

Diet of herbivores: technique, importance and implications in the wildlife management

Dieta de herbívoros: técnica, importancia e implicaciones en el manejo de fauna silvestre

Gastelum-Mendoza, Fernando I.¹; Serna-Lagunes, Ricardo²; Salazar-Ortiz, Juan^{3*};
Cantú-Ayala, César M.¹; González-Saldívar, Fernando N.¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Nacional Linares-Reynosa, Km. 145, 67700, Linares, Nuevo León, México. ²Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Orizaba-Córdoba; Josefa Ortiz de Domínguez S/N, Col. Centro, 94945, Peñuela, Municipio de Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México. ³Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Maestría en Paisaje y Turismo Rural. Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, 94946, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz.

*Autor para correspondencia: salazar@colpos.mx.

ABSTRACT

Objective: To review the contributions and implications of the microhistological technique in the management of wild herbivores and to provide recommendations for diet studies.

Design/methodology/approach: A meta-analysis was carried out on diet subjects in wild cervids and bovines in North America, in order to know the approaches of diet studies in the management of these species. These works are described and discussed and recommendations are given to adequately perform the microhistological technique.

Results: The microhistological technique is a fundamental tool in diet studies in wild herbivores. It has been used to evaluate the carrying capacity of species of hunting interest such as bighorn sheep. The use of sodium hypochlorite as a method of thinning has been questioned, however, it allows to identify cell structures efficiently, as long as the thinning time is not excessive. Dietary studies should be accompanied by an evaluation of forage availability. The stool collection must take place at least during the four seasons of the year and the number of samples must not be less than 50 samples per season.

Limitations of the study/implications: The use of the microhistological technique assumes that all plant species have the same percentage of digestibility. However, it allows to determine the diet in fecal samples, which is indispensable in evaluations of carrying capacity for wild herbivores.

Findings/Conclusions: The microhistological technique in the study of bighorn sheep using sodium hypochlorite has been an adequate method of thinning plant samples, to determine the availability of forage and in the determination of the diet are two aspects intimately linked for evaluations of habitat of this wild herbivore.

Keywords: Plant cells; stomata; bighorn sheep; ungulates; loading capacity

Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 4, abril. 2019. pp: 17-23.

Recibido: julio, 2018. **Aceptado:** marzo, 2019.

RESUMEN

Objetivo: Revisar los aportes e implicaciones de la técnica microhistológica en el manejo de herbívoros silvestres y brindar recomendaciones para realizar estudios de dieta.

Diseño/metodología/aproximación: Se realizó un meta-análisis en temas de dieta en cérvidos y bóvidos silvestres en Norteamérica, con la finalidad de conocer los enfoques de los estudios sobre dieta en el manejo de estas especies. Se describen estos trabajos, discuten, y brindan recomendaciones para realizar adecuadamente la técnica microhistológica.

Resultados: La técnica microhistológica es una herramienta fundamental en estudios de dieta en herbívoros silvestres. Ha sido utilizada para evaluar la capacidad de carga de especies de interés cinegético como el borrego cimarrón. El uso de hipoclorito de sodio como método de aclareo ha sido cuestionado; sin embargo, permite identificar las estructuras celulares eficazmente, siempre y cuando el tiempo de aclareo no sea excesivo. Los estudios de dieta deben estar acompañados de una evaluación de disponibilidad de forraje. La recolecta de heces debe realizarse al menos durante las cuatro estaciones del año y número de muestras debe ser superior a 50 por estación.

Limitaciones del estudio/implicaciones: El uso de la técnica microhistológica asume que todas las especies vegetales tienen el mismo porcentaje de digestibilidad. Permite determinar la dieta en muestras fecales, lo cual es indispensable en evaluaciones de capacidad de carga para herbívoros silvestres.

Hallazgos/conclusiones: La técnica microhistológica en el estudio del borrego cimarrón usando el hipoclorito de sodio ha resultado un adecuado método de aclareo de muestras vegetales y determinar la disponibilidad de forraje y con ello definir la dieta, aspectos íntimamente ligados para evaluaciones de hábitat de este herbívoro silvestre.

