



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

CAMBIOS DE VEGETACION Y COSTOS ASOCIADOS CON EL CONTINUO SOBREPASTOREO DEL GANADO EN EL PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DE CANANEA, SONORA, MÉXICO

Fernando Ibarra Flores¹, Martha Martín Rivera¹, Salomón Moreno Medina¹,
Fernando Ibarra Martín² y Rafael Retes López³

Changes in vegetation and costs associated with continuous overgrazing of cattle in the Short Grass Prairies of Cananea, Sonora, Mexico

ABSTRACT

Short Grass Prairies are very important ecosystems for society because they offer many services that impact production and well-being of the people. The continuous overgrazing in this community has reduced the density and cover of grasses and increased the density and coverage of mesquite, reducing the production potential and transforming the condition of the pasture from good to poor. An economic analysis was carried out to evaluate the profitability of a ranch with Short Grass Prairies in poor condition (SGPPC), compared to a ranch with Short Grass Prairies in good condition (SGPGC) and an option that includes the planting of buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) (PBG). Three ranches of 1,000 ha were considered, similar in management, two of which, one was in good condition and the other in poor condition, work according to their current production capacity. In the other option, the pasture was improved annually by planting 200 ha of buffel. A financial program with a 14-year projection was used. In all cases, real costs were calculated.

The results show that the average annual economic yield in the SGPPC varied from \$ 1.51 to \$ 6.92 pesos/ha and in the SGPGC it varied from \$72.60 to \$137.86 pesos/ha and both remained relatively stable during the 14 years. The profitability in SZB was negative during the first five years, until the investment of range seeding and cattle was paid, and until the seventh year, it reached the point of stabilization. The average annual economic yield in the rehabilitated ranch was \$274.80 pesos/ha, and it was 64.2 and 3.2 times higher than the ranch with Short Grass Prairie in poor and good condition, respectively. We conclude that continuous overgrazing causes severe changes in vegetation and reduces the productivity and condition of pastures. It is not economically feasible to overgraze Short Grass Prairies because yields are reduced and over time are economically unsatisfactory to sustain a family. The planting of buffel grass is a good alternative to rehabilitate deteriorated pastures.

Keyword: Cattle raising, short grass prairie, mesquite invasion, rehabilitation, profitability.

RESUMEN

El Pastizal Mediano Abierto es un ecosistema muy importante para la sociedad porque ofrecen muchos servicios que impactan en la producción y bienestar de la gente. El continuo sobrepastoreo en esta comunidad ha reducido la densidad y cobertura de gramíneas e incrementado la densidad y cobertura de mezquite, reduciendo el potencial de producción y transformando la condición del pastizal de buena a pobre. Se realizó un análisis económico para evaluar la rentabilidad de un rancho con Pastizal Mediano

¹ Profesor Investigador del Departamento de Administración Agropecuaria. División de Ciencias Administrativas, Contables y Agropecuarias. Unidad Regional Norte de la Universidad de Sonora. Carretera Internacional y 16 de Septiembre. Santa Ana, Sonora, México. C.P. 84600. Tel. y Fax (641) 324-12-42. Email: fernando.ibarra@santana.uson.mx.

² Estudiante de postgrado del Departamento de Física. Boulevard Luis Encinas s/n Col. Centro. CP 83000. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. E-mail: fer_nando27@hotmail.com.

³ Profesor del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. E-mail: rretes@gmail.com

en condición pobre (PMCP), comparado con un rancho con Pastizal Mediano en condición buena (PMCB) y una opción que incluye la siembra del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) (SZB). Se consideraron tres ranchos de 1,000 ha, similares en manejo, dos de los cuales, uno en condición buena y otro en condición pobre, trabajan de acuerdo a su capacidad actual de producción. En la otra opción se mejora anualmente el agostadero mediante la siembra anual de 200 ha de buffel. Se utilizó un programa financiero con proyección a 14 años. En todos los casos se calcularon costos reales.

Los resultados muestran que el rendimiento económico promedio anual en el PMCP varió de \$1.51 a \$6.92 pesos/ha y en el PMCB varió de \$72.60 a \$137.86 pesos/ha y ambos se mantuvieron relativamente estables durante los 14 años. La rentabilidad en SZB fue negativa durante los primeros cinco años, hasta que se pagó la inversión de la siembra y del ganado, y hasta el séptimo año alcanzó el punto de estabilización. El rendimiento económico promedio anual en el rancho rehabilitado fue de \$274.80 pesos/ha, y resultó 64.2 y 3.2 veces superior al rancho con Pastizal Mediano Abierto en condición pobre y buena, respectivamente. Se concluye que el sobrepastoreo continuo causa severos cambios en la vegetación y reduce la condición de los pastizales. No es económicamente costeable sobrepastorear Pastizales Medianos ya que los rendimientos se reducen y son económicamente insatisfactorios para sostener una familia. La siembra de buffel es una buena alternativa para rehabilitar agostaderos deteriorados.

Palabras clave: Ganadería, pastizal mediano, invasión mezquite, rehabilitación, rentabilidad.

INTRODUCCIÓN

Los Pastizales ocupan alrededor del 40% de la superficie de la tierra y soportan grupos diversos, de pastoreos nómadas extensivos tradicionales hasta sistemas intensivos de producción de ganado (Kemp *et al.*, 2013). El pastoreo del ganado, además de la cultivación y el crecimiento urbano, es sin lugar a duda el que hace el mayor uso de los pastizales y está considerado como una amenaza para los mismos (Richardson *et al.*, 2000; Carpenter, 2001; Hobbs, 2001). Sus impactos son variables y dependen del tiempo, duración e intensidad del pastoreo así como del tipo de animal y de las condiciones del medioambiente del ecosistema (Milchunas y Lauenroth, 1993; Harrison *et al.*, 2003). De acuerdo con Schlesinger *et al.* (1990) y Robertson (1996), el ganado en pastoreo reduce la capacidad de elasticidad del pastizal debido a la compactación del suelo lo que reduce la infiltración de agua y la capacidad de almacenamiento lo que seca la superficie del suelo y aumenta la vulnerabilidad ante una sequía y la desertificación. El ganado causa también erosión y pérdida superficial del suelo y destruye la costra del mismo y sus microorganismos, los cuales son críticos para mantener la fertilidad del suelo y el vigor de las plantas, lo que puede resultar en una pérdida considerable de nutrientes (Evans y Belnap, 1999; Belnap y Lange, 2001).

