

APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE PASTIZALES A TRAVÉS DEL AJUSTE DE CARGA ANIMAL EN ZONAS SECAS



**Ramón Gutiérrez Luna, Miguel Agustín Velásquez Valle,
Ignacio Sánchez Cohen, Sonia Gutiérrez Luna y
Guillermina Martínez Trejo.**

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUARIA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas
Calera de V.R., Zacatecas. Noviembre 2018
Folleto Técnico No. 94
ISBN: 978-607-37-1069-5

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

LIC. BALTAZAR HINOJOSA OCHOA
Secretario

MVZ. JORGE LUIS ZERTUCHE RODRÍGUEZ
Subsecretario de Agricultura

LIC. RAÚL ENRIQUE GALINDO FAVELA
Subsecretario de Desarrollo Rural

ING. IGNACIO LASTRA MARÍN
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DR. JOSÉ FERNANDO DE LA TORRE SÁNCHEZ
Director General

DR. RAÚL G. OBANDO RODRÍGUEZ
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. JORGE FAJARDO GUEL
Coordinador de Planeación y Desarrollo

MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ
Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS
Director de Administración

MC. RICARDO ALONSO SÁNCHEZ GUTIERREZ
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE PASTIZALES A TRAVÉS DEL AJUSTE DE CARGA ANIMAL EN ZONAS SECAS.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
México, D.F.
C.P. 04010 México, D.F.
Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-37-1069-5

Primera Edición: noviembre 2018

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia o por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Cita correcta:

Gutiérrez L.R., Velásquez V.M.A., Sánchez C.I., Gutiérrez L.S., y Martínez T.G. 2018. Aprovechamiento sostenible de pastizales a través del ajuste de carga animal en zonas secas. Folleto Técnico Núm 94. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 51 páginas.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	5
Capacidad de carga animal	5
Tipos de vegetación y potencial ecológico	7
Matorral Desértico Micrófilo	7
Matorral Inerme	8
Matorral Subinerme	8
Matorral Desértico Rosetófilo	10
Matorral Crasicaule	10
Bosque templado mixto de pino-encino	11
Pastizales	12
Uso sostenible del pastizal	13
Determinación de capacidad de carga animal	19
Ejemplo de Cálculo de Carga Animal	25
Consideraciones	25
Pasos para el cálculo	25
MATERIALES Y METODOS	27
Calculo de carga animal para el semiárido Zacatecano	27
RESULTADOS	29
DISCUSIÓN	32
RECOMENDACIONES	36
IMPLICACIONES	37
CONCLUSIONES	37
LITERATURA CITADA	39

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Unidad Animal y sus equivalencias en otras especies animal.	24
Cuadro 2. Producción de materia seca forrajera (g m^{-2}) y carga animal en la localidad de Mazapil, Zacatecas.	31

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Distribución de cuadrantes (A) para muestreo de forraje (B) y determinación de producción de MS.	23
Figura 2. Ubicación de la subcuenca Las Majadas en Salaverna, Mazapil, Zac.	28

APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE PASTIZALES A TRAVÉS DEL AJUSTE DE CARGA ANIMAL EN ZONAS SECAS

Dr. Ramón Gutiérrez Luna¹
Dr. Miguel A. Velásquez Valle ²
Dr. Ignacio Sánchez Cohen ³
MC. Sonia Gutiérrez Luna ⁴
Dra. Guillermina Martínez Trejo⁵

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas áridos y semiáridos (incluidos tierras secas, subhúmedas, praderas, sabanas y paisajes mediterráneos) constituyen un tercio de la superficie terrestre global, siendo el hogar del 35% de la población mundial. Representados principalmente por matorrales y pastizales, tienen un gran valor biológico y son lugares con potencial productivo de muchos de los cultivos y del ganado que sustentan al mundo (PNUMA, 2007).

¹ Investigadores del Campo Experimental Zacatecas. INIFAP

² Investigador del Campo Experimental Saltillo INIFAP

³ Investigador del Centro Nacional de Investigaciones Relaciones agua-suelo-planta (CENID-RASPA) INIFAP

⁴ Maestro-Investigador CUCSH-Universidad de Guadalajara

⁵ Investigador del Campo Experimental Valle de México INIFAP

Información actualizada por Díaz *et al.* (2011) con el programa de cómputo R-CLIMDEX propuesto por Zhang y Yang (2004), y el programa CLIMGEM, desarrollado por Nelson (2003), reportan que el 63 % de la superficie nacional se encuentra bajo algún tipo de aridez y que en ella habita el 41 % de la población nacional, 6% más de lo reportado originalmente por PNUMA en 2007.

Aproximadamente la mitad de los países del mundo padecen problemas de aridez, las cuales comparten un problema común: la fragilidad del equilibrio en los ecosistemas y la consiguiente amenaza potencial de desertización. Tal tendencia va en aumento con base a modelos de predicción, se concluye que a través del tiempo se dará el siguiente comportamiento de aridez.

Para detectar cambios en el futuro, se comparan las extensiones regionales de las zonas de aridez en los períodos pasados y futuros, así como a través de cuatro subperíodos (años 2006-2025, 2026-2050, 2051-2075 y 2076-2100). Los resultados indican que los cambios en el clima alterarán la extensión del área de las zonas de aridez

en el futuro. En general, desde el primer subperíodo hasta el último, el área cubierta por zonas hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas aumentará en un 7,46, 7,01, 5,80 y 2,78%, respectivamente, (Asadi *et al.* 2017).

Las tierras secas ya sufren la presión de varias actividades, como la conversión a la agricultura, la introducción de especies invasoras, las alteraciones de los regímenes de incendios y la contaminación, aunado a la producción ganadera, la cual ha sido llevada a cabo sin control de la poblaciones animal, así como de los periodos de uso y descanso de estos ecosistemas mal planeados, de ahí que la FAO (2014) ha pronosticado que, se presentarán impactos negativos por la reducción de precipitaciones y la productividad de los pastizales, lo cual incide de manera negativa sobre la producción de carne y leche.

Sin embargo, pese a la importancia ya transmitida con frecuencia a los productores de que un uso inadecuado y una carga animal inapropiada deterioran sus recursos naturales, los productores continúan sobreexplotando sus predios con carga animal sin control. Afectando

negativamente los indicadores de sostenibilidad y productividad del ecosistema (Comerón, 1999; Orestis *et al.* 2015). El suelo de pastoreo a largo plazo presenta una capacidad de retención de agua significativamente menor en comparación con el suelo sin pastoreo. Sin duda el calentamiento global viene a formar parte de las variables que, fusionadas con el sobrepastoreo, degradan la salud del pastizal.

