylla*), que por su forma semejan a un bonsái, los sangregados (*Jatropha cinerea*, *J. cuneata*) y los gigantesos sahuaros o cardones (*Pachycereus pringlei*). En la Sierra Bacha, al sur de Puerto Libertad, se encuentra la única población de cirios (*Fouquieria columnaris*) en Sonora, una planta pariente del ocotillo nativa de la Baja California (SEMARNAP, 2016).

La Zona Sierra ganadera de Sonora, ocupa 714 000 ha (4% de la superficie del estado), comprende tres municipios y es conocida como la región Sahuaripa. En esta zona se desarrolla ganadería extensiva con razas Cebuinas, Charolais, Brahaman y, en menor escala, Pardo Suizo como raza de doble propósito con la combinación de uso del agostadero para producción de becerros y obtención de leche en praderas irrigadas. El 99% de esta zona se usa como agostadero en comunidades de vegetación de pastizales amacollados, una porción de bosques de encino-pino y matorrales medianos y altos (SAGARPA, 2011).

La Zona Centro ganadera de Sonora, ocupa 3,9 millones de hectáreas (22% de la superficie del estado) y comprende veinte municipios. El 78% de esta zona es agostadero con matorrales desérticos, arbosufrutescente y arborescente. En esta zona aproximadamente 630 000 ha han sido transformadas a praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.); gramínea de origen africano que representó un aumento potencial de producción forrajera ocho veces por encima de la producción de las gramíneas nativas. Sin embargo, en los trabajos originales de preparación de siembra se involucró el uso de maquinaria pesada para desmontar la vegetación arbustiva y arbórea, creando un significativo impacto ecológico sobre la vegetación y el hábitat de fauna silvestre (Pérez, 1992; Castellanos-Villegas et al., 2009).

La Zona Noroeste ganadera de Sonora, abarca 5,2 millones de hectáreas (29% de la superficie del estado) y comprende once municipios. El aprovechamiento de agostadero continuo todo el año solo se desarrolla sobre el 25% de la superficie de esta zona (SAGARPA, 2011). El 37% es considerado como agostadero condicionado o de temporal cuando la precipitación genera el crecimiento de plantas forrajeras anuales. El resto de la superficie no se utiliza para la ganadería. Aproximadamente, 124 000 ha son utilizadas en agricultura de riego y 89 000 ha de los matorrales desérticos han sido transformados a praderas de zacate buffel. La Zona Noroeste es la más árida del Estado, por lo que, las transformaciones a praderas de zacate buffel representan mayores riesgos de establecimiento, pérdida de cubierta vegetal y daños al suelo y los procesos hidrológicos. La ganadería extensiva en agostaderos y praderas de zacate buffel utilizan razas de ganado Brangus, Beefmaster, Simbrah y otras cruces de Cebú. En pequeña escala, algunos productores utilizan ovinos y caprinos (SAGARPA, 2016a).

La Zona Sur ganadera de Sonora, comprende alrededor de 2,1 millones de hectáreas (12% de la superficie del estado) e incluye nueve municipios. El agostadero es representado por comunidades de matorral desértico,

matorral arborescente y parte de la selva baja caducifolia (SAGARPA, 2009). Se utilizan como complemento al agostadero praderas con forrajes irrigados y se lleva cabo ganadería de ovinos y caprinos. Las razas de bovinos utilizadas son Charolais, Charbray, Brangus Rojo, Beefmaster, Romagnola, Salers, Cebú, Limusin y criollo cruzado (SAGARPA, 2016b).

La Zona Sierra-Sur ganadera de Sonora, ocupa 1,6 millones de hectáreas (9% de la superficie estatal) y comprende cuatro municipios. El agostadero se constituye de matorral arborescente, selva baja caducifolia y bosques de encino-pino. En esta zona se han transformado 81 000 ha a praderas de zacate buffel. La mayoría de las unidades de producción se desarrollan en terrenos ejidales y comunales. La propiedad privada es fragmentada y con extensiones de menor tamaño. La ganadería extensiva se lleva a cabo con las razas bovinas Charolais, Beefmaster, Limousin, Cebú Rojo, Brahman y cruces de criollo (Navarro-Córdoba, 2012).

Problemática

Aunque en el análisis de la problemática del sistema de producción ganadera se involucran diversos factores, además del estado actual o condición de los recursos naturales, como el tipo de tenencia de la tierra, la capacidad de organización de los ganaderos para adaptar los sistemas de producción y el producto final a las condiciones de mercado (CONAZA, 2015). El presente documento analiza la problemática de la sostenibilidad del sistema vaca-becerro en relación con deterioro de recursos naturales y, consecuentemente, los reducidos índices de productividad ganadera.