De acuerdo con Biondini *et al.* (1998), la cubierta vegetal y su estabilidad juega un papel muy importante en los ciclos biológicos de los microorganismos del suelo y las plantas. Una cubierta saludable de plantas en los pastizales puede interceptar la lluvia y reducir el impacto negativo de las gotas de lluvia sobre suelo desnudo, maximizando la infiltración y reduciendo la pérdida de agua por escurrimiento, lo que previene la pérdida de nutrientes debido a la erosión. Según Milchunas *et al.*, (1989) y Milchunas y Lauenroth (1993), la cubierta del mantillo en el suelo de los pastizales se reduce significativamente con el pastoreo intenso, lo que incrementa grandemente la cantidad de suelo desnudo. Está demostrado que la conservación de la materia orgánica es importante para la formación de agregados del suelo, fertilidad, estabilidad, así como el movimiento del agua y su capacidad de retención, aireación y el crecimiento de las plantas (Evans y Belnap, 1999).

Frecuentemente las prácticas de pastoreo no consideran la mínima información disponible para aplicar buen manejo del pastoreo en beneficio no solo del ganado y la fauna sino del suelo y de las plantas (Vallentine, 1980), que sea aplicado de tal manera que minimice las consecuencias ecológicas negativas del pastoreo (Belsky y Gelbard, 2000; Hobbs, 2001). En muchos casos esto es debido a desconocimiento

y falta de flexibilidad en los predios (Tu *et al.*, 2001). El pastoreo inadecuado causa que las mejores especies sean sobreutilizadas una y otra vez y que no se les permita producir semilla para reproducirse, lo que ocasiona la pérdida de las mejores especies de plantas en el rancho que son desplazadas por las especies invasoras (Ibarra *et al.*, 2013). Esto puede explicar la razón por la que los predios sobrepastoreados continuamente pierden vegetación y se invaden por plantas arbustivas y arbóreas menos productivas.

Biondini *et al.* (1998), mostraron que el sobrepastoreo causa una reducción en la producción total de forraje, el mantillo, la biomasa de las raíces y la del nitrógeno, así como la mineralización neta del nitrógeno. El sobrepastoreo genera bajas ganancias y por lo tanto no es regularmente seleccionado como un tratamiento en estudios designados para optimizar ganancias por animal o unidad de área (Milchunas y Lauenroth 1993; Pinchak *et al.*, 2010). Por otra parte, Kemp *et al.* (2013), indican que la presión de la población ha causado que muchos de esos pastizales estén degradados, particularmente en áreas menos productivas de los países en desarrollo, afectando no solo la productividad sino también los servicios vitales del medio ambiente como la hidrología, biodiversidad y los ciclos del carbono. Aunado a esto, las condiciones del ganado son frecuentemente pobres y las ganancias de los predios están abajo de los niveles de pobreza.

La ganancia animal y los ingresos de los ganaderos generalmente disminuyen a medida que se maneja mal el agostadero y se reduce el potencial de producción de forraje. Ibarra *et al.* (2005), reportan que las ganancias de los productores en ranchos con pastizales deteriorados son limitadas y varían de \$10.85 a \$22.19/ha en pastizales deteriorados y frecuentemente no son suficientes para sostener una familia. La invasión de mezquite es un problema serio que afecta los Pastizales Abiertos del norte de México y limita el potencial de producción de forraje y carne de los productores. Se desconoce hasta donde ha afectado a los productores el deterioro de los recursos, por lo que se inició este estudio con el objetivo de 1) cuantificar los cambios de vegetación y de producción de forraje y carne en un Pastizal Mediano en condición buena y otro en condición mala e invadida por mezquite, además de en una área deteriorada rehabilitada mediante la siembra de pastos y 2) determinar la rentabilidad actual de la producción de becerros en ambos escenarios comparada con el potencial de producción de forraje y carne utilizando la rehabilitación de agostaderos mediante la siembra de pastos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el verano del 2017 en el Rancho Experimental de la Universidad de Sonora el cual se localiza 16 km al este de la Cd. de Cananea, Sonora, sobre la carretera que comunica a esa ciudad con el poblado de Bacoachi (30° 58' 00" Latitud N y 110° 08' 30" Longitud O). El estudio se realizó simultáneamente en dos sitios contiguos en un área de transición de Pastizal Mediano Abierto y Pastizal Arbosufrescente; uno en condición buena y otro en condición pobre con fuertes problemas de invasión de mezquite. Ambos fueron manejados adecuadamente como una sola unidad de manejo hasta 1960 y a partir de entonces se subdividieron. La parte de Universidad de Sonora (actualmente en condición buena) se manejó adecuadamente con pastoreo moderado y en forma rotacional por 57 años, y la otra propiedad de la Comunidad (actualmente en condición pobre) se manejó bajo presión alta de pastoreo sin una rotación definida de potreros. El sitio de estudio se encuentra a 1,417 metros sobre el nivel del mar, la topografía del sitio es uniforme, con planos y lomeríos bajos con pendientes que varían de 3 a 7% (Universidad de Sonora, 1967). El tipo de suelo sobre el que se localiza el sitio corresponde a un Castañosem Háptico (FAO-UNESCO, 1975). Es de textura migajón arenoso y de profundidad mediana > 50 cm. El clima es templado semiseco BS1 kw (x´) (e´), con régimen pluvial preferentemente de verano. La precipitación y la temperatura media anual es de 520 mm y 16.3 °C (García, 1973).