Los pastizales de México, debido a su uso inadecuado tienden en general a estar sobrepastoreados, reflejando el mal manejo en grandes pérdidas del suelo y del agua de lluvia y un alarmante decremento en la disponibilidad de forraje; por otra parte, con alta intensidad de pastoreo, al perderse la producción de forraje gradualmente se incrementan las pérdidas de ganado y se incrementan los costos de suplementación particularmente en años secos (Holechek, 1988).

En general, los efectos combinados del sobrepastoreo y el calentamiento del clima aceleran la pérdida de agua del suelo en las regiones de pastizales. Esto tiene

implicaciones significativas para el manejo de pastizales degradados (Xiliang *et al.* 2017). Por lo cual, si la carga animal tiene repercusiones sobre la condición del pastizal, regularlo es de vital importancia para la sostenibilidad de los recursos naturales.

OBJETIVO

El objetivo de la presente publicación es resaltar la importancia del manejo correcto de la carga animal sobre los pastizales, a fin de mitigar el impacto negativo del pastoreo sobre la vegetación, suelo y agua de lluvia, además de maximizar la producción de ganado y fauna de forma sostenida a través del tiempo.

Capacidad de carga animal

Una estrategia para mitigar la baja productividad y deterioro de los pastizales es a través de la estimación de capacidad de carga animal. Determinar la capacidad de carga animal de un rancho, es una estrategia que no debería omitirse, ya que de la disponibilidad de forraje

durante el verano se harán ajustes en el número de animales y se tomarán decisiones importantes sobre el manejo para el periodo de sequía que enfrentará el ganado.

A finales de otoño tiempo en el cual se realizan los muestreos de forraje disponible, se inicia la planeación de tamaño y estructura de hato, sin embargo, durante el período de estiaje deberá continuarse con ajustes de ser necesario, a fin de minimizar o evitar la compra de forrajes.

Se calcula que en conjunto las zonas áridas y semiáridas sustentan a más de la mitad del ganado vacuno del mundo, más de un tercio del ovino y dos tercios de sus cabras, la UNESCO (1982) agrega que, aunque existe una diversidad considerable de pastos naturales, la capacidad de sustento de los mismos para el ganado con frecuencia es baja y disminuye rápidamente con el aumento de la aridez, enfatizando que el sobrepastoreo es más grave cuando es baja la cobertura vegetal. Para mitigar los efectos negativos de la sequía en la productividad de los pastizales, Neylli *et al.* (2018) determinaron en ambientes

áridos que una carga animal moderada a ligera tiende a favorecer la productividad de los recursos naturales.

Tipos de vegetación y potencial ecológico

En las regiones áridas y semiáridas existen diferentes combinaciones de poblaciones vegetales, determinando en consecuencia comunidades con capacidad para crecer acorde al potencial ecológico (Martínez, 2008; COTECOCA, 1967) dentro de las cuales se citan las siguientes:

- a) Matorral Desértico Micrófilo.** Esta vegetación es el de mayor distribución en el área. Está compuesto principalmente por especies arbustivas de hojas pequeñas, con o sin espinas. La especie dominante son la Gobernadora (*Larrea tridentata*), Toboso (*Pleuraphis mutica* Buckl) Columbus *et al.* (2010), Navajita aguja (*Bouteloua aristidoides* (H.B.K.) Griseb) Mejía y Dávila (1992), Banderilla (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.) Herrera (2001), Navajita azul (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex

Griffiths) Herrera (2001), Navajita velluda (*B. hirsuta* Lag. Var. *Glandulosa* Cerv.), Herrera (2001), Zacatón alcalino (*Sporobolus airoides* Torr.) Torr., (Granados et al. 2011).

b) Matorral Inerme. Predominan especies sin espinas, de hojas simples, pequeñas, perennes, de carácter arbustivo dominado por *Larrea tridentata* asociado con *Cordia greggi* y *Viquiera brevifolia*. con relación a Poaceas se encuentran a Navajita azul (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths) Herrera (2001), Liendrilla (*Muhlenbergia repens* J. Presl., Hitchc.) Herrera y Peterson (2007), Tres barbas abierto (*Aristida divaricata*) Herrera, (2009), y Zacate Lobero (*Lycurus phleoides* Kunth) Herrera y Pámanes (2010).

c) Matorral Subinerme. Caracterizado por especies de porte arbustivo con hojas compuestas, que generalmente forman parte de la familia Compositae, con foliolos pequeños, caedizos o

perennes. Esta comunidad presenta más del 25 % de especies espinosas, pero sin llegar al 50 %, se encuentran *Larrea tridentata*, *Acacia* spp., y *Mimosa* spp. Respecto a pastos se encuentran Zacate Tempranero (*Setaria macrostachya* Kunth) y los generos *Aristida* y *Muhlenbergia* (Herrera y Pámanes, 2010), Banderilla (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.) Herrera (2001), Rizado (*Panicum hallii* Vasey) USDA-NCRS (S/A), Navajita azul (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths) Herrera (2001), Navajita velluda (*B. hirsuta* Lag. Var. *Glandulosa* Cerv.), Herrera (2001), Aparejo (*Muhlenbergia porteri* Scribn. ex Beal) Herrera y Pámanes (2010) y USDA-NCRS (2017), Escobilla (*Leptoloma cognatum* var. *arenicola*) Naturalista (2018), Punta blanca (*Trichachne californica* (Benth.) Chase ex Hitchc.) Smith (2012), y Navajita china (*Bouteloua breviseta* Vasey) (INE, 1994, USDA-NCRS S/A; Barkworth et al. 2008).

d) Matorral Desértico Rosetófilo. Dominan las especies con hojas alargadas gruesas de tipo coreáceas, con o sin espinas, dispuestas en forma de rosetas, Comprende especies como *Agave salmiana*, *A. scabra*, *A. durangensis*, Lechuguilla (*A. lechuguilla*), Guapilla (*Hechita* sp.), Palmas (*Yucca* spp.), Sotol (*Dasilirium* spp.), Candelilla (*Euphorbia antysiphilitica*) y el Ocotillo (*Fouquieria splendens*) con presencia de zacates como Zacatón Alcalino (*Sporobolus wrightii* Munro ex Scribn.) Herrera y Pámanes (2010), el cual es tolerante a salinidad y alcalinidad moderada, pero cuando ésta aumenta, cede el lugar a zacate salado (*Distichlis spicata* (L.) Greene) (IIZD-UASLP S/A; Herrera y Pámanes. 2010).

e) Matorral Crasicaule. Este tipo de vegetación está compuesto predominantemente por especies con tallos y cladodios crasos (suculentos) llamados pencas. Generalmente se encuentra asociado con mezquites, matorral espinoso y rosetófilo-micrófilo. Se caracteriza por la dominancia del género *Opuntia*:

Equinocactus, *Ferocactus* y *Mammillarias*. Entre las especies de mayor importancia se encuentran: *Opuntia streptacantha*, *O. cantabrigensis*, *O. imbricata*, *O. leptocaulis*, *O. violacea*, *O. rastrera*, *O. ruffida*, *Mammillaria* spp. y *Ferocactus* spp. Dentro de las especies de zacates se encuentran principalmente al género: *Bouteloua* (CONANP, 2014).