Palabras clave: Células vegetales; estomas; borrego cimarrón; ungulados; capacidad de carga.

ción ganadera en conjunto con el manejo de fauna silvestre, conocido inicialmente como ganadería diversificada. El objetivo la ganadería diversificada, es que la vegetación natural se maneje de forma sustentable, y sea utilizada tanto para los animales domésticos como para la fauna silvestre (SEMARNAP, 1997).

Conocer la preferencia alimenticia de ambos grupos de ruminantes es indispensable en el manejo óptimo del hábitat, y para ello la técnica microhistológica ha sido fundamental en los estudios sobre dieta de herbívoros silvestres y domésticos. La selección del alimento, está influenciada por el ambiente natural en el que un herbívoro pastorea (Neira y Habib, 1980). En este sentido, la dieta está delimitada a la disponibilidad de plantas que ofrece el hábitat. Conocer los requerimientos alimenticios de las especies animales silvestres susceptibles de manejo, puede determinarse a través de un análisis de dieta (González *et al.*, 2003; Valdez *et al.*, 2006). Con base en lo anterior, se describe el proceso para identificar la dieta de herbívoros, haciendo énfasis en el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Shaw) y las implicaciones y aplicaciones de los estudios de dieta sobre el manejo del hábitat; así como revisar los aportes de la técnica microhistológica en el manejo de herbívoros silvestres y brindar recomendaciones para realizar estudios de dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de esta revisión se basó en un meta-análisis, cuya finalidad es la búsqueda sobre temas relacionados con la técnica microhistológica aplicada en estudios de dieta de herbívoros silvestres (Ávila-Nájera *et al.*, 2018). Los resultados que se

INTRODUCCIÓN

En México desde del año 1650, la cría de ganado bovino para exportación representa una de las actividades económicas más rentables. Por más de 350 años mediante el pastoreo libre, se ha generado un impacto ecológico negativo a la cubierta vegetal natural; y aunado a esto, existe tendencia a la baja en la productividad ganadera, afectando la rentabilidad de las empresas, debida a la pérdida de forraje natural (Villarreal, 1999). Las tierras donde se pastorea el ganado, constituyen un recurso natural renovable, pero históricamente no se han aprovechado de forma sustentable con el medio ambiente (INE, 2000). Uno de los efectos más dramáticos que el humano causa en los ecosistemas silvestres es el cambio en la distribución natural de las especies nativas. El uso de ecosistemas naturales como agostaderos, causa pérdida de la cubierta vegetal y erosión del suelo (Elevitch, 2002). Bajo este panorama, en el noreste de México, se implementó un modelo de produc-

presentan son descriptivos clasificados en tres temáticas; adicionalmente se presentan resultados de un estudio sobre la dieta del borrego cimarrón realizado por el primer autor de este artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Importancia de la dieta de herbívoros

Los herbívoros silvestres son considerados selectivos: de la vegetación disponible, solo consumen algunas plantas, y específicamente algunas de sus partes, tales como las hojas, frutos y semillas. Esto ocasiona mayor presión o limitación en el desarrollo de las especies vegetales, modificando su dinámica y haciendo más evidente la dominancia de las especies de plantas menos consumidas (Laca y Demment, 1996). En el contexto del manejo de fauna silvestre, conocer los hábitos alimenticios es de gran relevancia para poder identificar sitios potenciales de reintroducción, hábitos forrajeros e identificar diferencias en el forrajeo entre sexos y entre edades de los animales. Esto permite evaluar nutrientes disponibles, capacidad de carga y aplicar herramientas de mejora del hábitat para el aumento de la productividad animal o en la suplementación animal (Geist, 1971; Fulbright y Ortega-Santos, 2006).