La vegetación en su estrato inferior se compone de gramíneas nativas de los géneros *Bouteloua-Aristida*, donde destacan el navajita azul (*Bouteloua gracilis*), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), navajita morada (*Bouteloua chondrosioides*), banderilla (*Bouteloua curtipendula*), gigante (*Leptochloa dubia*), bufalo (*Buchloe dactyloides*), aparejo (*Muhlenbergia spp*), zacate de ladera (*Enneapogon desvauxii*), volador (*Eragrostis intermedia*), lobero (*Lycurus phleoides*) popotillo plateado (*Bothriochloa arbinodis*),

borreguero (*Dasyochloa pulchella*), colorado (*Heteropogon contortus*), y tres barbas (*Aristida* spp). El estrato arbustivo está compuesto por palmilla (*Nolina texana*), bellota (*Quercus emoryi*), encino (*Quercus arizonica*), tascale (*Juniperus deppeana*), mezquite (*Prosopis juliflora*) y uña de gato (*Mimosa biuncifera*) (COTECOCA, 1988).

Se seleccionó un área de aproximadamente 10 ha en ambos sitios de estudio para realizar las evaluaciones comparativas de vegetación. Se evaluó la densidad de plantas, altura, cobertura basal, producción de forraje y los cambios en la capacidad de carga animal. Adicionalmente se determinó la densidad del mezquite y la composición botánica en ambos sitios de estudio así como la rentabilidad de la producción de becerros en ambos escenarios. La densidad de plantas se estimó contando el total de las plantas en veinte cuadrantes de 1 m², seleccionados al azar por sitio. La altura de las plantas se midió con una cinta métrica en todas las plantas localizadas dentro de estos cuadrantes. La cobertura basal de las plantas se calculó en los mismos cuadrantes, midiendo por separado el área basal de cada planta y sumándola por especie. La producción de forraje se estimó por medio de cortes de forraje en 20 cuadrantes de 1 m² por parcela. Las muestras de forraje fueron llevadas al Laboratorio de la Universidad de Sonora y fueron pesadas después de que se secaron en un horno de aire forzado a 65 °C durante 72 h. La densidad de plantas de mezquite se determinó en 10 cuadrantes de 40 x 50 m y la composición botánica de la vegetación realizando tres evaluaciones de transecto a pasos modificado 500 en 1,000 en cada predio (Ibarra, 1980). La condición del pastizal se determinó de acuerdo a la metodología descrita por COTECOCA (1988), utilizando el concepto de condición descrito por Dyksterhuis, (1949).

Todas las variables se midieron durante el mes de agosto de 2017 en ambos sitios de estudio. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cinco repeticiones. Todas las variables fueron analizadas mediante un análisis de varianza simple ($P \leq 0.05$), usando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan para la comparación de medias (Steel y Torrie, 1980). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico Costat (COSTAT, 2006).

Para determinar la rentabilidad de la producción de becerros en el Pastizal Mediano Abierto en condición buena y pobre se evaluó durante 2017 la densidad, altura, cobertura y producción de forraje de los pastos así como la densidad de mezquite y composición botánica en ambos sitios de estudio. La rentabilidad se estimó considerando los cambios de vegetación ocurridos así como la producción real de forraje disponible y los costos reales de producción en ambas áreas de estudio. Se realizaron proyecciones financieras a 14 años utilizando tres escenarios. En el primero escenario donde se produjeron becerros en el Pastizal Mediano Abierto en condición buena de acuerdo a su capacidad real de producción de forraje. En el segundo escenario donde se hicieron las mismas proyecciones pero considerando la producción de forraje real el Pastizal Mediano Abierto en condición pobre y fuertemente invadido de mezquite; y un tercer escenario, con rehabilitación del Pastizal mediano Abierto en condición pobre, que incluye la siembra anual de 200 ha de zacate buffel por un período de cinco años, con incrementos anuales correspondientes en la capacidad de producción de carne, en función del incremento en producción de forraje resultante de la siembra de acuerdo con (Ibarra *et al.*, 2005).

Las corridas financieras se realizaron con un software de computadora para el análisis y evaluación de proyectos de inversión agropecuarios (Fira-Banxico, 2003; UNISON, 2008). Se consideró una producción anual de 2.9 t de MS/ha para el zacate buffel variedad Frío (Ibarra *et al.*, 2005), y una producción anual promedio de 0.351 y 1.075 t/ha para la vegetación del pastizal en condición pobre y buena, respectivamente, mismas que se cuantificaron mediante estimaciones directas de cortes de producción de forraje. La capacidad de carga animal se calculó en cada escenario durante cada año, asumiendo que el consumo diario de forraje de una UA es equivalente al 3 % del peso vivo; y la utilización permitida fue siempre igual o menor a 50 % (Ibarra *et al.*, 2007).

Se consideraron los costos fijos y variables en las corridas financieras. Los costos fijos incluyen gastos de salarios, mantenimiento, reparación, corriente eléctrica, combustibles y pago de impuestos y se obtuvieron promediando los costos reales de los 3 predios con características similares de la región. Tanto los costos fijos como variables que se calcularon para el primero año, se proyectaron para los 14 años de evaluación en cada escenario. Los costos variables incluyeron: alimentación, suplementación mineral,

medicamentos, gastos médicos, prueba de palpación, prueba de fertilidad de toros y fletes, se calcularon de forma individual durante el primer año para cada tipo de animal y se multiplicó por el número total de animales en cada año, para cada escenario. Debido a que la aplicación de estas prácticas es variable entre ranchos, el costo de cada factor se obtuvo promediando los costos reales en 3 predios con características similares de la región.