f) Bosque templado mixto de Pino-encino

Los bosques presentes en la zona son dominados por comunidades puras y mezcladas, resaltando los bosques de pino, de encino, mezclas de pino-encino y encino-pino, así como los bosques de táscate (*Juniperus* sp.) principalmente. (CONANP, 2014). Y de la familia de las Poaceae se encuentran presentes: Zacate Pajón (*Aegopogon cenchroides* Humb. & Bonpl.), Popotillo (*Andropogon gerardii* Vitman), Liendrilla de pinar (*Muhlenbergia dubia* E. Fourn.), Liendrilla fina (*Muhlenbergia minutissima* (Steud.) Swallen), y Arrocillo (*Piptochaetium fimbriatum* (Kunth) Hitchc.) entre otras especies

(Herrera y Pámanes. 2010; Barkworth *et al.* 2008). En el norte del estado de Zacatecas, se localizan áreas relicto de bosque caracterizados por la especie *Pinus johannis*.

g) Pastizales. En los pastizales dominan las gramíneas, particularmente adaptadas a condiciones de deficiencia de drenaje y suelos pobres con exceso de sales (halófilos). Son frecuentes las especies: *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *B. curtipendula*, *Andropogon hirtiflorus* y *Aristida divaricata*. Entre los pastizales que crecen en suelos salinos y a menudo alcalinos, se encuentran: *Sporobolus wrightii*, *Eragostris obtusiflora*, *Bouteloua dactyloides*, Navajita azul (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths) y en suelos con exceso de yeso (gipsófilos) predominan: Zacate yesoso (*Bouteloua chasei* Swallen) HERBANWMEX (1989), *Muhlenbergia purpusii* Mez (UNIBIO, 2010). Zacate Liendrilla salina (*Muhlenbergia villiflora* Hitchc.)

Naturalista (2018) y *Sporobolus nealleyi* Vasey. (NRCS-USDA, 2018; Barkworth *et al.* 2008).

Según CONANP (2014), los ecosistemas naturales presentes en las tierras secas también han sido transformados. Un ejemplo de ello es que entre 2007 y 2011 se reportan decrementos de casi 246,000 hectáreas de matorral xerófilo y alrededor de 105,000 hectáreas de pastizales naturales.

Uso sostenible del pastizal

Con base al concepto de sustentabilidad, debe de considerarse que se refiere al uso por debajo de su producción total a fin de permitir a los recursos naturales su resiliencia, garantizando con ello su uso para posteriores generaciones, satisfaciendo el requerimiento de alimento y de otros recursos naturales. Este aspecto coincide con lo expuesto en el informe de la Comisión mundial sobre el medio ambiente y desarrollo (ONU, 1987). Por otra parte, Becker *et al.* (2017) señalan que al utilizar divisiones (potreros) del pastizal y cuando estas se

incrementan, tienden a mejorar los indicadores de sostenibilidad de los recursos naturales (tierra), además de los económicos y sociales.

Existen dos pilares fundamentales para un manejo adecuado de los agostaderos bajo condiciones de pastoreo: a) La determinación de la capacidad de carga (carga animal ajustada) y b) El sistema de utilización (continuo o rotacional); estos dos aspectos determinan la productividad individual y por unidad de superficie de un sistema la producción de ganado (McMeekan y Walshe, 1963; White, 1987).

Determinar la carga animal es una práctica importante ya que, el animal en su exploración para encontrar alimento por efecto del pisoteo modifica las propiedades de los suelos, los cuales de manera directa están asociados con productividad vegetal forrajera, ciclo de nutrientes e hidrología de los pastizales (Beukes y Cowling, 2003; Tate *et al.* 2004, Steffens *et al.* 2008; Velásquez *et al.* 2017). Oniki *et al.* (2018), reafirman que existe una relación indirectamente proporcional, ya que, al incrementar la

carga animal, la productividad de las plantas del pastizal decrece. Tal respuesta de los pastizales también ocurre en México, particularmente en las zonas de baja precipitación (Sánchez, 1984; Velásquez *et al.* 2011).

Para Pulido (2014), las cargas animal altas, alteran la resiliencia de los zacates forrajeros, afectando significativamente la cobertura sobre los suelos, particularmente en años secos, pues aumenta la erosión laminar al inicio de lluvias, llegando incluso a desaparecer el horizonte Ah (horizonte superficial del suelo), teniendo como efecto secundario la disminución de la producción forrajera, debido a la modificación de la densidad aparente en los primeros 10 cm de profundidad del suelo. Coincidiendo con lo publicado por Echavarría *et al.* (2007), quienes determinaron que el pastoreo continuo por efecto de pisoteo aumento la densidad aparente del suelo, propiciando una menor captación de humedad y mayor resistencia a la penetración del agua, al contrastar pastoreo continuo contra pastoreo rotacional, los autores asumen que el pastoreo rotacional mejoro la conservación

del agua en suelo, debido a que la cobertura fue mayor bajo este esquema de utilización del pastizal.

Para regular la carga animal de un pastizal debe conocerse que cantidad del crecimiento aéreo debe ser removido por el animal, en este sentido Holecheck (1988; citó a Pechanec y Stewart, 1949), presento una tabla de remoción del follaje para diferentes precipitaciones pluviales y diferentes comunidades vegetales. Para lugares con precipitaciones de 130 hasta 300 mm anuales de lluvia recomienda la remoción de 30 a 40 % del crecimiento anual, mientras que en un pastizal mediano abierto con 250 hasta 1000 mm de lluvia se sugiere remover entre el 40 y 50% (citado de Klipple y Costello, 1960).

Holecheck (1988) concluye que al contrastar pastizales de los Estados Unidos de Norteamérica y de África registran que un equilibrio de uso en promedio para zacates perennes debe ser de 50 a 60%. Grado de uso que, para los pastizales de México también es recomendada, aunque cabe destacar que no todas las especies vegetales

responden igual (Trejo, 2005) encontró que *Aristida curvifolia* responde bien al 50% de uso, mientras que *Bouteloua gracilis* tolera hasta 90% de remoción de forraje. Para Mousel *et al.* (2011) incrementar la carga animal al final de la estación de verano es más crítica dado que disminuye hasta en 25% la producción anual de las gramíneas invernales, para Trejo (2005) identifica que las especies de nuevo son determinantes en la respuesta debido a que algunas como *Bouteloua gracilis* muestran niveles de tolerancia variable a la presión de uso a través de la época del año.