En Estados Unidos, las principales especies de interés cinegético como el borrego cimarrón (Figura 1), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y venado bura (*Odocoileus hemionus*), son las más estudiadas, en relación a su dinámica poblacional, comportamiento social y sus hábitos alimenticios (Tarango et al., 2002). Se conoce que la dieta del borrego cimarrón está compuesta por arbustivas (50%), herbáceas (35%), poáceas (11%) y suculentas (4%), siendo la dieta similar en machos y hembras a lo largo del año; a excepción del invierno, donde las herbáceas prevalecen más en las dietas de machos. Con esta información, se asume la amplia capacidad de adaptación del borrego a climas extremos, aunque las plantas suculentas no aparecieron en gran

porcentaje en la dieta, son especies "amortiguadoras" en las épocas más secas (Leopold y Krausman, 1991).

En Arizona, Estados Unidos, la dieta del borrego cimarrón fue similar durante los años de sequía y de lluvia. En contraste, la composición de la dieta de corderos fue independiente de los niveles de lluvia, pero el traslape de dietas entre y dentro de los grupos de edad fue más alta durante los años más lluviosos. Estos estudios, ayudan a comprender cómo la cantidad y distribución de la lluvia incide directamente en la composición de la dieta, permitiendo tener un panorama amplio de la preferencia alimenticia del borrego cimarrón, recomendando la propagación de las especies consumidas para evitar el sobrepastoreo (McKinney et al., 2003).

El análisis de dieta en ungulados silvestres se ha realizado para conocer cómo es el traslape en la selección del alimento. En Nuevo México, Estados Unidos, se reportan trabajos de traslape de dieta entre venado bura (*Odocoileus hemionus eremicus*) y el elk (*Cervus canadensis*), se encontró que ambos ciervos consumen tres de las cinco especies forrajeras más importantes como el roble (*Quercus* sp.), pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) y barbasco (*Verbascum thapsus*), con un traslape de dieta de 64%, se ha sugerido su reforestación para aumentar la carga animal (Smith y Lecount, 1979).

En México, se ha evaluado la disponibilidad de alimento y la competencia interespecífica para cuatro especies de interés cinegético en el estado de Tamaulipas: venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado Sika (*Cervus nippon*), ciervo rojo (*Cervus elaphus*) y antílope eland (*Taurotragus oryx*). En este estudio, se encontró que, en verano, el venado cola blanca tiene con el antílope la mayor competencia en la selección de plantas (42%), mientras que en otoño se presentó una similitud con el venado sika (45%), y en invierno se identificó la mayor similitud en la preferencia de plantas con



Figura 1. Ejemplares de borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Shaw) en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (Fotografía: F. González-Saldívar).

el ciervo rojo y el eland (43 y 55% respectivamente). La introducción de ciervos exóticos trae consigo el aumento en el consumo de plantas del ecosistema, que en el mediano plazo puede llevar a la extinción de las mismas (Olguín *et al.*, 2005).

En otro contexto, el conocimiento acerca de la dieta de algunos herbívoros silvestres se ha aplicado para tener una aproximación del comportamiento social, relacionado con la segregación sexual, la cual ocurre cuando hembras y machos ocupan sitios diferentes en época no reproductiva. Trabajos realizados en Kansas, EE.UU. sobre dieta en bisonte (*Bison bison*), indican que los machos contienen concentraciones más altas de C₄ en comparación con las hembras, juveniles y corderos. Diferencias en tamaño corporal fueron atribuibles al mayor requerimiento de energía por los machos y, en consecuencia, mayor consumo de forraje. Esta información fue el resultado de una comparación entre nutrientes de la dieta de machos, hembras, juveniles y corderos (Post *et al.*, 2001). Tarango *et al.* (2002), realizaron un estudio sobre dieta y segregación sexual del borrego cimarrón en el Desierto Sonorense en México, asumiendo que la dieta de grupos de machos y hembras segregados es diferente, ya que estos ocupan distintos sitios y por consiguiente tienen acceso a una amplia variedad de especies forraje; sin embargo, mediante un análisis de dieta, reportaron que no existe diferencia significativa entre estos grupos. Cabe mencionar que este trabajo es uno de los pocos reportados para México en relación a la dieta de especies de interés cinegético y se han basado en la técnica microhistológica, la cual consiste en identificar estructuras celulares

vegetales en muestras fecales (Main y Coblenz, 1990).