Para el caso de las variables productivas y reproductivas se consideró lo siguiente: una relación vaca toro 20:1, 75% de parición, 2% de mortalidad animal y 15% de vaquillas de remplazo. Esta última variable se fue considerando de acuerdo al desecho de vacas requeridas para ajustar la carga animal del rancho. Como ingreso adicional al rancho se consideró la ordeña de 15 vacas durante 100 días cada año para la producción de queso, las cuales, produjeron un total de 6 mil litros de leche durante el periodo, equivalente a 1,500 kilos de queso con un valor total de venta de \$ 27,000 pesos. La misma capacidad de producción y reproducción se consideró para todos los años, en los tres escenarios analizados.

Los precios de compra para las vaquillas de remplazo y los toros de reposición, así como los precios de venta de crías y de animales de desecho fueron calculados para el primer año de acuerdo a la última lista oficial de precios de subasta de la Unión Ganadera Regional de Sonora (UGRS, 2017). Los precios de compraventa estimados para el primer año fueron los mismos que se utilizaron durante los 14 años de proyección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad de plantas fue diferente ($P \leq 0.05$) entre sitios de estudio con 20.8 y 11.9 plantas/m² para el sitio en condición buena y pobre, respectivamente (Cuadro 1). La altura, cobertura basal y la producción de forraje también resultaron diferentes entre sitios y fueron 54 a 206% superiores en el sitio con condición buena que en el área en condición pobre. La densidad de plantas de mezquite fue de 85.1 plantas por hectárea en el sitio en buena condición y promedió 1,450.5 plantas por hectárea en el sitio en condición pobre. La densidad de mezquite se incrementó en un 1,698% en un periodo aproximado de 57 años. La estimación de condición del pastizal indica que este cambió de buena a pobre durante ese periodo de tiempo.

Cuadro 1. Características de la vegetación en dos sitios de Pastizal Mediano Abierto uno en condición buena y otro en condición pobre y fuertemente invadido de mezquite en Cananea, Sonora, México. Evaluación de vegetación realizada en agosto de 2017.

Variables	Condición del Pastizal	
	Buena	Pobre
Densidad de pastos (p/m ²)	20.8 a	11.9 b
Altura de pastos (cm)	98.2 a	63.5 b
Cobertura basal pastos (%)	17.2 a	7.1 b
Producción de forraje pastos (t/ha)	1.075 a	0.351 b
Densidad de Mezquite (Pl/ha)	85.1 a	1,450.5 b
Cobertura vegetal total (%)	37.4 a	51.8 b
Cobertura de pastos (%)	16.6 a	6.3 b
Cobertura de arbustos y árboles (%)	21.5 a	45.5 b
Suelo desnudo (%)	26.0 a	28.6 a
Mantillo (%)	28.0 a	15.1 b
Piedra (%)	7.9 a	4.5 a
Cobertura total (%)	100.0	100.0

La cobertura vegetal total es 37.4 y 51.8% en el pastizal en condición buena y pobre, respectivamente y resultó 38.5% superior en el pastizal en condición pobre, por las altas coberturas de mezquite. La cobertura de pastos se redujo en un 163.4% en el pastizal en condición pobre y a la vez la cobertura de

mezquite se incrementó en un 111.6%. El suelo desnudo varió de 26.0 a 28.6%, el mantillo de 15.1 a 28.0% y la piedra y grava entre 4.5 y 7.9% entre ambos sitios de estudio.

Como se observa, 57 años de manejo inadecuado ocasionó no solamente una reducción significativa en la densidad, altura, cobertura y producción de forraje de los pastos, sino que esta fue acompañada de un incremento significativo en la densidad y cobertura del mezquite, así como una reducción en la cobertura de mantillo u hojarasca del suelo. Ambos sitios presentan porcentajes similares en el área ocupada por suelo desnudo y piedra.

Los resultados logrados indican que cuando no se aplica la práctica de rehabilitación de agostaderos mediante la siembra del zacate buffel, la tendencia en la capacidad de carga tanto para el pastizal mediano abierto en condición pobre y buena es de mantenerse relativamente constante durante los 14 años de proyección, con 32 y 95 UA promedio por año (Figura 1). La tendencia en la capacidad de carga en la tercera opción, que incluye la siembra del pasto, muestra el mismo comportamiento, presentando un incremento considerable en capacidad de carga en comparación con las primeras dos opciones donde no se rehabilita el agostadero. En la opción que incluye la siembra del zacate buffel, aunque la capacidad de carga inicial del rancho se reduce de 40 a 32 UA en el primer año, (ya que se prescinde de 200 ha de agostadero que fueron utilizados para la primera siembra de buffel), ésta se incrementa drásticamente a partir del segundo año, cuando las primeras praderas de buffel se incorporan para el pastoreo. Incrementos similares en capacidad de carga se logran desde el tercero hasta el sexto año, como resultado de la disponibilidad de forraje en 200 ha anuales de pradera de zacate buffel. Los incrementos anuales en capacidad de carga en estos escenarios varían de 58.0 a 66.0 UA, logrando la máxima capacidad potencial de mantenimiento al sexto año con 333.3 UA. La capacidad de carga en ambas proyecciones se estabiliza y se mantiene similar durante el sexto y hasta el año catorce.