La transformación de la energía vegetal a productos bovinos de la ganadería extensiva, conlleva obligatoriamente impactos sobre la vegetación, el suelo, el agua y la fauna silvestre, como componentes naturales del ambiente en el agostadero (CONAZA, 2015). La presencia del ganado como especie exótica, su comportamiento y uso de recursos de vegetación y agua, la infraestructura indispensable en los ranchos como son cercos, caminos y fuentes de agua y en general, todas las acciones de manejo para protección y soporte de los animales domésticos, modifican en forma inevitable los procesos ecológicos y alteran la estructura y funcionamiento de las comunidades vegetales así como el flujo de energía y ciclo de nutrientes (CONAZA, 2015).

La práctica irresponsable o indiferente de la ganadería hacia la conservación de recursos como el suelo, el agua y la vegetación, aunada a los efectos de cambios climáticos, representa graves riesgos para la continuidad de la productividad de los ecosistemas del pastizal, sobre todo en zonas áridas y semiáridas (Matthews, 2008; Ortega, 2012).

Condición actual de los agostaderos

La sobreexplotación y degradación productiva de los agostaderos de Sonora ha sido ampliamente reportada (COTECOCA, 1982; Aguirre-Muñoz, 2008; COTECOCA, 1988; Alcalá-Galván, 1992; Pérez, 1992; López-Reyes, 2001; Castellanos et al., 2005; SAGARPA, 2011). Existen además estudios que demuestran la severidad de la pérdida de cubierta vegetal y procesos de erosión, causados por la combinación de un manejo deficiente (Navarro-Córdoba, 2012). La mayoría de los agostaderos en el Estado presentan evidencias notables en pérdida de cubierta vegetal, procesos de erosión severa, así como deterioro de la capacidad de retención e infiltración de agua (Navarro, comunicación personal, 2012).

El abuso continuo de los agostaderos con carga animal por encima de las recomendadas y con carencia de planeaciones para proteger los procesos naturales de mantenimiento y repoblación vegetal, causaron el deterioro de la diversidad vegetal con desaparición de especies palatables al ganado, disminución del vigor de las plantas y compactación del suelo (Aguirre-Muñoz, 2008).

En un estudio sobre la degradación de suelos en Sonora, se estimaron 5,1 millones de hectáreas erosionadas y se consideró que la ganadería extensiva es la causante de los procesos de erosión en el 86% de esta superficie (López-Pérez, 2001). En el mismo estudio se señaló que la erosión en suelos sonorenses con ganadería extensiva se debe a la sobrecarga animal, los desmontes para siembra de pastos introducidos y la extracción de especies no maderables. Los desmontes llevados a cabo, principalmente para siembra de zacate buffel, a principios del siglo XXI eran del orden de cerca del millón de hectáreas (López-Pérez, 2001).

El deterioro de los recursos del agostadero y la falta de adaptabilidad de manejo y prácticas ganaderas se reflejan consecuentemente, en bajos índices productivos del ganado (SAGARPA, 2011). En el 2011 la autoridad federal en la observación de las actividades agropecuarias (SAGARPA, 2011), presentó el Informe de Evaluación Externa Estatal de Desempeño 2009, y para el programa Uso Sustentable de los Recursos Naturales para la Producción Primaria, reportó que los agostaderos de Sonora sostienen una sobrecarga de ganado en promedio por encima del 103%, es decir, si un área soporta diez animales, esta superficie es saturada con 20 animales ± 2 / superficie. Además, se señaló que más del 80% de los suelos se encuentran en procesos serios de erosión y con aumento continuo en el grado de severidad. El mismo informe indicó que en consideración al potencial forrajero y sostenibilidad, el 35% de los agostaderos se encuentran en condición de mala a crítica, el 37% se encuentra en condición regular y solo el 2% presenta condición de regular a buena (SAGARPA, 2011).

Condición de las praderas de zacate buffel

La situación no es muy distinta en las áreas sembradas con zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), que también presentan deterioro significativo en productividad y problemas de erosión (COTECOCA, 1988; Johnson y Navarro, 1992). En la actualidad, se estima que solo el 12% de las 800,000 ha de praderas con zacate buffel se encuentran en condición buena (SAGARPA, 2003); asimismo, se indicó que, el 30% de las praderas se encuentra en condición regular y el 58% en condición mala. Grandes extensiones de terreno en las praderas de zacate buffel presentan suelo desnudo y erosionado. Aunado a esto, el aumento en densidades de plantas indeseables, la acumulación de material viejo en plantas de zacate y la baja calidad nutritiva, reducen la productividad a niveles por debajo de los originales y causan un impacto todavía mayor sobre el hábitat de importantes especies de fauna silvestre (SAGARPA, 2016a).

Conformación del hato ganadero y condición productiva

Se estima que el hato de ganadería sonorense es de alrededor de 1210 millones de cabezas, con aproximadamente 837 200 vientres; en consecuencia al deterioro del potencial forrajero, el ganado refleja un índice de pariciones del 50,5% y pesos de los becerros al destete de alrededor de 150 kg (Castellanos-Villegas et al., 2009). Los índices de pariciones se deben principalmente a una inadecuada administración en la planeación y organización del número de animales por superficie, además de una falta de diagnósticos previos de vegetación para identificar el alimento disponible; esto significa que, un número mayor a 400 000 vacas se mantienen en el Estado sin producir ningún becerro y están causando cada año impactos considerables sobre los recursos naturales (Castellanos-Villegas et al., 2009).