Descripción del análisis de la dieta de herbívoros

El objetivo principal de un estudio básico de dieta es la determinación cuantitativa de las especies vegetales que la conforman; y para lograrlo, se hace uso de varias técnicas, siendo la técnica microhistológica la más utilizada y en la que se centra este trabajo. En términos generales, esta técnica consiste en identificar y cuantificar fragmentos epidérmicos vegetales en muestras estomacales o fecales (Baumgartner *et al.*, 1939). Otras técnicas se basan en la observación directa del forrajeo de los animales; la separación manual de las especies presentes en muestras de excrementos; de contenido estomacal y la espectroscopia. Sin embargo, se ha criticado el uso de la identificación directa en muestras de contenido estomacal, porque es complicado identificar las especies de plantas; en la observación directa se interfiere en el forrajeo de los animales generando un sesgo en el forrajeo y la espectroscopia no permite diferenciar algunas estructuras vegetales (Holechek, 1982).

En forma general, los pasos a seguir para conocer las preferencias alimenticias de un herbívoro silvestre son:

- Caracterizar el ecosistema y definir los tipos de vegetación presentes.
- Recolecta botánica de las especies presentes en el ecosistema y recolección de las heces fecales de la especie de estudio.
- Identificación taxonómica de las especies vegetales presentes dentro del área de estudio y elabo-

ración de un catálogo de referencia.

- Secar las heces en estufas de aire a una temperatura de 70 °C durante 24 h. Una vez secas, las heces se muelen en un molino con una malla calibre 40.
- En laboratorio, siguiendo la metodología de Sparks y Malechek (1968), modificada por Peña y Habib (1980), se identifican y comparan las especies vegetales encontradas en las heces con las determinadas en el catálogo de referencia.
- Se cuantifica el número de especies vegetales en función de la edad y sexo de los ejemplares muestreados.

La técnica microhistológica

La técnica consiste en identificar y comparar las estructuras vegetales (Figura 2) tamaño, forma y disposición de las células, estomas, tricomas, glándulas, cristales, paredes celulares, células de silicio, etc.) en los fragmentos vegetales presentes en una muestra procesada de materia fecal comparada con las de un catálogo de referencia, para posteriormente estimar el aporte cuantitativo de éstas. Originalmente fue empleada como método cualitativo (Baumgartner y Martin, 1939). Posteriormente, fue perfeccionándose a través de su uso en una amplia variedad de estudios. El aporte más significativo en el desarrollo de esta técnica fue la contribución de Sparks y Malechek (1968), quienes desarrollaron el procedimiento para estimar el consumo de manera cuantitativa; también conocida como microtécnica, la cual se basa en la identificación y cuantificación de tejidos epidérmicos vegetales presentes en muestras fistulares, estomacales o fecales. Las características de las células epidérmicas presentan

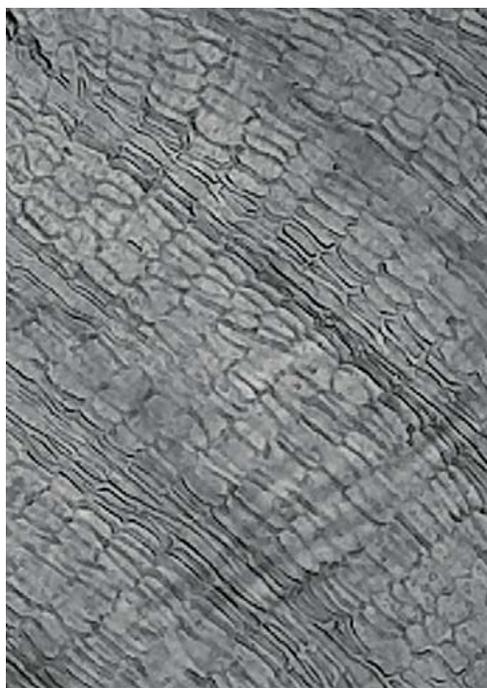


Figura 2. Epidermis de *Chamaecrista greggii* Pollard ex A. Heller, tomada a 40X, con hipoclorito de sodio como medio de aclareo.