Los gastos de inversión y las ganancias fueron muy variables entre las alternativas estudiadas (Figura 2). En el primer y segundo escenarios que correspondieron al pastizal mediano en condición pobre y buena, respectivamente, donde no se rehabilitó el agostadero, se detectaron utilidades muy consistentes sobre tiempo, como resultado de que la producción de forraje y capacidad de carga del rancho fueron constantes durante los 14 años de proyección. Aunque no existieron pérdidas económicas en ningún año con este esquema, las ganancias totales fueron reducidas, fluctuando de \$1,514 a \$6,919 y \$ 72,595 a \$137,862 por año para el pastizal en condición pobre y buena, respectivamente, durante los catorce años de la proyección. Bajo igualdad de condiciones el ganadero con pastizales en buena condición gana anualmente \$111,958.00 o \$111.95 pesos más por hectárea en comparación con otro productor con pastizales en condición pobre. Además de otros servicios como mayor protección de suelo, mayor retención y calidad de agua, mejor calidad del aire, mejor estética y condiciones ambientales para todas las especies.

En el tercer escenario, donde se rehabilitó, se detectó que por el efecto del costo de establecimiento de las praderas y de la compra de ganado de reposición, se trabaja con saldos negativos durante los primeros cinco años (Figura 2). El déficit máximo se alcanza en el segundo año con una cantidad de \$391,142 y el punto de equilibrio se logra en el sexto año, en tanto que el máximo de utilidades, una vez que el proyecto ha madurado y el hato se estabiliza de acuerdo a la capacidad de carga potencial, se logra a partir del noveno año con una utilidad anual que varía de \$572,046 a \$645,123.00. Bajo igualdad de condiciones, y considerando tanto saldos negativos como positivos, el ganadero que rehabilita mediante siembra de zacate buffel gana anualmente \$274,785.00 o \$274.78 pesos por hectárea, lo que significa \$162,826.7 o \$162.83 pesos más por hectárea en comparación con el productor con el pastizal en condición buena.

El rendimiento económico promedio anual al punto de estabilidad en los tres escenarios evaluados varía de \$1.50 a \$6.92/ha en pastizal mediano en condición pobre y de \$72.60 a \$137.86/ha en el pastizal mediano en condición buena, mientras que promedia \$274.78/ha en ranchos sembrados con el pasto; por lo que los predios en que se realiza ganadería en estas condiciones, deben incrementar su capacidad de producción para ser rentables. Los bajos ingresos logrados en ranchos con pastizal en condición pobre, muestran que no es económicamente costoso realizar ganadería cuando esta actividad es la única fuente de ingresos para el ganadero (Andablo, 1999; Andablo y Camou, 2001). La mayoría de los terrenos comunales tienen más ganado de lo que pueden soportar y presentan serios problemas de deterioro

Sheridan, 1983; Baer, 1990). El intentar utilizar más ganado del que soporta el terreno para incrementar los ingresos del rancho, es demasiado riesgoso, considerando que al no existir forraje suficiente se sobreutilizan las mejores plantas (Vallentine, 1990). El continuo sobrepastoreo termina causando la muerte de muchas de ellas y finalmente el potencial de producción de forraje y carne termina por reducirse también (Ibarra *et al.*, 2005). La pérdida de cubierta vegetal reduce la protección del suelo y la infiltración de agua, y promueve la pérdida de suelo por efecto de agua y viento, ocasionando la reducción de fertilidad del mismo y finalmente provocando deterioro (O'Hara *et al.*, 1993).

El problema de la baja rentabilidad de los ranchos en áreas de pastizales deteriorados, está aparentemente relacionado con la falta de recursos económicos para aplicar prácticas de rehabilitación (Chauvet, 1997; Andablo y Camou, 2001), como la siembra de pastos como una alternativa para incrementar el potencial de producción de forraje. En estas condiciones, es imposible para un productor continuar haciendo ganadería desde el punto de vista económico, si se consideran ingresos anuales netos de \$2,000 a \$7,000, ya que resulta imposible sostener a una familia promedio con estas ganancias (Baer, 1990). El problema es aún más serio, si se considera el *estatus* actual de la propiedad y de los productores, ya que el 59% de la superficie del territorio nacional es ejidal y comunal (Flores, 2001) y que para el caso de Sonora, el 83% de los usuarios del suelo son pequeños productores con limitadas extensiones de terreno, que varían de 10 a 100 ha y poseen menos de 50 UA (Aguirre *et al.*, 2003). El alto costo de las prácticas de mejoramiento como la siembra, es una alternativa difícil de alcanzar por este estrato de la población, a menos que se disponga de financiamiento externo.

El mal manejo de pastizales abiertos ha reducido la diversidad y ha afectado la densidad y cobertura de especies forrajeras deseables y ha aumentado significativamente la densidad y cobertura del mezquite, lo que en conjunto ha reducido el potencial de producción de forraje y carne. Cincuenta y siete años de sobrepastoreo y mal manejo han causado fuertes cambios en la composición botánica. El pastizal mediano abierto en condición pobre ha perdido en un 97% el potencial de producción ya que requiere de 28.1 ha por unidad animal por año para mantener una vaca mientras que el pastizal mediano abierto en buena condición mantiene la misma vaca en 9.2 hectáreas.

La siembra de pastizales con recursos propios es la mejor opción para lograr la máxima rentabilidad en un menor periodo de tiempo, ya que el punto de estabilización o de máxima rentabilidad, lo alcanza cuatro años antes que si realizara el mismo trabajo con financiamiento externo. Sin embargo, esta opción presenta la desventaja de que el productor requiere de mayor solvencia económica para soportar los fuertes gastos iniciales por concepto de siembra y compra de animales durante los primeros cinco años del proyecto. Las erogaciones económicas anuales con este esquema, son del orden de \$164,434 a \$391,142. Para la mayoría de los productores, dada su situación económica, el buen manejo del pastizal es sin lugar a duda la mejor opción ya que asegura la conservación de los recursos y permite generar aportaciones económicas suficientes para vivir en forma decorosa.