En el estado de Zacatecas Gutiérrez *et al.* (2007), encontraron que de la producción forrajera de los pastizales medianos abiertos del estado debería utilizarse solo el 60% del crecimiento aéreo, para favorecer la recuperación del zacate después de una defoliación, además de que en pastoreo continuo contra pastoreo rotacional hubo menos de 4% de cobertura basal sobre el suelo, además al evaluar la cobertura a través del año (verano, otoño, invierno y primavera) determinaron que ésta decreció (60, 38.2, 37 y 21%, respectivamente) por lo

cual debe de tenerse el correspondiente cuidado a fin de evitar desproteger el suelo y que éste se vea expuesto a factores ambientales que lo erosionen. Liang *et al.* (2009) encontraron que el disturbio debido a la intensidad del pastoreo no excedió la tolerancia del ecosistema del pastizal dentro del tratamiento de pastoreo ligero; sin embargo, las condiciones vegetativas (desarrollo de raíces) en el tratamiento de carga animal alta llegaron a ser pésimas con incrementos en la presión de pastoreo.

Debido a que, la producción de las plantas depende principalmente de la cantidad de lluvia (Bonham, 1989), se recomienda que el muestro de rendimiento de forraje en pastizales deberá realizarse al final de dicha estación, con el propósito de cosechar su mayor producción. Esta estimación para el norte-centro de México corresponde a finales del mes de octubre, y es con esa cantidad de forraje con la cual se deberán realizar los ajustes en la carga animal hasta la próxima estación de crecimiento.

Un aspecto clave es conocer la unidad animal, la cual determina la presión que se les dará a las plantas del

pastizal, en este sentido Scarnecchia (2004), explica que la unidad animal es abstraída como una unidad de demanda de energía independiente de las consideraciones interactivas del forraje o el ambiente. El resultado es un concepto simplificado que puede ser usado para expresar explícitamente la equivalencia animal y también tiene utilidad en una red de conceptos más complejos e interactivos involucrando los recursos naturales y el ganado.

La unidad animal es una de las principales variables asociadas a vegetación, combina conceptos de uso, de producción, de calidad del forraje y de requerimientos adecuados de alimento por el ganado (Heady, 1955).

Determinación de capacidad de carga animal

La determinación apropiada de animales que puede sustentar un pastizal ha sido considerada por Stoddart y Smith (1943), y es la principal herramienta para determinar la capacidad de carga animal. Una explicación válida es que, ajustar carga animal tiene por propósito cuidar la

producción individual de cada animal, pero también cuidar la producción primaria del pastizal, sin alterar su salud, con variables tan relevantes como la composición botánica, el vigor de plantas forrajeras y estabilidad de suelos, la estabilidad de los suelos y la hidrología.

Debido a que el comportamiento agroclimático es cambiante a través del tiempo y del espacio, debe entonces, estimarse la capacidad de carga animal preferentemente cada año en cada potrero. No debe dejarse de lado la supervisión continua del uso de cada potrero ya que, existe heterogeneidad en el uso del pastizal, de ahí que incluso deba reconsiderarse el número de animales a asignar.

En superficies con sobrepastoreo y también subutilizado Borrelli (2001), ha identificado que, el ganado presenta estrategias de pastoreo según el tamaño y etapa fenológica de las plantas, aspecto a estar continuamente evaluando. En este sentido, Bonham (1989), agrega que existen cuatro aspectos a considerar en la asignación del número de animales por unidad de superficie:

- a) No todas las plantas son utilizadas por el ganado (herbáceas, arbustivas, incluso árboles).
- b) La producción de las plantas forrajeras difiere anualmente.
- c) La producción de forraje anual por las diferentes especies es reflejo del manejo históricamente asignado (defoliación, clima).
- d) La estimación de forraje es solo una aproximación.

Los pasos a seguir para esta determinación de carga animal ajustada son los siguientes:

- a) En un plano del rancho delimitar los potreros (pastas), diferenciando las comunidades vegetales y en estas, habrá que realizar los muestreos requeridos, a fin de que sean representativos del área de estudio, se distribuyen cuadrantes a través del espacio, tratando de cubrir por grupo de muestreos sitios homogéneos. A fin de que posteriormente entre ellos exista un promedio que permita realizar planes de manejo de carga animal

por potrero. Posterior a la cosecha del forraje, este deberá separarse distinguiendo el del crecimiento del año curso y el anterior (material oxidado) pues no es material consumible por el ganado. y de ellos obtener la media de producción de forraje disponible para en función de ellos establecer cuanto tiempo podrá alimentarse al hato removiendo solo el 60% del crecimiento aéreo, aunque algunos autores como Bonham (1989), sugieren que, como promedio solo sea removido el 50% del crecimiento aéreo, brindando con ello, mayor seguridad de no afectar el crecimiento posterior de las plantas defoliadas por el ganado (Figura 1).

- b) Para el cálculo del número de cabezas que pueden sustentarse con la producción de MS, es indispensable conocer el requerimiento por tipo de animal. Para ello en principio y como criterio básico; deberá saberse que la unidad animal (UA) es representada por una vaca con una cría igual o menor a seis meses y que esta UA consume el 3% de su peso vivo, equivalente a 13.5 kg de MS por día (Cuadro 1), (Bonham, 1989; NRCS, 1997).



(A)



(B)

Figura 1. Distribución de cuadrantes (A) para muestreo de forraje (B) y determinación de producción de MS.

Cuadro 1. Unidad Animal y sus equivalencias en
en otras especies animal.

<u>Tipo de animal</u>	<u>Unidades Animal Equivalentes (UAE)</u>
Vaca de 400 a 450 kg de peso	1.00
Vaca adulta con su cría (menos a 7 meses)	1.00
Toro adulto	1.25
Bovino destetado (8 a 17 meses)	0.70
Bovino macho (2 años)	0.90
Una Oveja y su cría	0.20
Una Cabra con su cría	0.17
Caballo de 2 a 3 años	1.00
Caballo mayor a tres años	1.25
Caballo menor a 3 años	0.75
Una yegua con su cría	1.25
Burro o mula	1.00
Un venado Cola blanca	0.14
<u>Un venado Bura</u>	<u>0.25</u>

Fuente: Diario Oficial de la Nación 31/12/1969

La defoliación afecta la velocidad de recuperación de las plantas, después de una defoliación, además de la producción de forraje y calidad del forraje, influyendo incluso en la composición botánica de los pastizales; sin embargo, cuando no existe control de la carga animal, el efecto negativo sobre las plantas llega a ocasionar que ellas lleguen a morir, situación que responde

negativamente al prolongar el período de uso de las plantas del pastizal (sobrepastoreo).

Por las razones expuestas, el ajuste de carga animal debe tener como prioridad mitigar el impacto animal sobre la vegetación y conservación de suelo y agua, así como maximizar la producción de ganado y fauna de manera sostenida a través del tiempo.

Ejemplo del cálculo de carga animal

Consideraciones

1. Una Unidad Animal (UA) es un bovino de 450 kg de peso vivo más una cría menor o igual a 6 meses.
2. Se estima que el consumo total de materia seca por día es de 13.5 kg/UA, equivalente al 3 % de su peso vivo.