distintos patrones entre diferentes géneros o especies de plantas; y usando claves taxonómicas, se identifican los patrones de las estructuras epidérmicas para asignar el nombre científico del ejemplar de la planta y con ello crear el catálogo de referencia (Dearden *et al.*, 1975). La identificación de fragmentos vegetales en las heces es posible debido a la resistencia que ofrecen los tejidos epidérmicos ricos en lignina, que superan el proceso digestivo. Sin embargo, varios autores han objetado que algunas plantas, particularmente anuales, suculentas, o los pétalos, son prácticamente digeridos en su totalidad, lo cual impide encontrar residuos identificables en el material digerido; a pesar de esta desventaja, la técnica es relativamente confiable, económica y rápida cuando se tiene premura de conocer lo que hace falta para incrementar el peso animal (Holkechek y Gross, 1981, Provenza *et al.*, 2007).

Para el empleo de esta técnica, el microscopista no necesita ser un experto en anatomía vegetal y realizar la identificación microhistológica; sin embargo, sí requiere de un entrenamiento para poder “leer” las muestras (Peña y Habib 1980). Dicho entrenamiento debe estar concentrado en los siguientes puntos indispensables para un análisis de la dieta de herbívoros silvestres a partir de heces, como los que se han encontrado como resultados preliminares en borrego cimarrón realizado por el primer autor de este trabajo:

- Disposición celular: en gimnospermas y monocotiledóneas presentan una disposición lineal, mientras que las dicotiledóneas presentan un patrón irregular (Figuras 2 y 3).
- Estomas: en la mayoría de las monocotiledóneas las células oclusivas de la estoma son planas y alargadas y siempre con dos células acompañantes bien definidas. Por su parte, la mayoría de las dicotiledóneas las células oclusivas tienen forma de “riñón” y la forma y número de células acompañantes varía de acuerdo a la planta.
- Tricomas: generalmente son unas de las estructuras epidérmicas de mayor utilidad para identificar dicotiledóneas, en estos se debe de tomar en cuenta su forma, tamaño, número de células, así como las características de su base y articulaciones (Figura 4).
- Glándulas: ofrecen olor característico a las especies vegetales. Estos organelos pueden ser bicelulares, oblongas y generalmente de doble pared.

- Drusas: cristales de oxalato de calcio de apariencia redondeada, presentes en muchas familias de dicotiledóneas, su tamaño, textura y periferia son características que deben de tomarse para la identificación taxonómica de las plantas, pero hay que ser cuidadosos ya que muchas especies presentan drusas iguales.
- Cristales bialinos: cristales pequeños y generalmente hexagonales.
- Conductos vasculares: típicamente observadas poáceas (antes gramíneas).
- Células de sílice: exclusivas de especies poáceas, presentándose generalmente en todas especies de desarrollo en verano; generalmente tiene forma de paréntesis, hueso o mancuerna.
- Parejas celulares: también exclusivas de poáceas y contiene una célula de sílice. Su forma, distribución y abundancia varían de acuerdo a la especie.
- Paredes celulares: la forma, grosor y textura de la pared puede

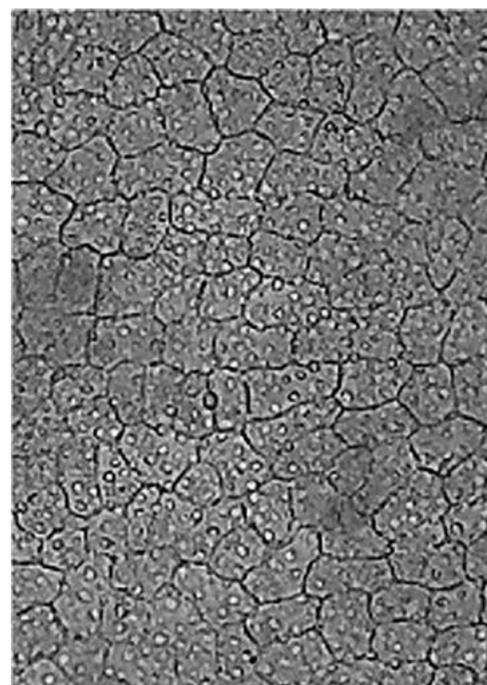


Figura 3. Epidermis de *Guaiacum angustifolium* a 40X tratada con hipoclorito de sodio como medio de aclareo.

llegar a ser clave para la identificación de algunas poáceas. En zacates, las paredes celulares varían mucho dentro de la misma especie.