CONCLUSIONES

El continuo sobrepastoreo por más de 57 años redujo la densidad y cobertura de las especies clave de pastos en el pastizal mediano e incrementó drásticamente la densidad y cobertura de mezquite, lo que en conjunto redujo el potencial de producción de forraje y carne en el agostadero. La rentabilidad de la actividad ganadera en ranchos de pastizal mediano abierto en condición pobre no es suficiente como única opción de subsistencia, ya que genera ganancias demasiado bajas para poder sostener adecuadamente a una familia (menos de \$7.00 pesos/ha/año), comparado con la rentabilidad en el mismo terreno en condición buena (\$111.95 pesos/ha/año). La siembra de zacate buffel en áreas deterioradas permite aumentar la producción y tener explotaciones más rentables y sustentables (\$162.83 pesos/ha/año adicional) en comparación con el pastizal en condición buena.

Posiblemente, el ingreso de recursos provenientes de otras actividades ajenas a la ganadería y la diversificación productiva como la producción de quesos, miel, aprovechamiento de la fauna cinegética y especies vegetales silvestres, entre otras opciones, pueden contribuir sustancialmente para complementar el ingreso de los productores que aún persisten en esta actividad.

No es rentable ni ecológicamente permisible sobrepastorear pastizales y transformarlos en áreas menos productivas por la esperanza de producir más ganado, ya que esto no funciona y en lugar de incrementar ingresos, se arriesga el suelo y la vegetación y se produce cada vez menos forraje y carne. Se deben desarrollar otras opciones de apoyo por medio de la capacitación, para informar y concientizar a los productores, con el fin de buscar otras alternativas que generen recursos económicos adicionales en los ranchos, y que a la vez permitan conservar los recursos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, M. R., F. Ibarra F y G. Luna S. 2002. Condición y clasificación de los pastizales para la región ecoregional Apache Highlands en Sonora, México. The Nature Conservancy. IMADES. Hermosillo, Sonora, México.

Andablo, R. A. y H. E. Camou. 2001. Evaluación económica de un rancho ejidal en la sierra de Sonora. En: CIAD editor. Primera reunión anual sobre estrategias de subsistencia entre campesinos ganaderos. Hermosillo, Sonora, México. 68-102 pp.

Andablo, R. A. 1999. Subsistencia de una región ganadera. Los campesinos de Mátape [tesis maestría]. Hermosillo, Sonora, México. Colegio de Sonora.

Baer, R. D. 1990. Problems of land tenure and food production in northwestern Mexico. Food Nutrition Bulletin 2(4):14.

Belnap, J. and O. L. Lange. 2001. Biological soil crusts: structure, function and management. Springer-Verlag. Berlin.

Belsky, A. J. and J. L. Gelbard. 2000. Livestock grazing and weed invasions in the arid west. Oregon Natural Desert Association. Bend, OR.

Biondini, M. E., B. D. Patton, and P. E. Nyren. 1998. Grazing intensity and ecosystem processes in a northern mixed-grass prairie. Ecological Applications 8:469-479.

Carpenter, C. 2001. Grasslands of the Paleoarctic Ecoregion (Europe, Asia, and Saharan Africa). WWF Ecoregions Website. http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial_pa.html. World Wildlife Fund. Washington D.C.

Chauvet, M. 1997. La ganadería mexicana frente al fin de siglo. Meeting of the Latin American Studies Association. Guadalajara, Jalisco, México. 2-10 p.

COSTAT. 2006. Costat Statistical Software. Version 6.101. Monterrey, California 93940. USA. 442 p.

COTECOCA. 1988. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero. Tipos de vegetación, sitios de productividad forrajera y coeficientes de agostadero del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 361p.

Dyksterhuis, E. J. 1949. Condition and management of rangeland based on quantitative ecology. Journal of Range Management 2:104-115.

Evans, R. D., and J. Belnap. 1999. Long-term consequences of disturbance on nitrogen dynamics in an arid ecosystem. Ecology 80:150-160.

FAO-UNESCO. 1975. Soil map of the World. USA., México and Central América. 4:37-41.

Fira-Banxico. 2003. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Banco de México. Sistema único de evaluación de proyectos. Versión Windows 1.0.