Propuesta de acciones para incrementar la productividad sustentable

Para incrementar la productividad sostenible del sistema vaca-becerro, es necesario desarrollar prácticas con un enfoque integral; las prácticas deben incluir acciones en el siguiente orden: a) para recuperación de la cubierta vegetal, b) protección de la diversidad de las comunidades de vegetación, c) aumento de la producción y calidad forrajera, d) protección del suelo contra procesos de erosión, e) conservación y mantenimiento de los recursos y procesos hídricos, f) protección y fomento de fauna silvestre, g) inclusión y desarrollo de usos alternativos para comercialización de productos, y subproductos de ganadería en uso, combinado con animales silvestres (SAGARPA, 2016b).

Protección del suelo contra procesos de erosión

Las acciones de protección al suelo contra la erosión son sin duda acciones prioritarias para encaminar la productividad de los agostaderos hacia un nivel de sostenibilidad (Castellanos et al., 2005). Entre las opciones prácticas se incluyen recomendaciones sobre reducir o eliminar el efecto que causa el mayor riesgo en procesos erosivos. Se identificó en el análisis de problemática que, la pérdida de cubierta vegetal, sobre todo en el estrato herbáceo, es la principal acción que expone a los suelos a la erosión. La erosión por factores hídricos y eólicos se observa en gran parte de los suelos afectados en forma laminar y en surcos y, en algunas áreas, estos últimos han avanzado hasta la creación de cárcavas que miden desde unos centímetros hasta más de un metro de profundidad (Castellanos-Villegas et al., 2009).

La erosión laminar se hace evidente con la observación de plantas en pedestal. Las prácticas recomendadas para detener los procesos de erosión consisten en el ajuste de carga animal y permitir el descanso estacional de los potreros al pastoreo; es decir, con la adecuación de un sistema de pastoreo que permita la respuesta de la vegetación, el aumento de la cobertura basal de plantas ya establecidas, fomenta la germinación y en establecimiento de nuevas plantas en el estrato herbáceo. Otras formas directas consisten en la construcción de contras o gaviones en surcos y cárcavas, así como en realizar obras de retención de humedad y reducción del volumen y velocidad de las escorrentías (Millenium-Ecosystem-Assessment, 2005). En Sonora, se cuenta con información general para recomendaciones prácticas de protección al suelo contra la erosión que pueden aplicarse por los productores en concordancia y bajo los apoyos de los gobiernos estatal y federal. Acciones de divulgación técnica y capacitación a productores son fundamentales para mantener la sensibilidad y el compromiso del productor en la conservación del suelo (Castellanos, 1992). No obstante, es imprescindible diseñar programas de investigación científica aplicada para caracterizar, localizar y cuantificar los impactos de pérdida de suelo a niveles de precisión tales que, permitan priorizar y reconocer el umbral ecológico-económico de las actividades de conservación y elaborar un pronóstico de la eficiencia/eficacia para cada zona ganadera del Estado.

Recuperación de los procesos hídricos en el suelo (captación y retención de agua)

Las obras de protección al suelo favorecen directamente a los procesos de captación y retención de humedad del mismo. De esta forma, las acciones abocadas para detener y/o revertir la erosión también generarán un beneficio sobre la retención e infiltración de agua en el agostadero (Ibarra et al., 2004a). Existen recomendaciones técnico-prácticas que, con el uso de maquinaria, favorecen a la optimización del agua mediante mejores tasas de infiltración, mayor retención de suelo, incremento en la producción de forraje y periodos de verde más prolongados. Entre las prácticas más recomendadas están la construcción de bordos y zanjas a nivel (Ibarra et al., 2004b).

Ibarra y Martín (2004) indican que se han reportado excelentes resultados para la recuperación de praderas deterioradas de zacate buffel, así como buenos resultados en aumento de cobertura, densidad y producción de forraje de pastizales abiertos. Otras obras indispensables son la disposición de fuentes de agua mediante la creación de pozos a cielo abierto o pozos profundos, la creación de repesos para abrevadero y la distribución de agua. La disposición de fuentes de abrevadero debe cumplir con los propósitos de manejo de ganado y el fomento de fauna silvestre (Ibarra y Martín, 2004).

Recuperación de la cubierta vegetal

La combinación de acciones para proteger al suelo e incrementar la captación y retención de agua, conducen a la recuperación de la cubierta vegetal. Es importante considerar el valor de la recuperación de la cobertura vegetal para incremento de la producción y calidad forrajera, así como para la conservación de los procesos ecológicos. Los problemas de compactación del suelo, el aumento de las densidades de plantas indeseables por efecto del pastoreo y la errónea aplicación de remoción (desmonte) de vegetación para siembra de pastos, ocasionan alteraciones en la cubierta vegetal y requieren obras directas para su recuperación. Existen estudios que indicaron que, se han llevado a cabo en diferentes regiones del Estado de Sonora obras escarificadoras al suelo, tanto en agostaderos nativos como en praderas de zacate buffel (Ibarra et al., 2004a; 2004b; Ibarra y Martín, 2004).