Conclusiones e implicaciones de manejo

Conocer la composición de la dieta permite identificar cuáles son los nutrientes limitantes o excedentes para el animal. En un escenario donde los bajos niveles de Ca se reflejan en el estado corporal, eficiencia reproductiva y principalmente en el bajo desarrollo de cornamenta o astas, la sugerencia sería suministrar este elemento ya sea de manera natural o artificial, para mejorar la productividad animal. El conocimiento de la composición botánica de la dieta de herbívoros domésticos y silvestres, es fundamental a fin de elaborar pautas de manejo tendientes a detener los procesos de degradación del hábitat, mantener la biodiversidad vegetal en áreas frágiles, degradadas o sobrepastoreadas.

Las consideraciones antes de realizar un análisis básico de dieta son i) tener presente que la dieta está condicionada a las características que el hábitat ofrece, ii) si el pastoreo es demasiado intenso o no se considera otro herbívoro que esté compitiendo con el herbívoro sujeto de estudio, se estará subestimando la composición de la dieta. Asimismo, si existe sobrepastoreo sobre algunas especies de plantas, estas tienden a desaparecer y suelen ser reemplazadas por otras de menor valor nutritivo, iii) un análisis de la dieta debe considerar un tiempo de muestreo de 2 a 3 años.

La técnica microhistológica es una herramienta cuyos resultados ayudan a comprender el funcionamien-

to de una parte del sistema alimenticio. Algunos autores no recomiendan utilizar hipoclorito de sodio como método de aclareo de tejidos vegetales. Sin embargo, la mayoría de los trabajos en dieta, utilizan esta sustancia de aclareo, por su eficiencia y fácil acceso. Se sugiere que el investigador utilice el método de aclareo que le brinde mejor visibilidad de las estructuras vegetales y el arreglo celular, y que le facilite la identificación en las muestras fecales.



Figura 4. Tricoma de *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville, tomada a 40X, con hipoclorito de sodio como medio de aclareo.

En síntesis, no hay preferencia por algún método de aclareo. En cuanto a la toma de muestras, se recomienda recolectar no menos de cinco grupos fecales por animal, sexo y mes. En el caso de que el objetivo sea distinguir la composición botánica entre especies, es recomendable recolectar más de 10 muestras por animal por especie y mes. Un análisis bromatológico complementario de las muestras fecales, brindará los niveles de proteína, fibra y minerales para identificar los niveles bajos o excedentes de nutrientes, que en cierta medida se podrán suministrar para complementar el valor nutricional que requieren los ungulados silvestres, para evitar la competencia y sobrepastoreo con los ungulados domésticos.

CONCLUSIONES

Conocer la dieta de herbívoros silvestres es indispensable para entender el complejo nutricional, comportamiento forrajero, y así estar en condiciones de formular dieta con los elementos nutrimentales que el hábitat no le proporciona, lo anterior es fundamental para poder alcanzar objetivos de conservación y aprovechamiento sustentable de especies de interés cinegético, aunado a la conservación del hábitat en el cual se alimenta y se distribuyen de manera natural. Por último, realizar una evaluación del hábitat complementaría el conocimiento de la disponibilidad del forraje para compararlo con los resultados obtenidos en la evaluación de la dieta.