Pasos para el cálculo

1. Considere como ejemplo que cuenta con una superficie de 3,000 ha y un tamaño hipotético del hato de 100 UA.
2. Producción hipotética promedio de forraje en base seca de 250 kg/ha; considerando que se recomienda remover sólo 60% de la producción en pie= $250 \times 0.6 = 150$ kg MS/ha disponible para consumo directo por el ganado.
3. $3,000 \text{ ha} \times 150 \text{ kg MS/ha} = 450,000 \text{ kg MS total del predio} = 450 \text{ ton de MS}$.
4. $100 \text{ UA} \times 13.5 \text{ kg de consumo de forraje al día} = 1,350.00 \text{ kg de consumo de forraje diario}$.
5. Período de consumo nueve meses (época de estiaje) = $1,350 \text{ kg de MS diaria} \times 270 \text{ días (9 meses)} = 364,500 \text{ kg MS}$.

Con el dato de consumo indica que existe un remanente de 85,500 kg de MS.

De acuerdo a los datos anteriores y ajustando la carga animal de acuerdo a la disponibilidad de

forraje excedente, se puede alimentar a 23.5 UA más durante los nueve meses estimados. Periodo en el cual se alimenta el ganado sin detrimento de la condición del pastizal.

6. Con base en el cálculo de este ejemplo, la recomendación es incrementar la carga animal actual a 23.5 UA.

MATERIALES Y METODOS

Calculo de carga animal para el semiárido Zacatecano

Se recabaron datos de campo en la región de Salaverna y Mazapil, Zacatecas (Figura 2), en una subcuenca denominada Las Majadas, perteneciente a la subcuenca RhP31 de la Región Camacho-Gruñidora, la cual abastece el acuífero de Cedros y Nazas-Aguanaval (Arriaga *et al.* 1998), el tipo de vegetación es bosque latifoliado con presencia de pastos forrajeros como: Banderilla (*Bouteloua curtipendula Michx. Torr.*) Herrera (2001), y Navajita azul (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths).

Como se ha señalado la productividad primaria del pastizal depende en gran medida de las condiciones de clima, así como de la carga animal que se le otorgue en cada época de apacentamiento. Para identificar la importancia en parte del clima, en el Cuadro 2 se muestra el rendimiento de dos años 2015 y 2017, en el 2015 dio inicio la exclusión al pastoreo y en 2017 contrastando el rendimiento fuera y dentro del área de exclusión al pastoreo de ganado mayor se muestrearon las dos condiciones.

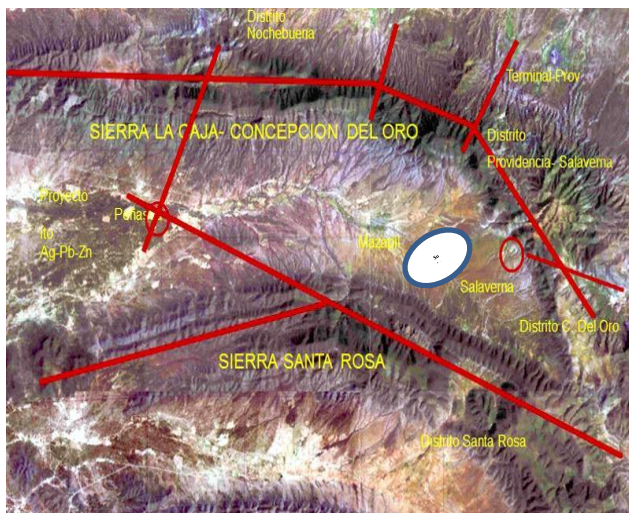


Figura 2. Ubicación de la subcuenca Las Majadas en Salaverna, Mazapil, Zac.

La superficie muestreada de la subcuenca se encuentra dentro de las coordenadas geográficas de 101° 36´ de longitud y 24° 18´ de latitud y, su altura es de 2230 M.S.N.M. El suelo es de color castaño “arcillo-arenoso”. La superficie es de 60 ha, donde se encuentra anidada 0.5 ha. Excluida al pastoreo (por tres años “2014-2017”).

RESULTADOS

Desde el año de 2015 se excluyó al pastoreo un área de pastizal. Se realizó un muestreo inicial dentro y fuera de esta superficie, se estimó la producción forrajera llegando a determinar que existían 13.41 g m² con lo cual se determinó que se requerían 21.14 ha por unidad animal (UA) en nueve meses. Posteriormente en 2017 se volvió a estimar la capacidad de carga animal y se concluyó que fuera del área de exclusión hubo un rendimiento de 16.67 g MS m², lo cual permite sostener en 17.00 ha por UA en nueve meses. Dentro de la exclusión al pastoreo con mayor cantidad de forraje disponible; se estimó en 40.88 g de MS m², por lo que se requieren 6.93 ha/UA en nueve

meses con consumo ajustado del 60 % de forraje disponible (Cuadro 2).

La respuesta observada de la capacidad de carga se manifiesta en la diferencia aún bajo las mismas condiciones ambientales, lo cual implica que el uso moderado de la vegetación del pastizal si responde favorablemente a los estímulos de defoliación a que se sometan las plantas, aunado a las condiciones de precipitación acumulativas a través del tiempo.

Esta respuesta es avalada por Fynn *et al.* (2017) quienes concluyen que la carga animal debe establecerse de manera conservadora para permitir una adaptación más fácil del número de animales a la variabilidad de la lluvia de un año a otro. Tal aseveración, fortalece la recomendación de utilizar solo una fracción del crecimiento aéreo del forraje del pastizal a fin de favorecer la fotosíntesis compensatoria, ya que el sobrepastoreo tiende a eliminar el área fotosintéticamente activa reflejándose en lo propuesto por Wiegand (2004), de que también el pastoreo interrumpe el reciclado de N, retirándolo como tejido verde

removido por el consumo directo del herbívoro y retrasando o disminuyendo la capacidad de las plantas para volver a crecer en posteriores estaciones de crecimiento.

Cuadro 2. Producción de materia seca forrajera (g m^{-2}) y carga animal en la localidad de Mazapil, Zacatecas.

Parámetro	Año		
	2015	2017	2017
	Fuera de Área de Exclusión	Fuera de Área de Exclusión	Dentro de Área de Exclusión
	g MS m^{-2}		
Rendimiento de forraje en base seca	13.41	16.67	40.88
Carga Animal Ajustada por UA en nueve (9) meses	21.14 ha *	17.00 ha *	6.93 ha *

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en campo. * Hectáreas requeridas para el consumo ajustado al 60% del forraje disponible.