Recuperación y conservación de la diversidad vegetal

Toda práctica en busca de la repoblación vegetal en agostaderos degradados, debe realizarse con el objetivo de recuperar y mantener la diversidad vegetal. Sonora tiene una diversidad florística estimada en más de 4000 especies fanerógamas (Rzedowski, 1992). El desierto sonorense es conocido como uno de los desiertos con mayor diversidad vegetal en el mundo; se estima que existe como tal desde el Pleistoceno y sus especies vegetales han venido evolucionando desde el Mioceno, hace veinte millones de años (Axelrod, 1979; Rzedowski, 1992). Esta diversidad es la que mantiene los procesos ecológicos y está adaptada a las fluctuaciones de los factores ambientales (Rzedowski, 1992). Para una ganadería sostenible, que aproveche los recursos en forma integral, es indispensable conservar la diversidad vegetal que brinda forraje y cobertura al ganado, así como a importantes especies de fauna silvestre (Rzedowski, 1992).

Establecimiento de sistemas de pastoreo apropiados

Es importante realizar el ajuste de carga animal y la definición de un sistema de pastoreo que optimice el uso del forraje, al mismo tiempo que permita la recuperación de las plantas, la producción de semilla y el almacenamiento de carbohidratos, así como de reservas para asegurar el rebrote en la siguiente temporada de crecimiento activo. Cada sistema de pastoreo debe adecuarse a las condiciones particulares del sitio de producción, ya que no existe un sistema que, como receta, sea efectivo exactamente igual para todas las situaciones (Castellanos-Villegas et al., 2009). Debe considerarse la flexibilidad en la toma de decisiones sobre cuándo, cómo y dónde realizar movimientos del ganado para aprovechar los rebrotes de la vegetación y transformarlos en la forma más redituable posible (Ibarra, 1990).

Mejoramiento de las prácticas de manejo de ganado (reproducción, nutrición, genética y salud)

En forma paralela con las obras de mejoramiento y rehabilitación de las condiciones del agostadero, deberán realizarse modificaciones o ajustes con la finalidad de mejorar las cualidades productivas del ganado (SAGARPA, 2016a). En forma práctica, es importante visualizar que el ganado es la herramienta del productor para transformar los renuevos vegetales a productos comercializables. Las modificaciones inician con la selección de los animales que hacen uso más eficiente del forraje y permiten realizar prácticas de manejo para maximizar la rentabilidad de la unidad de producción (SAGARPA, 2016a). El proceso de selección involucra hacer un reconocimiento y registro de producción para cada animal presente en el agostadero; en un programa de manejo se incluye la práctica de diagnóstico de palpación, con lo cual se identificarán problemas de reproducción para reemplazar las vacas que no producen becerro en lapsos de, al menos, quince meses y las vaquillas que no producen un becerro antes de los tres años de edad (SAGARPA, 2016b). Otros animales improductivos también deben desalojarse como son los toros con deficiencia reproductiva o pérdida de líbido, y en general, los animales de trabajo equinos o asnales viejos o sin servicio (SAGARPA, 2016b).

Otras prácticas de manejo recomendadas a los productores, son el establecimiento de épocas de empadre definidas, mejoramiento genético, mantenimiento nutricional y control de enfermedades (Castellanos-Villegas et al., 2009). La aplicación de estas prácticas debe planearse y calendarizarse en forma apropiada para alcanzar los mejores niveles de productividad ganadera. Como indicadores de buen índice productivo se establece que, en el ható se registre al menos una tasa de pariciones del 85% y el destete mayor al 80%, vientres que destetan el 50% de su peso corporal en becerros a los siete meses de edad y mortalidades menores al 2% (COTECOCA, 2002).

Fomento a las oportunidades de uso combinado de ganadería y fauna silvestre

El uso combinado del agostadero con diferentes especies de ganado o con la combinación de bovinos y animales silvestres, es notablemente más eficiente que el aprovechamiento en forma exclusiva de una sola especie animal. Aparte de una utilización eficiente del forraje, los rendimientos económicos son significativos, lo que sin duda satisface los criterios de sostenibilidad (Alcalá-Galván et al., 1990; Benavides, 1990; Alcalá-Galván, 1992).

En Sonora, se reportan más de 1800 unidades para el manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA), que se considera propiciaron un mejor manejo de los recursos naturales sobre especies cinegéticas que, generaron alrededor de cuarenta millones de dólares por la venta de oportunidades de cacería, mediante la autorización de 16 120 cintillos de aprovechamiento de caza (CONAFOR, 2000; Castellanos et al., 2005). Sin embargo, las poblaciones de fauna cinegética mayor, como el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), venado bura (*Odocoileus hemionus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), aún se encuentran por debajo de su potencial, y los rendimientos económicos son altamente redituables. Existen algunas UMA que, obtienen ganancias por la cacería de un solo ejemplar de venado bura en el orden de diez a quince veces superior a los ingresos por la venta de un becerro (SAGARPA, 2016b).