- Flores, M. 2001. Derechos agrarios y desarrollo sostenible. En: Secretaría de la Reforma Agraria-FAO editores. Foro internacional sobre ordenamiento de la propiedad y sistemas catastrales. México, D.F.1-17 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F.
- Hobbs, R. J. 2001. Synergisms among habitat fragmentation, livestock grazing, and biotic invasion in southwestern Australia. *Conservation Biology* 15:1522-1528.
- Ibarra, F. F. 1980. Método de transecto a pasos modificado 500 en 1000 para estimar cobertura y determinar condición de pastizales. En: A. Melgoza y L. C. Fierro (Eds.) Manual de muestreos de vegetación. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias INIFAP-SARH. Serie Técnico-Científica Vol.1:37-45.
- Ibarra, F. F., M. H. Martín, R., A. Encinas, B., y S. Pérez, P. 2007. Recomendaciones para el mejoramiento forrajero de los agostaderos de Sonora, mediante técnicas de rehabilitación y manejo. Publicación especial. Fundación, Produce, Sonora, A.C. Hermosillo, Sonora, México 23 p.
- Ibarra, F. F., M. H. Martín, R., F. Denogean, B y S. Moreno. M. 2013. Aplique en el rancho técnicas de rotación de potreros. *Revista Rancho* 49:28-32.
- Ibarra, F. F., S. M. Medina., M. Martín, R., F. Denogean, B., y E. Gerlach. 2005. La siembra del zacate buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos en la sierra de Sonora. *Técnica Pecuaria em México* 43(2):173-183.
- Kemp, D. R., H. Guodongb, H. Xiangyangc, D. L. Michalka, H. Fujiange, W. Jianpingf, and Z. Yingjung. 2013. Innovative grassland management systems for environmental and livelihood benefits. *PNAS Agricultural Science* 110(21): www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1208063110.
- Milchunas, D. G. and W. K. Lauenroth. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63:327-366.
- Milchunas, D. G., W. K., Lauenroth, P. L. Chapman and M. K. Kazempour. 1989. Effects of grazing, topography, and precipitation on the structure of a semiarid grassland. *Vegetation* 80:11–23.
- O'Hara, S. L., F. A. Street-Perrot and T. P. Burt. 1993. Accelerated soil erosion around a Mexican highland lake caused by prehispanic agriculture. *Nature* 362:48-51.
- Pinchak, W. E., W. R. Teague, R. J. Ansley, J. A. Waggoner and S. L. Dowhower. 2010. Integrated Grazing and Prescribed Fire Restoration Strategies in a Mesquite Savanna: III. Ranch-Scale Cow–Calf Production Responses. *Rangeland Ecology and Management* 63:298–307.
- Richardson, D. M., W. J. Bond, W. R. J. Dean, S. I. Higgins, G. F. Midgley, S. J. Milton, L. W. Powrie, M.C. Rutherford, M. J. Samways and R. E. Schulz. 2000. Invasive alien species and global change: a South African perspective. Pages 303-349 *In* Mooney, H. A. and R. J. Hobbs (Eds.). *Invasive species in a changing world*. Island Press, Washington D.C. 457 pp.
- Robertson, E. 1996. Impacts of livestock grazing on soils and recommendations for management. California Native Plant Society, Sacramento, CA.
- Schlesinger, W. H., J. F. Reynolds, G. L. Cunningham, L. F. Huenneke, W. M. Jarrel, R. A. Virginia and W. G. Whitford. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247:1043-1048.

Sheridan, T. 1983. Where the dove calls: economic inequality and agrarian conflict in the municipio of Cucurpe, Sonora [Doctoral dissertation]. Tempe, Arizona, USA: University of Arizona.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, Book Co. New York, USA. 481 p.

Tu, M., C. Hurd and J. M. Randall. 2001. Weed control methods handbook: tools and techniques for use in natural areas. Wildland Invasive Species Program. The Nature Conservancy. 2 April 2001.

UGRS. 2017. Unión Ganadera Regional de Sonora. Reporte de mercado nacional de ganado y precios de subasta No. 1799, realizada durante la tercera semana de diciembre del 2017. Hermosillo, Sonora, México.

UNISON. 2008. Universidad de Sonora. Sistema único de evaluación de proyectos. Versión Windows 1.0. Hermosillo, Son. Méx.

Universidad de Sonora. 1967. Vegetación del estado de Sonora. En: UNISON ed. II informe anual de investigación 1966-1967. Hermosillo Sonora, México.

Vallentine, J. F. 1980. Range Development and Improvements. Brigham Young University Press. Provo. Utah. USA.

Vallentine, J. F. 1990. Grazing management. Academic Press, Inc. USA. 533p.