Por otra parte, el uso de áreas de exclusión en este estudio permitió contrastar el efecto de la defoliación continua contra el descanso, ya que al observar el rendimiento de forraje en base seca (Cuadro 2), este fue de hasta 2.4 veces mayor cuando fue excluido el ganado. Este comportamiento coincide con lo expuesto por Snyman (2005) al señalar que posterior a una defoliación por el ganado debe existir un periodo de tiempo suficiente para que las plantas realicen una translocación de fotosintatos a los órganos de almacenamiento (corona y raíz), así como tiempo suficiente para promover el crecimiento radicular, al menos durante parte de la estación de crecimiento. Este crecimiento de raíces está asociada a la capacidad de rebrote de las plantas perenes principalmente gramíneas debido a la reserva de nutrientes que contienen, favoreciendo el rebrote al año siguiente, después de un periodo prolongado de sequía.

DISCUSIÓN

Históricamente al pastoreo de ganado es una perturbación ecológica y en la actualidad, a escala de paisaje, ha

causado una reducción progresiva de las hierbas y zacates perennes, asociado a un incremento en la densidad de arbustos leñosos y plantas anuales, ambos considerados como maleza en las comunidades de los pastizales del desierto (Lightfoot, 2018).

De ahí que el sobrepastoreo sea una perturbación importante del ecosistema en las regiones áridas que cada vez se ven más amenazadas por el cambio climático. Actualmente los datos sobre la distribución espacial detallada a largo plazo de las actividades de pastoreo son raros, es evidente que su efecto negativo pone en riesgo la permanencia de la producción de carne en pastizales, debido al deterioro en la salud de los mismos.

En este sentido los datos observados en el área excluida al pastoreo fortalecen el hecho de que se requiere permitir a la vegetación periodos de descanso, a fin de que mejore su condición. Incluso llega a ser una herramienta clave en el manejo de los recursos naturales para mejorar la producción de forraje y en consecuencia la capacidad de incrementar la carga animal.

El no contar con información del impacto del pastoreo sobre la dinámica de la vegetación a través del tiempo, impide la detección de tendencias del comportamiento de los recursos naturales y las evaluaciones del impacto ambiental atribuido a la actividad animal. Existen antecedentes de que el pastoreo excesivo ha planteado desafíos significativos para la recuperación del ecosistema de pastizal. En este sentido, el área excluida al pastoreo evaluada a través del tiempo ha permitido detectar que si existe una respuesta acumulada de los recursos agua y suelo al descansar áreas altamente perturbadas. De nueva cuenta, permitiendo de esta manera, la mejora progresiva de los pastizales ante una sobreutilización histórica por el ganado doméstico. La respuesta encontrada en el área de estudio coincide con algunos reportes entre ellos el realizado en una evaluación de efecto acumulativo del pastoreo, en este orden de ideas Reece (2004), reporto que la alta carga animal fue determinante para reducir la densidad de *Helianthus rigidus*.

Con base en que el crecimiento vegetal de las especies deseables del pastizal de regiones semiáridas y áridas, tienen alta dependencia en la disponibilidad del agua de lluvia, se recomienda utilizar no más del 60% del forraje durante la época de crecimiento activo de las plantas del pastizal, y el 40% remanente, utilizarlo antes de la estación de lluvias o bien en caso de eventos extraordinarios de sequía, emplearlo como una estrategia (banco de forraje) de permanencia en la producción animal.

En atención al pronóstico de la FAO (2014), es importante vigilar constantemente la presión de la carga animal a que son sometidos los pastizales, ya que estos enfrentan un alto riesgo por sequias cada vez más intensas y recurrentes. Razón por la cual, a nivel de unidad de producción, los ganaderos deben conocer su capacidad de sustento animal al final de la estación de crecimiento (principios de otoño), para calcular y ajustar los requerimientos de forraje durante la próxima estación de estiaje siguiente.

En el caso de observar efectos de deterioro de la condición del pastizal (reducción de la cobertura vegetal del suelo, afloramiento de capas subsuperficiales y rocas, formación de arroyuelos y cárcavas, invasión de especies indeseables, reducción de la disponibilidad de materia seca, etc.) se debe considerar que la causa de lo anterior es una carga animal inadecuada; por lo que se recomienda realizar nuevamente el ajuste de la carga animal adecuada.

RECOMENDACIONES

1. Introducir la práctica del ajuste periódico de la carga animal, observando en conjunto la estabilidad del pastizal como la producción animal, esto al menos una vez al año.
2. Utilizar alrededor del 60% del forraje disponible en cada periodo de apacentamiento permite que las plantas del pastizal se recuperen rápido posterior a la defoliación, reduciendo el grado de deterioro del pastizal. A modo de ejemplo, si se retiran los animales de un potrero con un uso de las plantas a nivel de suelo, los días necesarios para volver a pastorear un potrero es mayor, afectando

negativamente la producción de carne de cada rancho.

IMPLICACIONES

La carga animal alta, impacta negativamente en la salud del pastizal, reflejándose en pobre cobertura sobre el suelo, mayor riesgo de erosión y escurrimiento del agua de lluvia y reducción drástica en la producción de plantas forrajeras.

CONCLUSIONES

Las condiciones de clima, son determinantes para obtener una producción forrajera, de ahí que debe quedar establecido que la carga animal debe poseer la flexibilidad en tiempo y espacio necesaria para tener una producción animal sin deterioro de los recursos naturales y que comprometa en consecuencia la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales a lo largo del tiempo.

A través de la revisión de literatura se observa que es importante regular el uso de la vegetación, ya que debe dejarse parte del crecimiento aéreo funcional para que la resiliencia de las plantas ocurra y recuperen su follaje consumido por los herbívoros, para lo cual la intensidad de uso y la carga animal debe ser asignada con base a información real.

Por otra parte, debe establecerse un plan de monitoreo y observación de la vegetación de los pastizales en uso, lo anterior a fin de evitar pérdidas del vigor de las plantas forrajeras más importantes. Deben evitarse formación de parches desnudos del suelo y la pérdida de estabilidad del suelo. Finalmente deben implementarse medidas correctivas para evitar cambios irreversibles en la composición y estructura de la vegetación y funcionamiento del pastizal.

LITERATURA CITADA

- Asadi Z.M.A., S. Bellie, H. Malekinezhad, A. Sharma. 2017. Future aridity under conditions of global climate change. Journal of Hydrology. Vol. 554: 451-469 pp.
- Arriaga C.L., V. S. Aguilar, J.D. Alcocer, R.R. Jiménez, E.L. Muñoz, E.D. Vázquez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 00. 2ª. edición. Comisión Nacional para el 01. Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Barkworth M.E., K.M. Capels, S.Long, L.K. Anderton and M.B. Piep. 2008. Flora of North America. Magnoliophyta: Commelinideae (in part): Poaceae, part 1. Vol. 24. New York Oxford, Oxford University Press. 910 pp.
- Becker, W., K. Urs, S. Atkinson and R.Teague. 2017. Whole – Ranch Unit Analysis of Multipaddock Grazing on Rangeland Sustainability in North Central Texas. Rangeland Ecology & Management. Vol. 70 (4): 448-455.