Las oportunidades para aprovechamiento cinegético de especies silvestres se otorgan al productor desde 1989, con la publicación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Alcalá-Galván, 1990). El manejo de poblaciones cinegéticas requiere incluir programas continuos de evaluación y monitoreo para conocer el tamaño y estructura de las poblaciones, así como sus movimientos y cambios estacionales. Igualmente, es importante evaluar y mejorar las condiciones de hábitat para fomentar la reproducción y sobrevivencia de los animales en forma compatible con el manejo de ganadería. Al igual que con el ganado, el registro de los indicadores

poblacionales y las características de los animales cosechados es de suma importancia para el manejo sostenible del agostadero y poblaciones de fauna aprovechable (Alcalá-Galván, 1990).

Necesidades de investigación, manejo adaptativo, vinculación y formación de personal

Es indispensable que las instituciones dedicadas a la educación superior, investigación científica y desarrollo tecnológico, adopten un papel de liderazgo en diversos ejes de acción y diferentes niveles de participación. Es necesario consolidar esfuerzos hacia una participación colaborativa entre instituciones de investigación, dependencias de gobierno en sus diferentes niveles, organizaciones de productores y la sociedad en general para desarrollar y ejecutar planes de acción enfocados a la rehabilitación ecológica, recuperación productiva y maximización de beneficios en la utilización de los recursos naturales de los agostaderos de Sonora. Deberán desarrollarse actividades conjuntas e interdisciplinarias para la realización de programas de extensionismo rural en la forma más moderna y avanzada, programas de investigación científica y tecnológica, programas de manejo adaptativo y modelos productivos para demostración y transferencia de tecnología en las diferentes zonas ganaderas del noroeste de México, adaptando líneas de acción en atención a las diferencias ecológicas y de productividad específicas. De igual forma, la conjunción de las acciones anteriores deberá emparejarse con la elaboración y ejecución de programas de formación profesional con los más altos niveles de calidad académica y educativa.

Extensionismo y transferencia de tecnología

Se debe aplicar el estado actual de conocimiento científico y nuevas prácticas agrarias, a través de la capacitación técnico-práctica a productores pecuarios y agentes de cambio. Con el acervo de información generada *in situ* o en otras regiones del mundo con aplicabilidad local, se pretende preparar paquetes tecnológicos para abordar los diferentes componentes de la problemática en los agostaderos sonorenses. Se deberán diseñar talleres y cursos cortos a ejecutarse de manera estratégica por cada zona ganadera con sus características particulares; por ejemplo, para la Zona Norte el propósito de mejoramiento y rehabilitación de los pastizales, tendrá como objetivo primordial la recuperación de las comunidades de gramíneas y el control de especies leñosas que han aumentado en forma desproporcional afectando la productividad ecológica y de ese tipo de vegetación. En cambio, para el matorral arborescente de la Zona Centro, se buscará proteger la diversidad de la comunidad de arbustivas con buen valor forrajero e inducir mejoras a la producción del estrato herbáceo.

Otro paquete tecnológico se deberá enfocar en promover la rehabilitación de los suelos en praderas de zacate buffel y mantener una combinación apropiada de esta gramínea con la vegetación nativa, para maximizar la disponibilidad y calidad de forraje a través de las diferentes épocas del año. Sin duda la polémica por el impacto de la presencia del zacate buffel en el desierto sonorense seguirá, pero será muy inconveniente optar por posiciones radicales y antagonistas con los intereses de los productores. El mejor beneficio será la posición intermedia, con el manejo del zacate introducido en balance con especies nativas y el cuidado de los procesos que eviten la erosión del suelo y el mantenimiento del ciclo del agua.

En los programas de transferencia de tecnología, además de talleres y cursos de capacitación directa para productores y agentes de cambio, es imprescindible la divulgación, por todos los medios posibles, de recomendaciones técnicas dirigidas a mejorar las condiciones productivas del agostadero y el manejo del ganado. Deberán diseñarse paquetes para divulgación impresa, audiovisual y electrónica, para difundirse a través de todos los medios accesibles a los productores, agentes de cambio en específico y a la sociedad en general, para fomentar la conciencia de buen manejo y conservación de recursos naturales. La elaboración de trípticos, folletos

técnicos, guías de manejo, videos y otras formas de divulgación tecnológica deberá distribuirse en forma eficaz a asociaciones ganaderas locales, dependencias de gobierno, organizaciones no gubernamentales y grupos de profesionales involucrados en la asistencia técnica para productores pecuarios.

La creación de módulos donde se apliquen las tecnologías más avanzadas y con el seguimiento práctico recomendado, de manera que sirva como centro de demostración local a productores y apoyen a la transferencia de tecnología en todas sus modalidades. Estos módulos se establecerán en forma estratégica y representativa de las condiciones ecológicas y productivas a mayor escala en las diferentes zonas ganaderas. Los módulos servirán a la vez, para desarrollar actividades de manejo adaptativo con la combinación de investigación aplicada como la evaluación y monitoreo de las recomendaciones de manejo. Así, la confluencia de productores de la región de influencia del módulo, permitirá realizar investigación sobre el impacto, alcances y limitaciones de las tecnologías recomendadas por el módulo y adoptadas por los productores.