*** Artículo recibido el día 15 de abril de 2017 y aceptado para su publicación el día 20 de febrero de 2018**

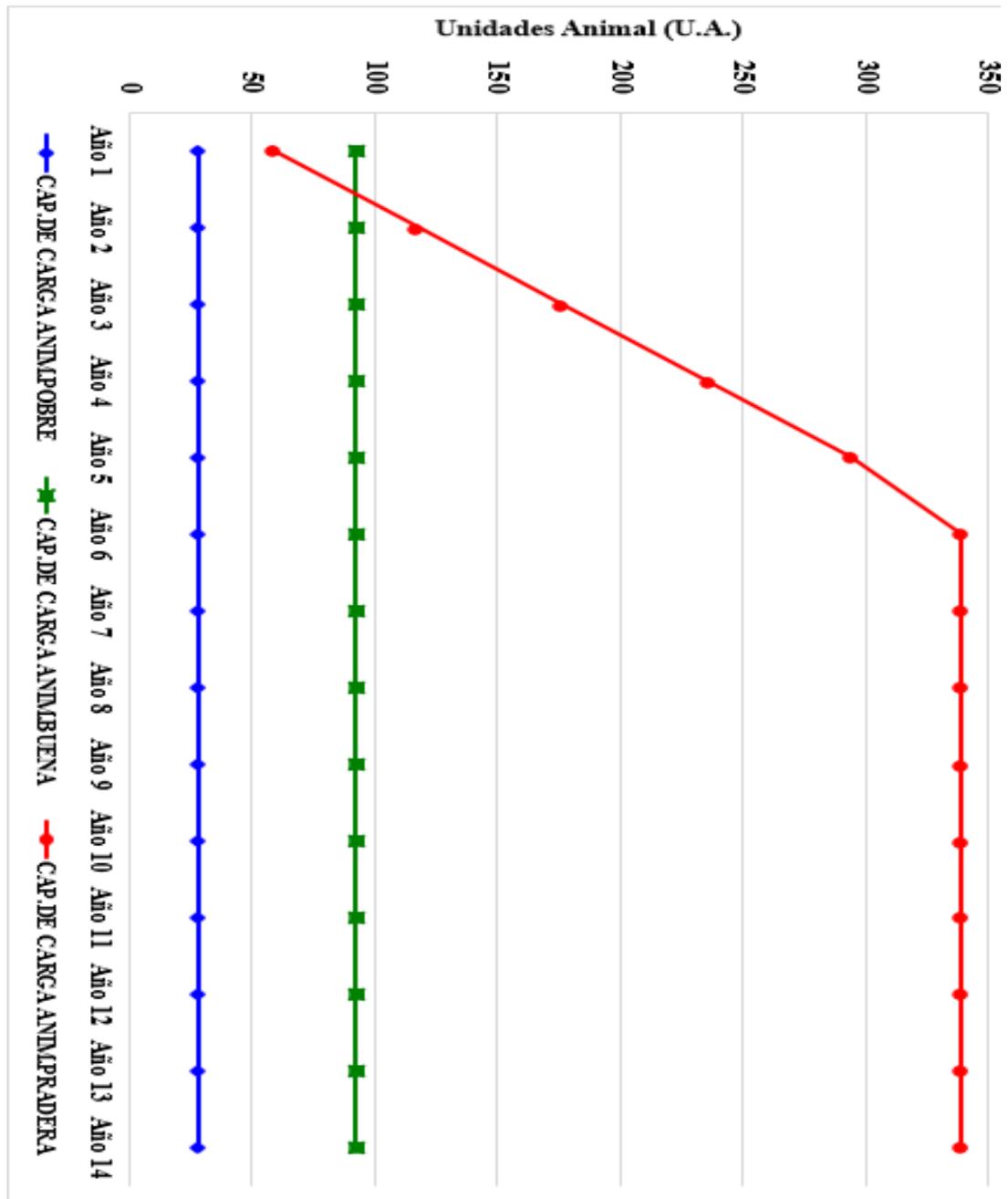


Figura 1.- Proyección en la capacidad de carga durante 14 años en un rancho de 1,000 ha con Pastizal Mediano Abierto en condición pobre, de un Pastizal Mediano Abierto en condición buena y un Pastizal Mediano Abierto en condición pobre con la siembra anual de 200 ha de zacate buffel.

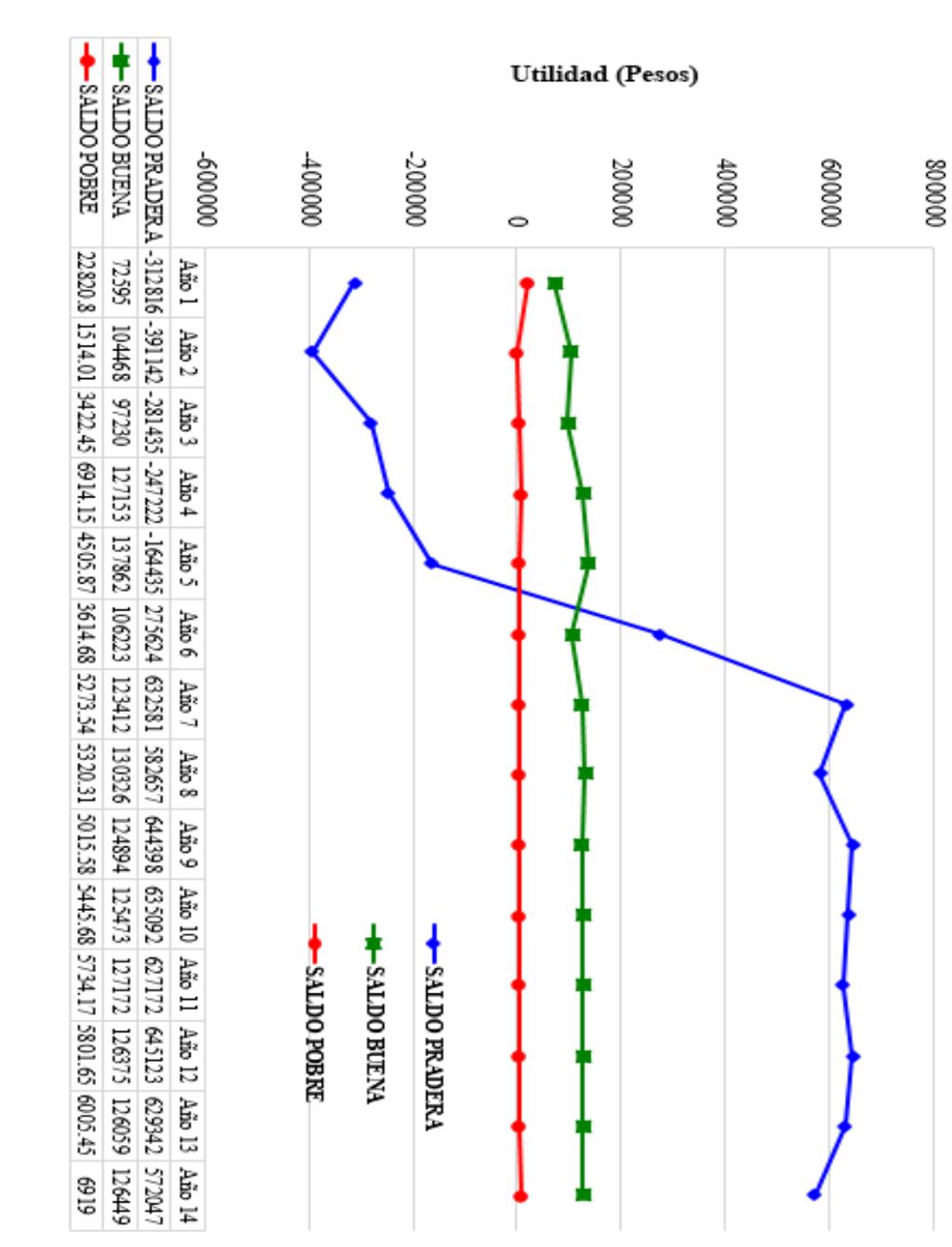


Figura 2. Proyección de la rentabilidad en un rancho con 1,000 ha de Pastizal Mediano Abierto en condición pobre, un Pastizal Mediano Abierto en condición buena y un Pastizal Mediano Abierto en condición pobre con la siembra anual de 200 ha de zacate buffel.