- Beukes P.C., and R.M. Cowling. 2003. Non-selective grazing impacts on soil properties of the Nama Karoo. *J. Range Manage.* 56 (5):547-552.
- Bonham. Ch.D. 1989. Biomass. Cap. 6. Pp 199-255. In: *Measurements for terrestrial vegetation.* John Willey and Sons, Inc. New York., USA. 338 pp.
- Borrelli, P. 2001. Producción animal sobre pastizales naturales. Cap. 5. Pp 129-160. En *Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral*, P. y G. Oliva Ed. INTA Reg. Pat. Sur. 269 pp.
- Columbus, J. Travis and Smith, James P. Jr. (2010). "Nomenclatural Changes for Some Grasses in California and the Muhlenbergia Clade (Poaceae)," *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*: Vol. 28: Iss. 1, Article 7.
- Comerón E. 1999. Carga de Animal en Pasturas de Alfalfa. *Revista Chacra N° 823* (Suplemento Especial Tambo Nro.4). Argentina.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2014. Estudio Previo Justificativo para

el establecimiento del área natural protegida de competencia de la Federación con la categoría de Reserva de la Biosfera “Desierto Semiárido de Zacatecas”, ubicada en el estado de Zacatecas, 303 pp.

COTECOCA. 1967. Metodología para determinar tipos vegetativos, sitios y productividad de sitios. SAG. Pub. No. 8. México.

Diario Oficial de la Nación. 1969. Tabla de equivalencias de ganado mayor y menor. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2054508&fecha=31/12/1969. (7 de septiembre del 2018)

Díaz P.G., I.C. Sánchez, R.A.P. Guajardo, A.L.P. Del Ángel, A.C. Corral, G.G. Medina, D.C. Ibarra. 2011. Mapeo del índice de aridez y su distribución poblacional en México. Rev. Chapingo ser. cienc. for. Ambient. vol.17 no. Spe. Chapingo.

Echavarría Ch. F.G., P.A. Serna, y V.R. Bañuelos. 2007. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: II Cambios en el suelo. Tec Pec Méx.

45(2):177-194.

FAO. 2014. México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. 290 pp.

Fynn W.S.R., Kirkman K.P., and R. Dames. (2017) Optimal grazing management strategies: evaluating key concepts, African Journal of Range & Forage Science, 34:2, 87-98.

González G.F.J., y F.O. C. Carrete. 2007. Manejo de la carga animal en el agostadero. Folleto Técnico No. 29. INIFAP-CIRNOC-CEVAG. 25 pp.

Granados D.S., A.G. Sánchez, R.L.V. Granados y A.R. Borja. 2011. Ecología de la vegetación del desierto Chihuahuense. Rev. Chapingo ser. Cienc. For. Ambient vol. 17. *versión On-line* ISSN 2007-4018

Gutiérrez L.R., Medina G.G., y Amador R.M.D. 2007. Carga Animal del pastizal mediano abierto en Zacatecas (Segundo trimestre del 2007). Folleto Informativo No. 36. INIFAP-CIRNOC-CEZAC. 36 pp.

Heady H.F. 1955. Techniques useful in range management. J. Range Manage. 8 (3): 114-116.

HERBANWMEX. 1989. *Bouteloua chasei* Swallen.

<http://herbanwmex.net/portal/collections/individual/index.php?occid=1115667>. (16 de

agosto del 2018).

Herrera, A.Y. 2001. Las gramíneas de Durango. IPN.

CONABIO. Edit. La Impresora. 478 pp.

Herrera A.Y. 2009. Estudio florístico de las gramíneas de Zacatecas. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Durango. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. EE014. México, D.F.

Herrera, A.Y., and P.M. Peterson. 2007. Muhlenbergia (Poaceae) de Chihuahua, México. BRIT.ORG/SIDA, SIDA, BOT. MISC. 29. 109 pp.

Herrera A.Y., y D.P. Pámanes. 2010. Guía de Pastos de Zacatecas. Instituto Politécnico Nacional CIIDIR IPN Unidad Durango. Pág. 56.

Holechek J.L. 1988. An Approach for Setting the Stocking Rate. Rangelands 10(1):10-14.

Instituto de Investigaciones de Zonas Deserticas- Universidad Aut. de San Luis Potosí (IIZD-UASLP). S/A. Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas.

<http://repositorio.fciencias.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11154/142655/18VVegetacionPartes>.

pdf?sequence=1. (27 de julio del 2018).

Instituto Nacional de ecología (INE). 1994). Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (Región Norte). 115 pp.
http://repositorio.inecc.gob.mx/ae2/ae_333.736153_c655.pdf. (27 de julio del 2018).

Killple G.E., and D.F. Costello. 1960. Vegetation and cattle responses to different Intensities of grazing on shortgrass ranges of the Central Great Plains. USDA Tech. Bull. 1216.

Liang Y., G. Han, H. Zhou, M. Zhao, H.A.Snyman, D. Shan, and K.M. Havstad. 2009. Grazing Intensity on Vegetation Dynamics of a Typical Steppe in Northeast Inner Mongolia. Rangeland Ecology and Management. Vol. 62 (4): 328-336.

Lightfoot D.C. 2018. The effects of livestock grazing and climate variation on vegetation and grasshopper Communities in the northern Chihuahuan Desert. Journal of Orthoptera Research 27(1): 35–51.
<https://doi.org/10.3897/jor.27.19945>.

Martínez R. M. 2008. Grupos Funcionales. En: Capital Natural de México, vol. 1: Conocimiento actual de la

Biodiversidad. Cap. 13. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Pág. 366-414.

- McMeekan C.P., and M.J. Walshe. 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. J. Agric. Res. (Camb.) 61: 147-166.
- Mejía S.M.T., y P.A. Dávila. 1992. Gramíneas útiles de México. Instituto de Biología. UNAM. Cuadernos del Instituto de Biología 16. 301 pp.
- Mousel E.M. W.H. Schacht, P.E. Reece, A.E.Herron, and A. Koehler. 2011. Vegetation Production Responses to October Grazing in the Nebraska Sandhills. Rangeland Ecology & Management. Vol. 64 (2); 208-214.
- Naturalista. 2018. *Leptoloma cognatum*.
<https://www.naturalista.mx/taxa/122567-Leptoloma-cognatum>. (8 de agosto del 2018).