Investigación científica y tecnológica en forma aplicada

Uno de los aportes más importantes de las instituciones de educación superior e investigación científico-tecnológica, para incrementar la sostenibilidad del aprovechamiento de los recursos del agostadero y el sistema vaca-becerro, deberá ser la generación de conocimientos y tecnologías a través de la aplicación del protocolo científico.

El diseño y ejecución de los proyectos de investigación, deberá responder a necesidades de información, solución de problemas y aprovechamiento de oportunidades para el mejoramiento y mantenimiento del balance entre utilización y conservación de los recursos derivados de la vegetación, el agua y la fauna silvestre en los agostaderos. La situación actual y problemática expuesta del sistema ganadero vaca-becerro, exige iniciar investigaciones enfocadas a los siguientes temas obligados:

“Determinación de los umbrales ecológicos y económicos para la ganadería en los diferentes ambientes de agostadero en el Estado de Sonora”.

“Proyecciones de productividad forrajera y conformación de la vegetación en respuesta a los efectos del cambio climático en el noroeste de México”.

“Identificación de cambios fenológicos en gradientes climáticos y latitudinales: predicción estacional de productividad ecológica en los ambientes de agostadero de Sonora”.

“Evaluación de la capacidad de recuperación de los suelos degradados en Sonora”.

“Identificación de las características anatómicas y fisiológicas ideales de ganado bovino adaptado a las condiciones ambientales de los agostaderos de Sonora”.

“Evaluación de la eficiencia productiva individual y de combinación de especies pecuarias (bovinos, ovinos y caprinos) en el aprovechamiento de los recursos forrajeros en los ambientes del Estado de Sonora”.

“Eficiencia comparativa en el uso de recursos por ganado y herbívoros silvestres, bajo las condiciones actuales de los agostaderos de Sonora”.

“Evaluación de opciones de manejo para poblaciones de ungulados silvestres, en combinación con ganado bovino en los agostaderos de Sonora”.

“Caracterización de granjas de fauna cinegética como complemento a manejo extensivo de los agostaderos de Sonora”.

“Estimación de valores económicos de productos y subproductos de animales silvestres, como opciones de diversificación a los sistemas pecuarios de Sonora”.

Vinculación institucional

El fomento de las relaciones interinstitucionales en investigación, educación superior y dependencias de gobierno, será importante para mantener estrecha participación con las entidades administrativas, de planeación y legislativas, en materia del aprovechamiento de recursos naturales y las actividades para la producción primaria. Deberá procurarse la creación de órganos de interacción para proponer, revisar y, en su caso, emitir recomendaciones para mejorar el marco legal, ejecutivo y comercial, para las actividades que involucran el aprovechamiento de los recursos naturales. Igualmente importante es la creación de oportunidades para recibir apoyos de colaboración, financieros o en especie, para las actividades de investigación, validación y transferencia de tecnología. Otro objetivo de la vinculación institucional es generar las oportunidades para canalizar a egresados de los programas académicos en el sector productivo en sus diferentes niveles.

Deberá fomentarse la creación de acuerdos y compromisos de participación con los usuarios directos de los servicios de investigación, extensionismo y módulos demostrativos. Se trabajará más estrechamente con los productores, para asegurar la retroalimentación necesaria para mantener la adecuada percepción del sentimiento y necesidades de quienes toman decisiones en el campo. A su vez, con los productores se crearán oportunidades para la realización de prácticas profesionales, tesis y estancias tecnológicas que, beneficiarán a los programas de enseñanza y capacitación profesional de los estudiantes.

Formación de recursos humanos profesionales

Además de crear las oportunidades para prácticas profesionales, tesis, programas de postgrado, formación de recursos humanos para la asistencia técnica, docencia, investigación y agentes de cambio, deberán fortalecerse los programas de estudio de acuerdo con la problemática local, regional y global en relación con el manejo de pastizales. Es importante incorporar cursos que capaciten a los profesionales en: a) capacidad para la evaluación y monitoreo de recursos naturales en los agostaderos, b) técnicas de rehabilitación, transformación y manejo de comunidades vegetales, c) materias sobre la evaluación, manejo y aprovechamiento de poblaciones de fauna silvestre, d) materias que identifiquen las interacciones entre fauna silvestre y animales domésticos para minimizar competencias potenciales, e) minimizar los impactos de la depredación de carnívoros silvestres sobre ganado y especies silvestres de mayor interés, y f) minimizar el impacto de transmisión de plagas o patógenos de la fauna silvestre al ganado y viceversa.

Es importante incorporar cursos-talleres a los técnicos agropecuarios responsables de las áreas de producción silvícola, temas de enseñanza sobre evaluaciones de impacto ambiental y desarrollo de prácticas de manejo intensivo de fauna cinegética. A nivel de postgrado, deberá reforzarse la capacitación para profesionales que se incorporarán al sector de investigación científica-tecnológica y/o docencia. Es necesaria la creación de ambientes de discusión ideológica, sobre la filosofía en la planeación de acciones de conservación de los recursos naturales y tendencias económico-sociales que, representen las directrices sobre legislación y manejo de recursos naturales.

Conclusiones

En el Estado de Sonora, México, se prevé un panorama en el manejo de los recursos naturales muy diferente al de nuestros antecesores (dos generaciones en adelante). Es de suma importancia sensibilizar a los sectores de educación, social, productivo y gobernantes, e indicar los aspectos que se deben enfrentar en relación con la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales y el sistema vaca-cría en el noroeste de México. Ligar las estrategias de conservación ambiental con las del desarrollo social en forma sostenible, satisfaciendo las

necesidades de la comunidad humana local, nacional e internacional, es un reto sustantivo que las instituciones, sectores productivos y Estado deben de llevar a cabo. La conservación de los recursos naturales y los sistemas productivos en el Estado de Sonora, México, requieren una aproximación programática global y no solo proyecto por proyecto, ya que, un programa global de este tipo no solo se centra en la protección del área como reserva biológica, sino que busca su integración con las varias facetas del desarrollo social. Para esto hay que buscar también el fortalecimiento institucional, el desarrollo de la capacidad humana, la implementación de programas de educación ambiental, el análisis de las políticas que fuerzan el cambio de uso del suelo, y la definición e implementación de actividades de desarrollo social sostenible, que se enfoquen en las necesidades de las comunidades locales que manejan directamente los recursos naturales de la zona.

Literatura citada

- Aguirre-Muñoz, A., D.A. Croll, C.J. Donlan, R.W. Henry, M.A. Hermosillo, G.R. Howald, B.S. Keitt, L. Luna-Mendoza, M. Rodríguez-Malagón, L.M. Salas-Flores, A. Samaniego-Herrera, J.A. Sanchez-Pacheco, J. Sheppard, B.R. Tershy, J. Toro-Benito, S. Wolf, and B. Wood. 2008. High-impact conservation: invasive mammal eradications from the islands of western Mexico. *Ambio* 37:101-107. doi:10.1579/0044-7447(2008)37[101:HCIMEF]2.0.CO;2
- Alcalá-Galván, C.H. 1992. Perspectivas del manejo de agostaderos y el fomento de fauna silvestre en Sonora. En: J.L. Moreno, editor, *Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora*. El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, MEX. p. 129-138.
- Alcalá-Galván, C.H. 1990. Aprovechamiento cinegético. Una alternativa para los ranchos ganaderos de Sonora. En: M.A.M. Camou-Loera, editor, *Memorias de los eventos conmemorativos del 20 aniversario del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora*. CIPES, UGRS, y Gobierno del Estado de Sonora, Sonora, MEX. p. 120.
- Alcalá-Galván, C.H., J.G. Medina, y O. Cavazos. 1990. Utilidades económicas de la explotación del venado cola blanca en el norte de Coahuila. En: M. Murillo-Ortiz, y E. Herrera-Torres, editores, *Memorias del VI Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, NL, MEX. p. 453.
- Axelrod, D.I. 1979. Age and origin of Sonoran Desert Vegetation. *Occas. Papers Calif. Acad. Sci.* 132:1-74.
- Benavides, T. 1990. Comparación de las utilidades de un mismo rancho manejado bajo ganadería diversificada y ganadería tradicional. En: D. García-Reséndez, editor, *Memorias del Congreso de la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados*. Unión Nacional de Ganaderos, Nuevo Laredo, MEX. p. 87.
- Castellanos, A.E. 1992. Ecología, utilización y conservación de las comunidades vegetales en el estado de Sonora. Un análisis. En: J.L. Moreno, editor, *Los recursos naturales del estado de Sonora*. SIUE/El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, MEX. p. 25-37.
- Castellanos, A.E., M.J. Martínez, J.M. Llano, W.L. Halvorson, M. Espiricueta and I. Espejel. 2005. Successional trends in Sonoran desert abandoned agricultural fields in Northern Mexico. *J. Arid Environ.* 60:437-455. doi:10.1016/j.jaridenv.2004.06.004
- Castellanos-Villegas, A.E., L.C. Bravo, G.W. Koch, J. Llano, D. López, R. Méndez, J.C. Rodríguez, R. Romo, T.D. Sisk, y G. Yanes. 2009. Impactos ecológicos por el uso del terreno en el funcionamiento de ecosistemas áridos y semiáridos. En: F.E. Molina-Freaner, y T.R. Van-Devender, editores, *Diversidad biológica de Sonora*. UNAM, MEX. p. 157-186.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero). 2002. *Diagnóstico de los agostaderos del Estado de Sonora*. COTECOCA, Hermosillo, Sonora, MEX.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero). 1988. *Condición actual de los agostaderos del Estado de Sonora*. COTECOCA-SARH, Estado de Sonora, MEX.

- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero). 1982. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. COTECOCA-SARH, y Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Estado de Sonora, MEX.
- CONAZA (Comisión Nacional de Zonas Áridas). 2015. Conservación y uso sustentable de suelo y agua. CONAZA, MEX. <http://www.conaza.gob.mx/programas/Paginas/Conservacion-Uso-Sustentable-Suelo-Agua-COUSSA.aspx> (consultado 2 feb. 2016).
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2000. Inventario nacional forestal. CONAFOR, MEX.
- Ibarra, F.A. 1990. Importancia de los sistemas de pastoreo. En: M.A.M. Camou-Loera, editor, Memorias de los eventos conmemorativos del 20 aniversario del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. CIPES, UGRS, y Gobierno del Estado de Sonora, Sonora, MEX. p. 102.
- Ibarra, F.A., A. Encinas, M.H. Martín, y S. Pérez. 2004a. Recomendaciones para el mejoramiento forrajero de los agostaderos de Sonora, mediante técnicas de rehabilitación y manejo. INIFAP, SAGARPA, Fundación Produce Sonora, UGRS, PATROCIPES, CONAZA, y Gobierno del Estado de Sonora, MEX.
- Ibarra, F.A., y M.H. Martín. 2004. Descompactación de praderas deterioradas de zacate buffel para su rehabilitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNOR, y Campo Experimental Carbó, Sonora, MEX.
- Ibarra, F.A., M.H. Martín, y F. Ramírez. 2004b. El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate buffel en condición regular en la región central de Sonora, México. *Téc. Pecu. Méx.* 42:1-16.
- Johnson, D., y A. Navarro. 1992. El zacate buffel y biodiversidad en el Desierto Sonorense. En: J.L. Moreno, editor, *Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora*. El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, MEX. p. 117-122.
- López-Reyes, M. 2001. Degradación de suelos en Sonora. El problema de la erosión en suelos de uso ganadero. *Región y Sociedad* 13(22):73-97.
- Martín, M.H., S. Moreno, F. Ibarra, F.G. Denogean, L. Gerlach, y J. Robles. 2004. Rentabilidad de un rancho ganadero con diferentes opciones de rehabilitación en matorrales deteriorados del centro de Sonora. En: A. Aguilar-Valdés, y A. Cabral-Martell, editores, *Memorias del XVIII Congreso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias (SOMEXA)*. Universidad Autónoma de Chiapas, y Sociada Mexicana de Administración Agropecuaria, A.C., Chihuahua, MEX. p. 235.
- Matthews, C. 2008. La ganadería amenaza al medio ambiente. FAO. <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html> (consultado 17 jun. 2014).
- Millennium-Ecosystem-Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis*. World Resources Institute, WA, USA.
- Navarro-Córdova, A. 2012. Situación actual de los agostaderos en Sonora: Efecto del manejo y cambio climático. SAGARPA, SAGARHPA, y CTEE, Hermosillo, MEX.
- Ortega, C. 2012. El rol de los pastos en periodos recurrentes de sequía: retos y oportunidades en el manejo de los pastizales. En: *Sociedad Internacional de Manejo de Pastizales y producción Animal*, editor, 2^{da} Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. Sociedad Internacional de Manejo de Pastizales y producción Animal, Hermosillo, Sonora, MEX. p. 187.
- Pérez, E.P. 1992. La ganadería bovina sonorense: cambios productivos y deterioro del ambiente. En: J.L. Moreno, editor, *Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora*. El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, MEX. p. 197-216.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2003. Capacidad de carga en praderas de zacate buffel en Sonora. SAGARPA, México, D.F., MEX.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Informe de evaluación

- externa estatal de desempeño. <http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/Respuesta/Evaluaci%C3%B3n%20Espec%3ADfca%20del%20Desempe%C3%B1o%20del%20Programa%20Uso%20Sustentable%20de%20Recursos%20Naturales%202009.pdf>. (consultado 11 abr. 2015).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Programa uso sustentable de los recursos naturales para la producción Primaria. Sonora. <http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/Respuesta/Evaluaci%C3%B3n%20Espec%3ADfca%20del%20Desempe%C3%B1o%20del%20Programa%20Uso%20Sustentable%20de%20Recursos%20Naturales%202009.pdf>. (consultado 10 ene. 2015).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016a. Estadísticas agropecuarias y pesqueras. SAGARPA, MEX. <http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/default.aspx> (consultado 19 marzo 2015).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016b. La ubicación geográfica y la actividad ganadera en Sonora. http://sagarhpa.sonora.gob.mx/portal_sagarhpa/noticias/94-ganaderia/154-la-ubicacion-geografica-y-la-actividad-ganadera-en-sonora.html (consultado 23 feb. 2015).
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 2016. Anuario estadístico forestal. SEMARNAP, MEX.
- Rzedowski, J. 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14(14):47-56. doi: 10.21829/abm14.1991.611
- Temple, G. 2016. *Improving animal welfare: A practical approach*. 2nd ed. Colorado State University, USA.