LITERATURA CITADA

- Ávila-Nájera, D. M., Mendoza, G. D., Villarreal, O., & Serna-Lagunes, R. (2018). Uso y valor cultural de la herpetofauna en México: una revisión de las últimas dos décadas (1997-2017). *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 34(1): 1-15.
- Baumgartner, L.T., & Martin, A.C. (1939). Plant histology as an aid in squirrel food-habitat studies. *Journal of Wildlife Management*. 3: 266-268.
- Dearden, B.L., Pegau, R.E., & Hnusen, R.M. (1975). Precision of microhistological estimates of ruminant food habits. *Journal of Wildlife Management*. 39: 402-407.
- Elevitch, C.W.K. (2002). *Animals in agroforestry. Micro livestock: little-known small animals with a promising economic future.* National Academy Press, Washington, D.C.
- Fulbright, T.E., & Ortega-Santos, J.A. (2006). *White-tailed deer habitat: ecology and management on rangelands.* Texas A & M University Press. EE.UU. 256 p.

- Geist, V. (1971) Mountain sheep: a study in behavior and evolution. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- González, R., Montes-Pérez, R., & Flores, J.S. (2003) Caracterización de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de fauna silvestre en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2: 13-21.
- Holechek, J.L. (1982). Sample preparation techniques for microhistological analysis. *Journal of Range Management*. 35:267-269.
- Holechek, J.L., & Gross, B.D. (1982). Training needed for quantifying simulated diets from fragmented range plants. *Journal of Range Management*. 35: 644-647.
- Instituto Nacional de Ecología [INE]. (2000). Estrategia Nacional para la Vida Silvestre. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT). 212 p.
- Laca, E.A., & Demment, W.W. (1996). Foraging strategies of grazing animals. In: J Hodgson and AW Illius (Eds.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*, CAB International, Wallingford. 137-155 pp.
- Leopold, B.D., & Krausman, P.R. (1991). Factors influencing desert mule deer distribution and productivity in southwestern Texas. *Southwestern Naturalist*. 36: 67-74.
- Main, M.B., & Coblenz, B.E. (1990). Sexual segregation among ungulates: a critique. *Wildlife Society Bulletin*. 18: 204-210.
- Mckinney, T., Boe, S.R., & Devos Jr., J.C. (2003). GIS based evaluation of escape terrain and desert bighorn sheep populations in Arizona. *Wildlife Society Bulletin*. 31:1229-1236.
- Olguín, C.A., González, F.N., Cantú, C.M., Domínguez, L., Uvalle, J.I., & Marmolejo, J.G. (2005). Determinación de la competencia alimentaria entre el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann 1780) y tres herbívoros exóticos en el Rancho "Los Ébanos", Matamoros, Tamaulipas. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Peña, N.J.M., & Habib, R. (1980) La técnica microhistológica; un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. Serie Técnico Científica Vol. 1, N° 6. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 82 p.
- Post-Diane, M., Armbrust, T.S., Horne & Goheen. (2001). Sexual segregation results in differences in content and quality of bison (*Bos bison*) diets. *American Society of Mammalogists. Journal of Mammalogy*. 82(2): 407-413.
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Haskell, J.H., Macadam, J.A., Griggs, T.C., & Wiedmeier, R.D. (2007). The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Science*. 47: 382-398.
- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca [SEMARNAP]. (1997). Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva del sector rural: 1997-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D. F.
- Smith, R.H., & Lecount, A. (1979). Some factors affecting survival of desert mule deer fawns. *Journal of Wildlife Management*. 43: 657-665.
- Sparks, D.R., & Malechek, J.C. (1968). Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of Range Management*. 21: 264-265.
- Tarango, L.A., Krausman, P.R., Valdez, R., and Kattnig, R.M. (2002). Research observation: Desert Bighorn Sheep Diets in Northwestern Sonora, Mexico. *Journal of Range Management*. 55: 530-534.
- Valdez, R., Guzmán-Aranda, J.G., Abarca, F.J., Tarango-Arámula, L.A., & Clemente-Sánchez, F. (2006.) Wildlife conservation and management in Mexico. *Wildlife Society Bulletin*. 34(2): 270-282.
- Villarreal, G.J. (1999). Venado cola blanca, manejo y aprovechamiento cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.