- Naturalista. 2018. Liendrilla Salina *Muhlenbergia villiflora*.
<https://www.naturalista.mx/taxa/165582-Muhlenbergia-villiflora>. (16 de agosto del 2018).
- Neilly H., P. O'Reagain, J. Vanderwal, and L. Schwarzkopf. 2018. Profitable and Sustainable Cattle Grazing Strategies Support Reptiles in Tropical Savanna Rangeland. *Rangeland Ecology and Management*. Vol. 71 (2): 2015-212.
- Nelson, R. 2003. ClimGen: Weather Generator (Version 4.01.05). [Software de cómputo de libre acceso]. Washington State University. <http://www.bsyse.wsu.edu/climgen>.
- NRCS. 1997. National Range and Pasture Handbook, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C. 472 pp.
- NRCS-USDA. 2017. *Muhlenbergia porteri* Scribn. ex Beal. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=mupo2> (04 de septiembre del 2018).
- NRCS-USDA. 2018. *Sporobolus nealleyi* Vasey. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=SPNE>. (16 de agosto del 2018).

- Oniki S., k. Shindo, S. Yamasaki, and K. Toriyama. 2018. Simulation of Pastoral Management in Mongolia: An Integrated System Dynamics Model. *Rangeland Ecology & Management*. Vol. 71 (3): 370-381.
- Orestis, K., Ch. Karavitis, L. Salvati, A. Kounalaki and K. Kosmas. 2015. Exploring the Impact of Overgrazing on Soil Erosion and Land Degradation in a Dry Mediterranean Agro-Forest Landscape (Crete, Greece). *Arid Land Research and Management*. 29: 360 – 374. DOI: 10.1080/15324982.2014.968691.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1987. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. (8 de junio del 2018).
- Pechanec J.F., and O. Stewart. 1949. Grazing spring-fall ranges in southern Idaho. *USDA Clrc*. 808.
- PNUMA. 2007. Cambio Climático y diversidad biológica. Convenio sobre la diversidad biológica. https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet_01-es.pdf. Citado el 16 de mayo del 2018.

- Pulido F.M. 2014. Indicadores de calidad del suelo en áreas de pastoreo. Tesis Doctoral. Departamento de Arte y Ciencias del Territorio. Universidad de Extremadura. 274 pp.
- Reece, P.E., H.W. Schacht, and A.E. Koehler. 2004. Stiff sunflower population dynamics on summer-grazed Sandhills Rangeland. *J. Range Manage* 57: 590-596.
- Sánchez, B., C. 1984. Effects of livestock grazing and exclusión on infiltration and sediments yields for different range sites on El Plateado Watershed. Zacatecas, México. Ph. D. Dissertation. New Mexico State University. Las Cruces, NM.
- Scarnecchia D. L. 2004. Viewpoint: Entropy, concept design, and animal -unit equivalence in range management science. *J. Range Manage.* 57: 113-116.
- Smith J.P. Jr. 2012. *Digitaria californica var. californica*, in Jepson Flora Project (eds.) Jepson eFlora http://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora_display.php?tid=91743. (8 de Agosto del 2018).

- Snyman H.A. 2005. Rangeland degradation in a semi-arid South Africa—I: Influence on seasonal root distribution, root/shoot ratios and water-use efficiency. *Journal of Arid Environments* 60: 457–481.
- Steffens, M., A. Kölbl, K.U. Totsche and I.K. Kögel. 2008. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). *CATENA*. 143: 63 – 72.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.09.004>.
- Stoddart L., and A.D. Smith. 1943. *Range Management*. McGraw-Hill. New York.
- Tate K.W. Dudley, D.M. McDougald, M.R. George. 2004. Effect of canopy and grazing on soil bulk density. *J Range Manage.* 57 (4): 411-417.
- Trejo H.R. 2005. Respuesta de dos zacates de un pastizal semiárido a diferentes intensidades y épocas de utilización. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 159 pp. Saltillo, Coah., Mx.
- UNESCO, 1982. *Development of arid and semi-arid lands: obstacles and prospects (MAB technical notes, 6)*.

84 pp. ISBN 92-3-30 1484-3 UNESCO. (16 de mayo del 2018).

UNIBIO-UNAM. 2010. *Muhlenbergia purpusii* Mez. <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:PVsn17271>. (16 de agosto del 2018).

USDA. NCRS. S/A. Plant data base. *Panicum hallii* Vasey. <https://plants.usda.gov/java/reference?symbol=PAHA>. (6 de agosto del 2018).

USDA. NCRS. S/A. Plant data base. *Bouteloua breviseta* Vasey. <https://plants.usda.gov/java/reference?symbol=PAHA>. (8 de agosto del 2018).

Velásquez V.M.A., R.L. Gutiérrez, J.A.V. Muñoz. 2011. Manejo de la vegetación y su impacto en la respuesta hidrológica del suelo en un pastizal semiárido. Ingeniería Agrícola y Biosistemas 3(1): 17-23.

Velásquez V.M.A., I.C. Sánchez, H. Hawkins, A.P. Serna, R.L. Gutiérrez, and A.S. Pedroza. 2017. Rainfall-runoff relationships in a semiarid rangeland watershed in central México, based on the CN –

- NRCS approach. Model. Earth Syst. Environ. 3: 1263-1272. DOI 10.1007/s40808-017-0379-8.
- White D. H. 1987. Stocking rate. In: R. W. Snaydon (Ed).
Managed Grasslands, B. Analytical Studies. Elsevier
Publishers B.V. Amsterdam, pp 227-238.
- Wiegand T., H.A. Snyman, K. Kellner, J.M. Paruelo. 2004.
Do grasslands have a memory: modeling
phytomass production of a semiarid South African
grassland. Ecosystems 7: 243–258.
- Xiliang Li, X., X. Hou, Z. Liu, F. Guo, and Y. Ding. 2017.
Long-Term Overgrazing-Induced Changes in
Topsoil Water-Retaining Capacity in a Typical
Steppe. Rangeland Ecology & Management.
Volume 70 (3): 324-330.
- Zhang, X. y F. Yang. 2004. RClimDex 1.0. Departamento
de Investigación Climática del Servicio
Meteorológico de Canadá.
<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.html>.

REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

Dr. José Francisco Villanueva Ávalos
C.E. SANTIAGO IXCUINTLA

DISEÑO DE PORTADA

Dr. Ramón Gutiérrez Luna

CÓDIGO INIFAP

MX-0-241304-52-02-11-09-94

COMISIÓN EDITORIAL DEL CEZAC

Presidente: Dra. Raquel K. Cruz Bravo
Secretario: MC. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez
Vocal: Dr. Luis R. Reveles Torres
Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en noviembre de 2018 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.
Tel. 01 800 088 2222 ext 82328
www.zacatecas.inifap.gob.mx

Formato digital, mediante página internet en descargas ilimitadas

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez
Director de Coordinación y Vinculación

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Dra.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
MC.	José Ángel Cid Ríos*	Frijol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía
Becarios		
MC.	Juan José Figueroa González	Frijol y Garbanzo
MC	Miguel Servín Palestina	Ingeniería de Riego

WWW.INIFAP.GOB.MX

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias