

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE GANADO DOMÉSTICO Y FAUNA SILVESTRE

JOSÉ MANUEL PEÑA NEIRA ¹

Los estudios sobre composición botánica de la dieta (CBD) de animales domésticos y silvestres se han incrementado en los últimos años, debido a la valiosa información que proporcionan. La información obtenida sirve de base en la planeación y desarrollo de prácticas de mejoramiento de pastizales, manejo del ganado, y manejo de animales silvestres de interés ecológico y económico. Entre las aplicaciones de estos estudios destacan las siguientes: (1) Evaluar la compatibilidad que existe entre el ganado y su hábitat (Wilson, Weir y Torell, 1971); (2) Establecer las mejores épocas de pastoreo para tipos vegetativos adyacentes (Galt, Theurer y Martin, 1972); (3) Elaborar sistemas de pastoreo con el fin de evitar una sobreutilización de las especies vegetales más preferidas (Galt, Theurer y Martin, 1972); (4) En la planeación y diseño de resiembras mixtas de plantas forrajeras (Harlan, 1956); (5) Para estimar la competencia entre dos o más herbívoros simpátricos por medio de la similitud existente entre sus respectivas dietas (Hansen, Clark y Lawhorn, 1977).

Los estudios sobre CBD en combinación con el análisis químico de la dieta, para determinar su valor nutricional, han sido útiles para detectar deficiencias nutricionales, y estructurar programas de suplementación alimenticia para animales bajo condiciones de libre pastoreo, durante períodos críticos (Chávez *et al.*, 1979). Algunos autores han utilizado datos sobre CBD en combinación con otros estudios

para desarrollar modelos matemáticos que determinan la capacidad de carga en áreas explotadas por medio de pastoreo combinado de varias especies de ganado, fauna silvestre, o ambos (Severson, May y Hepworth, 1968; Van Dyne y Kautz, 1978).

La investigación sobre manejo de pastizales en México, ha incorporado recientemente estudios sobre preferencias alimenticias por herbívoros domésticos y silvestres (Peña Neira, 1977; Gallina, Maury y Serrano, 1978). La realización de este tipo de estudios en México contribuirá a un mejor conocimiento de la dinámica de ecosistemas con fines pecuarios y de otra índole. Es necesario entonces, que los investigadores dispongan de literatura que verse sobre las diferentes metodologías que se han desarrollado para obtener este tipo de información, conocer estos procedimientos, sus limitantes, sus ventajas y las aplicaciones que emanan de los resultados obtenidos.

Encuestas con gente del campo

Bailey (1976), utilizó un método indirecto para obtener una idea estimativa de las plantas que eran más consumidas por el ganado caprino en el Norte de Nuevo León. La autora diseñó un breve cuestionario y se puso en contacto con los pastores y capricultores de la región. Las personas entrevistadas contestaban, de acuerdo a su experiencia, cuáles eran las plantas que más consumía el ganado. Las especies forrajeras eran evaluadas con un índice subjetivo. El índice más alto correspondía al mayor grado de preferencia.

Las limitantes de este estudio pueden ser inferidas fácilmente, sin embargo, el estu-

Recibido para su publicación el día 3 de junio de 1980.

¹ Rancho Experimental La Campana, INIP-SARH, Apdo. 682, Chihuahua, Chih., México.

dio logró sus objetivos, y la experiencia de la gente de campo no debe ser subestimada por los científicos.

Análisis de la vegetación

El método llamado "cortes antes y después" para determinar la utilización de plantas forrajeras en agostadero ha sido descrito por Cassady (1941) y revisado por Martin (1970). Brevemente, el método consiste en cortar y pesar muestras individuales de las principales plantas forrajeras en una exclusión o potrero, lo cual se efectúa inmediatamente antes de colocar ganado en el área, y se repite el muestreo de vegetación al retirar el ganado, tan pronto como sea posible. La utilización de cada especie forrajera se obtiene por diferencia.

Este método, si se efectúa adecuadamente, proporciona información confiable, y presenta la ventaja de que el investigador no necesita estar presente durante el período de pastoreo. Sin embargo, el investigador debe tener cierto conocimiento previo acerca de cuáles plantas tienen más probabilidad de ser consumidas por el ganado, para saber qué especies se deben muestrear. Aun en este caso, es factible que ciertas plantas serán pasadas por alto, debido a que pudiera tratarse de especies apetecibles cuya importancia en la dieta se ignorara. La alternativa es muestrear todas las especies de plantas, lo cual involucra mucho trabajo.

Otra de las limitantes de este método es el hecho de que al área de estudio se le supone libre de pastoreo por otros animales. En realidad los resultados pueden reflejar un consumo combinado de ganado y fauna nativa del área. Esta deficiencia puede ser compensada si también se efectúan muestreos de vegetación en un área testigo, donde no se introducirá ganado, la cual se comparará contra el área de tratamiento. Las áreas testigo sin pastoreo también constituyen una referencia útil cuando ocurren lluvias durante el período de estudio, ya que la precipitación pluvial

propicia el crecimiento vegetativo, ocultando el verdadero grado de consumo.

Arnold (1942) utilizó exclusiones para determinar las plantas consumidas por la liebre en el Sur de Arizona. La vegetación dentro de las corraletas fue muestreada antes y después de ser utilizada por la liebre. Las limitantes del estudio son discutidas por el autor mismo: "*Primero, un animal confinado puede responder de diferente manera que un animal en condición libre. Segundo, es difícil determinar si el reducido número de animales empleados para propósitos experimentales constituye una muestra representativa de la población silvestre*". Este estudio, sin embargo, fue de los pioneros en su rama.

Pérez (datos sin publicar), en el Rancho Experimental La Campana INIP-SARH, Chihuahua, efectuó un análisis de la vegetación en un pastizal amacollado arbofrutesciente, evaluando la producción y el grado de utilización de las diferentes especies forrajeras. Este muestreo se efectuó inmediatamente después de que el área había sido utilizada por bovinos bajo 2 intensidades de pastoreo durante un período de 142 días. Dicho estudio, realizado en 1964, representa el primer intento en México para la determinación de la composición botánica de la dieta de bovinos en pastoreo.

Observación directa

Otra manera para determinar las preferencias alimenticias de animales herbívoros, es la observación directa de los mismos. Existen diferentes variantes en este método, las cuales pueden ser clasificadas en dos grupos mayores: (1) Preferencia libre en áreas acondicionadas; y (2) Observación en el agostadero.

a) Preferencia libre

Esta variante, llamada también "cafetería", ha sido utilizada por Cowlinshaw y Alder (1960) y Blanco (1972), entre otros. Este método permite que los animales seleccionen su alimento de un número

determinado de especies vegetales de igual accesibilidad y que se encuentran disponibles en cantidades similares (Joint Committee of the American Society of Range Management and the Agricultural Board, 1962).

Este tipo de observación directa se efectúa bajo condiciones simuladas o artificiales. Una de las formas de llevarlo a cabo consiste en colectar diferentes plantas forrajeras y administrarlas separadamente y en igual cantidad a un ejemplar en cautiverio, con libertad de consumo. Otra manera de proporcionar el alimento consiste en sembrar especies forrajeras en lotes puros y adyacentes, dentro de un potrero pequeño (1-2 ha), donde el animal pueda ser observado desde un mismo punto. La preferencia alimenticia se evalúa de acuerdo al grado de consumo o tiempo de pastoreo de cada especie vegetal administrada o sembrada.

Las ventajas de este método para su uso en la investigación son las siguientes: (1) La preferencia relativa por cada especie forrajera es evaluada fácilmente; y (2) Todas las especies presentan el mismo grado de disponibilidad. Las desventajas involucradas son: (1) El número de especies comparadas está limitado por el tamaño del recinto donde se efectúa el estudio; (2) Las especies deben crecer en forma pura; y (3) Los resultados deberán tomarse con cierta reserva cuando sean aplicados a áreas naturales de composición botánica mixta (Bjugstad, Crawford y Neal, 1970).

b) Observación directa en el agostadero

Se basa en la identificación de cada planta en el momento de ser consumida. La confiabilidad del estudio depende de los siguientes factores: (1) La complejidad de la vegetación; (2) La familiaridad del observador con las especies vegetales del área en sus diferentes estadios fenológicos; y (3) El uso de animales dóciles que permitan la presencia cercana del hombre (Theurer, Lesperance y Wallace, 1976).

Existen cuatro procedimientos de observación directa en el agostadero. La diferencia entre estos procedimientos estriba

en la manera de evaluar la importancia relativa de cada especie forrajera en la dieta. El primer procedimiento consiste en cronometrar el tiempo de pastoreo de cada planta (Wallmo *et al.*, 1973; Korschgen, 1980); la importancia de cada planta dependerá del tiempo total de pastoreo durante las observaciones. El segundo procedimiento consiste en identificar la planta que se consume cada determinado intervalo de tiempo, por ejemplo cada 4 minutos (Herbel y Nelson, 1966). Estos dos primeros procedimientos, basados en el tiempo, presentan una particular desventaja cuando son utilizados con ganado bovino: la anatomía bucal de estos animales está adaptada para el consumo de gramíneas y plantas de configuración similar. Debido a esto, toma menos tiempo a un ejemplar bovino consumir 1 kg de pasto que 1 kg de una especie arbustiva. Consecuentemente, si la evaluación se efectúa en base al tiempo de pastoreo (o ramoneo), los arbustos serán sobreestimados fácilmente.

El tercer procedimiento o alternativa de la observación directa, se basa en la colecta manual de muestras equivalentes a las consumidas por el animal observado (Harlow y Wehlan, 1959; Fulgham, 1978). El propósito principal de esta forma de muestreo es el de obtener no solamente las especies que están siendo consumidas, sino colectar precisamente las mismas partes anatómicas que el animal toma de la planta. Dadas sus cualidades, esta metodología es particularmente útil cuando la muestra va a ser analizada químicamente. Sin embargo, tiene la desventaja de que el observador también desempeña la función de colector, requiriendo de un arduo entrenamiento para llevar el ritmo del animal en pastoreo. El observador tiene primero que identificar la planta que se está consumiendo, para después buscar a su alrededor otro ejemplar de la misma especie y colectarlo, simulando el pastoreo, y estar entonces preparado para cuando el animal decida cambiar de planta.

El cuarto procedimiento consiste en efectuar un conteo del número de bocados que el animal da a cada planta. Este mé-

todo ha sido utilizado principalmente con venado semidomesticado y otros ungulados silvestres (Wallmo, Regelin y Reichert, 1972). Existe cierta controversia referente a las diferencias que pudieran resultar entre la dieta de un venado domesticado y uno silvestre. Wallmo y Neff (1970) informaron que las preferencias alimenticias de ungulados domesticados eran similares a las dietas de sus congéneres silvestres. Free, Sims y Hansen (1971) usaron este método con novillos, calculando para las principales plantas forrajeras el peso de materia seca que involucraba cada bocado. Estos pesos fueron utilizados para convertir el número de bocados a porcentajes de consumo para cada planta.

Las ventajas y limitantes del método de conteo de bocados han sido discutidas por Bjugstad, Crawford y Neal (1970). Estos autores destacan la dificultad que representa el diferenciar bocados verdaderos de meros escrutinios durante el pastoreo. Además, se tiene la problemática de evaluar diferentes tamaños de bocados. La ventaja principal del método de observación directa es que por medio de él se puede determinar qué, cuándo, dónde y cómo las plantas forrajeras y sus partes anatómicas son consumidas. Estos autores consideraron que este método no puede determinar con precisión el porcentaje de consumo de cada especie forrajera, aunque la obtención de una lista de plantas por orden de importancia en la dieta fue considerada aceptable.

Valenzuela y González (1978) efectuaron observaciones directas del comportamiento de bovinos en un matorral arbofrutesciente. Un total de 48 observaciones de 24 horas y 48 observaciones de 12 horas fueron conducidas durante un año. En lo que respecta a los hábitos alimenticios, el observador cronometraba tiempos de pastoreo (consumo de zacates y herbáceas) y tiempos de ramoneo (consumo de arbustos y árboles), sin identificar necesariamente la especie consumida, obteniéndose diferencias porcentuales entre estaciones del año. Los autores consideraron que estas diferencias estacionales servirían para diseñar sistemas de pastoreo alternando po-

treros con vegetación natural y potreros con resiembra de gramíneas adaptadas.

Fierro, Gómez y González (1977) combinaron el análisis de vegetación y la observación directa para evaluar por orden de importancia las plantas o tipos de plantas preferidas por caprinos en un pastizal invadido por malezas. Dada la preferencia mostrada por las cabras hacia especies no apetecidas por ganado vacuno, los autores recomendaron la planeación de sistemas de pastoreo combinado con cargas adecuadas de caprinos y bovinos para lograr una utilización balanceada en este tipo de pastizal degradado, lo que repercutiría en un incremento de la producción animal por unidad de superficie, además de promover un control biológico de plantas indeseables.

Técnica microhistológica

La identificación del forraje (o restos de él) después de haber sido ingerido por el animal es probablemente la más refinada y discutida de las técnicas para determinar CBD. Esta metodología se aplica básicamente a tres tipos de muestras: (1) Muestras fistulares (esofágicas o ruminales); (2) Contenido estomacal de animales sacrificados o muertos accidentalmente; y (3) Heces fecales. Las muestras son molidas y de ellas se preparan laminillas para ser analizadas al microscopio, identificando el contenido con base en las características histológicas de los residuos vegetales presentes en la muestra (Cavender y Hansen, 1970).

Es bien sabido por los fitotaxónomos que las características epidérmicas vegetales presentan distintos patrones entre diferentes géneros o especies de plantas. Incluso varios tratados fitotaxonómicos (Solereider, 1908; Prat, 1936; Metcalfe y Chalk, 1950; Metcalfe, 1961) están basados en características epidérmicas. Algunas de las estructuras histológicas empleadas para esta identificación son el tamaño y forma de estomas, células, tricomas, glándulas, células de sílice, células de corcho, cristales, drusas, paredes celulares y la

disposición celular en el tejido (Davies, 1959; Mulkern y Anderson, 1959; Hansen, Moir y Woodmansee, 1971; Howard y Samuel, 1979; Peña Neira y Habib de Peña, 1980). Debido a la naturaleza de este procedimiento, se requiere que el microscopista cuente con una colección de referencia constituida por muestras histológicas de las plantas del área de estudio (Baumgartner y Martin, 1939).

La identificación de fragmentos vegetales en las heces se hace posible debido a la resistencia que ofrecen los tejidos epidérmicos, ricos en lignina, al proceso digestivo (Dusi, 1949; Dukes, 1955; Croker, 1959; Stewart, 1967; Hanna, Monson y Burton, 1973). La resistencia de estos tejidos ha permitido que sean usados para identificar las plantas presentes en muestras fecales de mamíferos que se extinguieron durante el Pleistoceno (Laudermilk y Munz, 1934; Hansen, 1978). Sin embargo, varios autores han objetado que algunas plantas, particularmente las anuales y suculentas, son prácticamente digeridas en su totalidad, de tal modo que no se pueden encontrar residuos identificables en el material digerido (Storr, 1961; Anthony y Smith, 1974; Theurer, Lesperance y Wallace, 1976). Por esta razón, muchos investigadores han optado por el uso de contenido estomacal o muestras fistulares en vez de heces fecales.

Existen ciertas desventajas en el uso de contenido estomacal. Por una parte, el animal tiene que ser sacrificado, factor que lo hace impráctico para trabajar con ganado. También resulta prohibitivo cuando se pretende estudiar la dieta de una especie en peligro de extinción. Por otro lado, si la especie estudiada no está en vías de extinguirse pero se requiere sacrificar muchos ejemplares para lograr una muestra representativa, la drástica reducción del número de individuos podría afectar la competencia intraespecífica natural de la población, alterando los resultados. También se debe tomar en cuenta que coleccionar ejemplares requiere de gran cantidad de trabajo.

La fistulación esofágica parece ser el método de mayor precisión para estimar

la dieta de herbívoros en pastoreo libre, ya que proporciona muestras constituidas por material no digerido y que fue coleccionado por el animal mismo (Theurer, Lesperance y Wallace, 1976). El desarrollo y uso de la fistula esofágica ha sido revisado por Van Dyne y Torell (1967) y por Harris *et al.* (1977). Aun considerándose como el mejor, este método presenta los siguientes inconvenientes: (1) Cirugía involucrada y cuidados necesarios que requieren los animales operados (McManus, 1961); (2) Colección incompleta del material ingerido (Campbell *et al.*, 1968); (3) Cortos periodos de muestreo (Vavra, Rice y Hansen, 1978); (4) "Stress" en los animales (Peden *et al.*, 1974); (5) Metodología restringida al estudio del ganado o fauna domesticada (Hughes, 1975); (6) Se desconoce el efecto de la previa abstención de alimento que se aplica al rumiante para evitar que contamine la muestra por regurgitación, Theurer, Lesperance y Wallace, 1976).

El forraje coleccionado por fistulación esofágica no se encuentra demasiado macerado, por lo que también se puede identificar sin recurrir a la técnica microhistológica. Heady y Torell (1959); Harker, Torell y Van Dyne (1964), modificaron el método de punto para este propósito. Las muestras fistulares fueron esparcidas en una charola y observadas a través de un microscopio estereoscópico (16 \times) equipado con una cruz capilar. Usando un determinado número de campos de observación cuya localización fue preestablecida, las plantas que aparecían bajo la cruz eran identificadas y anotadas. Posteriormente se usaron ecuaciones de regresión para convertir el número de apariciones por especie en porcentajes de composición en la muestra. Un procedimiento equivalente fue desarrollado por Sparks y Malechek (1968) para ser aplicado en la técnica microhistológica. El análisis cuantitativo de la muestra se basó en la frecuencia de fragmentos epidérmicos identificables encontrados en un determinado número de campos microscópicos (125 \times). Cada frecuencia era entonces convertida a densidad relativa (Fracker y Brischle, 1944), y ex-

presada como porcentaje de materia seca. Este procedimiento se basa en los siguientes factores: (1) El uso de una fórmula matemática para convertir frecuencia a densidad relativa; (2) Existe una correlación altamente significativa entre el peso en seco de una planta y su superficie epidérmica; y (3) La proporción de tejidos identificables permanece relativamente constante de una planta a otra. El primero de estos factores es el único que ha tenido buena aceptación por otros investigadores, debido a que ha sido confirmado experimentalmente (Curtis y McIntosh, 1950; Havstad y Donart, 1978). En cambio, los demás factores han mostrado ser inconsistentes, ya que se ha observado que existen variaciones dependiendo de la época del año y la especie vegetal en cuestión (Storr, 1961; Heady y Van Dyne, 1965; Theurer, 1970; Havstad y Donart, 1978). Este defecto limita la confiabilidad de los resultados, independientemente de que se usen muestras fecales, estomacales o fistulares. Además, las muestras fecales presentan el error adicional de que diferentes plantas presentan diferentes porcentajes de digestibilidad (Free, Hansen y Sims, 1970; Westoby, Rost y Weis, 1976).

Con el propósito de reducir estos errores, algunas sugerencias han sido publicadas. Dearden, Pegau y Hansen (1975) recomendaron y describieron el uso de factores de corrección para ser aplicados a las plantas más consumidas por el animal en estudio. El personal del Laboratorio de Análisis de Composición de la Dieta de la Universidad del Estado de Colorado, ha trabajado con la técnica microhistológica por más de 9 años, y recomienda que el microscopista analice mezclas de prueba compuestas por plantas seleccionadas en porcentajes conocidos. El técnico comparará los resultados obtenidos con los esperados, dándose una idea de cuáles especies son sobre o subestimadas. El laboratorio ofrece un servicio de adiestramiento en el cual el microscopista desarrolla la capacidad de obtener estimaciones que no difieran más del 5% del valor real de cada componente vegetal en una mezcla de residuos epidérmicos.

Entre las ventajas de la técnica microhistológica, destaca el hecho de que la evidencia de los resultados queda preservada en laminillas. Esta situación permite lo siguiente: (1) El material preservado puede usarse para resolver dudas y disputas referentes a la veracidad de los resultados; (2) El trabajo de un microscopista puede ser revisado o confirmado por otro técnico; y (3) El material que no pueda ser identificado puede ser enviado a otros laboratorios para su identificación (Hansen *et al.*, s.f.).

Si el propósito del estudio es comparar la dieta de animales domésticos y silvestres, es preferible que la técnica empleada sea la misma para todas las especies en estudio, y, en la mayoría de los casos, el análisis de heces fecales es el único común denominador factible. Stewart y Stewart (1971), calificaron el análisis de heces fecales como la única técnica que permitía el muestreo de un gran número de individuos con disturbio mínimo y bajo condiciones completamente naturales. También señalaron que las diferencias encontradas entre dietas de diferentes animales reflejaban diferentes preferencias alimenticias, y no diferentes grados de digestibilidad. Esta aseveración fue confirmada posteriormente por Hansen, Peden y Rice (1973).

Otras ventajas del uso de heces fecales en lugar de contenido estomacal o muestras fistulares son las siguientes: (1) La facilidad de colecta; (2) No se requiere de permisos especiales; (3) El estudio puede ser efectuado en propiedad ajena sin molestar al ganado o a la fauna silvestre, por lo que se facilita obtener el consentimiento del dueño del predio para muestrear dentro de su propiedad.

Conclusión

La importancia de los estudios de composición botánica de la dieta (CBD) se refleja en la interesante variedad de metodologías que se han diseñado para su determinación. Algunos autores se han preocupado por inferir y analizar las ven-

tajas y limitantes de diferentes técnicas, con el propósito de mejorarlas. Recientemente, algunos investigadores han comparado distintas metodologías aplicándolas simultáneamente en el mismo estudio (Free, Hansen y Sims, 1970; Hansen, Peden y Rice, 1973; Sanders, Dahl y Scott, 1974; Vavra, Rice y Hansen, 1978), informando que los diferentes procedimientos empleados conducían a resultados satisfactoriamente similares. Parece ser que las diferentes técnicas se han ido perfeccionando a base de ajustes y modificaciones diseñados por los propios investigadores, de tal manera que han alcanzado un grado de precisión bastante aceptable.

No existe una regla definitiva para seleccionar cuál método debe emplearse en la determinación de la CBD. El investigador deberá tomar en cuenta sus facilidades y reconocer sus limitaciones antes de elegir una determinada técnica. Después de haber considerado la especie animal con la que se va a trabajar, el área de estudio,

presupuesto y equipo disponible, personal capacitado, y cuáles son los objetivos que se persiguen, el investigador podrá tomar una decisión. El propósito de este artículo fue el de proporcionar información que podrá ser utilizada para auxiliar al investigador en la elaboración de estas decisiones.

Summary

Available methods to determine botanical composition in diets of domestic and wild herbivores were reviewed. Discussion deals with procedures involved, their advantages, limitations, accuracy, and practical applications. Review included: (1) Survey of livestock herders, (2) Vegetation analysis ("before and after" method), (3) Direct observation (cafeteria, feeding minutes, and bite count), and (4) Microhistological techniques (for fistula, stomach, and fecal samples).

Literatura citada

- ANTHONY, R.G. and N.S. SMITH, 1974, Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets, *J. Wildl. Mgmt.*, 38:535-540.
- ARNOLD, J.F., 1942, Forage consumption and preferences of experimentally fed Arizona and antelope jackrabbit, *Arizona Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.*, 98:49-86.
- BAILEY, ANA MARÍA, 1976, Plantas utilizadas como forraje por el ganado caprino en los municipios de Bustamante, Villaldama y Lampazos de Naranjo, Nuevo León, México, Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- BAUMGARTNER, L.L. and A.C. MARTIN, 1939, Plant histology as an aid in squirrel food-habit studies, *J. Wildl. Mgmt.*, 3:266-268.
- BJUGSTAD, A.J., H.S. CRAWFORD and D.L. NEAL, 1970, Determining forage consumption by direct observation of domestic grazing animals, pp. 101-104. In: Range and Wildlife Habitat Evaluation. A research Symposium, U.S. Dept. Agric. Misc. Publ., 1147. 220 p.
- BLANCO, M., E.S., 1972, Preferencia de zacates nativos e introducidos por bovinos en pastoreo, *Bol. Pastizales, RELC-INIP-SARH*, México, Vol. III-2.
- CAMPBELL, C.M., K.S. Eng, JR., A.B. NELSON and L.S. POPE, 1968, Use of esophageal fistula in diet sampling with beef cattle, *J. Anim. Sci.*, 27:231-233.
- CASSADY, J.T., 1941, A method of determining range forage utilization by sheep, *J. Forestry*, 39(8):667-671.
- CAVENDER, B.A. and R.M. HANSEN, 1970, The microscope method used for herbivore diet estimates and botanical analysis of litter and mulch at the Pawnee Site, *Int. Biol. Progr. Grassl. Biome Tech. Rep.*, 18. Colorado State Univ. 12 p.
- COWLINSHAW, S.J. and F.E. ALDER, 1960, The grazing preferences of cattle and sheep, *J. Agr. Sci.*, 54(2):257-265.
- CROKER, B.G., 1959, A method of estimating the botanical composition of the diet of sheep, *New Zealand Agr. Res.*, 2:72-85.
- CURTIS, J.T., and R.P. McINTOSH, 1950, The interactions of certain analytic and synthetic phytosociological characters, *Ecology*, 31:434-455.
- CHÁVEZ, S.A., L.C. FIERRO, V. ORTIZ, J.M. PEÑA NEIRA y E. SÁNCHEZ, 1979, Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo en un pastizal amacollado arbofrutesciente, *Bol. Pastizales, RELC-INIP-SARH*, México, Vol. X-5.
- DAVIES, I., 1959, The use of epidermal characteristics for the identification of grasses in the leafy stage, *Brit. Grassl. Soc. J.*, 14:7-16.
- DEARDEN, B.L., R.E. PEGAU and R.M. HANSEN, 1975, Precision of microhistological estimates of ruminant food habits, *J. Wildl. Mgmt.*, 39(2):402-407.

- DUKES, H.H., 1955, Physiology of domestic animals, *Bailliere, Tindall, Cox.*, London, 1,020 p.
- DUSI, J.L., 1949, Methods for the determination of food habits by plant microtechniques and histology and their application to cottontail rabbit food habits, *J. Wildl. Mgmt.*, 13:295-298.
- FIERRO, L.C., F. GÓMEZ y M.H. GONZÁLEZ, 1977, Utilización de arbustivas indeseables por medio del pastoreo con cabras, *Bol. Pastizales, RELC-INIP-SARH*, México. Vol. VIII-6.
- FRACKER, S.B. and J.A. BRISCHLE, 1944, Measuring the local distribution of *Ribes*. *Ecology*, 25:283-303.
- FREE, J.C., R.M. HANSEN and P.L. SIMS, 1970, Estimating dry weights of food plants in feces of herbivores, *J. Range Mgmt.*, 23:300-302.
- FREE, J.C., P.L. SIMS and R.M. HANSEN, 1971, Methods of estimating dry weight composition in diets of steers, *J. Anim. Sci.*, 32:1003-1007.
- FULGHAM, K.O., 1978, Influence of spring sheep grazing on the forage intake and quality of diets consumed by pen-reared mule deer under winter-range condition, PhD. Thesis, *Utah State Univ.*, Logan. 89 p.
- GALLINA, SONIA, M.E. MAURY y V. SERRANO, 1978, Hábitos alimenticios del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Rafinesque) en la reserva La Michilia, Estado de Durango, p. 57-108 In: Halffter, G. (ed.), Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango, trabajos varios, publ. 4. *Int. de Ecología A.C.*, México, 198 p.
- GALT, H.D., C.B. THEURER and S.C. MARTIN, 1972, Botanical composition of cattle diets on velvet mesquite-fair and non-mesquite good desert grassland, *25th Ann. Meet. Soc. Range Mgmt.*, Abstr. of papers, p. 12.
- HANNA, W.W., W.C. MONSON and G.W. BURTON, 1973, Histological examination of fresh forage leaves after in-vitro digestion, *Crop. Sci.*, 13: 98.
- HANSEN, R.M., 1978, Shasta ground sloth food habits, Rampart Cave, Arizona, *Paleobiol.*, 4(3): 302-319.
- HANSEN, R.M., R.C. CLARK and W. LAWHORN, 1977, Foods of wild horses, deer and cattle in the Douglas Mountain Area, Colorado, *J. Range Mgmt.*, 30:116-118.
- HANSEN, R.M., T.M. FOPPE, M.B. GILBERT, R.C. CLARK and H.W. REYNOLDS, s.f., The microhistological analyses of feces as an estimator of herbivore dietary, Composition Analysis Lab., Range Science Dept., *Colorado State Univ.*, Fort Collins, 6 p.
- HANSEN, R.M., A.S. MOIR and S.R. WOODMANSEE, 1971, Drawings of tissues of plants found in herbivore diets and in the litter of grasslands, *Int. Biological Progr. Tech. Rep. 70. Colorado State Univ.*, 69 p.
- HANSEN, R.M., D.G. PEDEN and R.W. RICE, 1973, Discerned fragments in feces indicates diet overlap, *J. Range Mgmt.*, 26:103-105.
- HARKER, K.W., D.T. TORELL and G.M. VAN DYNE, 1964, Botanical examination of forage from esophageal fistulas in cattle, *J. Anim. Sci.*, 23:465-469.
- HARLAN, J.R., 1956, Theory and dynamics of grassland agriculture, *D. Van Nostrand Co. Inc.*, Princeton, N.J. 281 p.
- HARRIS, L.E., C.J. KERCHER, G.P. LOFGREEN, R.J. RALEIGH and V.R. BOHMAN, 1977, Techniques of research in range livestock nutrition, *Utah State Agric. Exp. Sta. Bull.*, 471.
- HARLOW, R.F. and J.B. WHELAN, 1969, Measuring habitat productivity, pp. 98-108. In: White-tailed deer in the southern forest habitat, *Proc. Symp. Nacogdoches, Texas, U.S. Dept. Agric. For. Exp. Sta.*, 130 p.
- HAVSTAD, K.M. and G.B. DONART, 1978, The microhistological technique: testing two central assumptions in South-Central New Mexico, *J. Range Mgmt.*, 13:496-470.
- HEADY, H.F. and D.T. TORELL, 1959, Forage preferences exhibited by sheep with esophageal fistulas, *J. Range Mgmt.*, 12:28-34.
- HEADY, H.F. and G.M. VAN DYNE, 1965, Prediction of weight composition from point samples, *J. Range Mgmt.*, 18:144-148.
- HERBEL, C.H. and A.B. NELSON, 1966, Species preference of Hereford and Santa Gertrudis cattle on a Southern New Mexico Range, *J. Range Mgmt.*, 19:177-180.
- HOWARD, G.S. and M.J. SAMUEL, 1979, Atlas of epidermal plant species fragments ingested by grazing animals, *U.S. Dept. Agric. Tech. Bull.*, 1582, 143 p.
- HUGHES, J.G., 1975, A study of the grazing preference of sheep on developed and undeveloped grassland at a high-country site, MS. thesis, *Lincoln College*, New Zealand, 278 p.
- Joint Committee of the American Society of Range Management and the Agricultural Board, 1962, Basic problems and techniques in range research, *Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Council. Publ.*, 890. Washington.
- KORSCHGEN, L.J., 1980, Procedures for food-habits analyses, pp. 113-127. In: Giles, R.H. (ed), *Wildlife management techniques manual*, 4th ed., *The Wildlife Society*, Washington, 686 p.
- LAUDERMILK, J.D. and P.A. MUNZ, 1934, Plants in the dung of *Nothotherium* from Gypsum Cave, Nevada, *Carnegie Inst.*, Washington Publ., 453:31-37.
- MARTIN, S.C., 1970, Relating vegetation measurements to forage consumption by animals, pp. 93-100. In: Range and wildlife habitat evaluation: a research Symposium, *U.S. Dept. Agric. Misc. Publ.*, 1147. 220 p.
- MC MANUS, W.R., 1961, Properties of roughage feed stuffs collected from esophageal fistulas, *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.*, 1:159.
- METCALFE, C.R., 1961, Anatomy of the monocotyledons, *Clarendon Press*, Oxford, 6 Vol.
- METCALFE, C.R. and I. CHALK, 1950, Anatomy of the dicotyledons; leaves, stem, and wood in relation to taxonomy, *Clarendon Press*, Oxford, 2 Vol.
- MULKERN, G.B. and J. ANDERSON, 1959, A technique for studying the food habits and preferences of grasshoppers, *J. Econ. Entom.*, 52: 342.

- PEDEN, D.G., R.M. HANSEN, R.W. RICE and G.M. VAN DYNE, 1974, A double sampling technique for estimating dietary composition, *J. Range Mgmt.*, 27:323-325.
- PEÑA NEIRA, J.M., 1977, Comparación de la composición botánica de la dieta de la liebre cola negra *Lepus californicus* y el ganado vacuno en un pastizal mediano con arbustivas, *Bol. Pastizales, RELC-INIP-SARH, México, Vol. VIII-1*.
- PEÑA NEIRA, J.M. y HABIB DE PEÑA, RAQUEL, 1980, La técnica microhistológica: un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros, *Serie Tecnico-Científica, Departamento de Manejo de Pastizales, INIP-SARH, México, Vol. I N° 6*.
- PRAT, H., 1936, La systématique des Graminées, *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 18:165-258.
- SANDERS, K.D., B.E. DAHL and G. SCOTT, 1974, Bite-count vs. fecal analysis for determining cattle diets, pp. 38-39. In: Wright, H.A. and R.E. Sosebec, (ed.) Noxious brush and weed control, research Highlights, Vol. 5 *Tex. Tech. Univ. and Tex. Dept. Agric.*, 48 p.
- SEVERSON, K., M. MAY and W. HEPWORTH, 1968, Food preferences, carrying capacities and forage competition between antelope and domestic sheep in Wyoming's Red Desert, *Wyoming Agric. Exp. Sta. Sci.*, Monographs 10, 51 p.
- SOLENEREDER, H., 1908, Systematic anatomy of the dicotyledons, *Clarendon Press, Oxford*. 1182 p.
- SPARKS, D.R. and J.C. MALECHEK, 1968, Estimating percentage dry-weight in diets using a microscopic technique, *J. Range Mgmt.*, 21:264-265.
- STEWART, D.R.M., 1967, Analysis of plant epidermis in feces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores, *J. Appl. Ecol.*, 4:83-111.
- STEWART, D.R.M. and J. STEWART, 1971, Comparative food preferences of five east african ungulates at different seasons, pp. 351-366. In: Duffey, E. and A.S. Watt (ed.), The scientific management of animal and plant communities for conservation, 11th Symp. Br. Ecol. Soc. 1970, *Blackwell Scient.*, 652 p.
- STORR, G.M., 1961, Microscopic analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals, *Aust. J. Biol. Sci.*, 14:157-164.
- THEURER, C.B., 1970, Determination of botanical and chemical composition of the grazing animal's diet, pp. J1-J17. In: Proc. Natl. Conf. Forage Qual. Eval. Util., *Nebraska Cent. Contin. Educ.*, Lincoln.
- THEURER, C.B., A.L. LESPERANCE and J.D. WALLACE, 1976, Botanical composition of the diet of livestock grazing native ranges, *Arizona Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.*, 233, 19 p.
- VALENZUELA L., F. and M.H. GONZÁLEZ, 1978, Grazing behavior of beef cattle on the Sonoran Desert, 31st Ann. Meet. Soc. Range Mgmt., Abstr. of papers, p. 11.
- VAN DYNE, G.M. and J.E. KAUTZ, 1978, Comparative analyses of diets of cattle, bison, sheep and pronghorn antelope, First Int. Rangeland Cong., Soc. Range Mgmt., Abstr. of papers, p. 41.
- VAN DYNE, G.M. and D.T. TORELL, 1967, Development and use of the esophageal fistula: a review, *J. Range Mgmt.*, 17:7-17.
- VAVRA, M., R.W. RICE and R.M. HANSEN, 1978, A comparison of esophageal fistula and fecal material to determine steer diets, *J. Range Mgmt.*, 31(1):11-13.
- WALLMO, O.C., R.B. GILL, L.H. CARPENTER and D.W. REICHERT, 1973, Accuracy of field estimates of deer food habits, *J. Wildl. Mgmt.*, 37(4): 556-562.
- WALLMO, O.C. and D.J. NEFF, 1970, Direct observations of tamed deer to measure their consumption of natural forage, p. 105-110. In: Range and wildlife habitat evaluation, a research symposium, *U.S. Dept. Agric. Misc. Publ.*, 1147, 220 p.
- WALLMO, O.C., W.L. REGELIN and D.W. REICHERT, 1972, Forage use by mule deer, *J. Wildl. Mgmt.*, 36:1025-1033.
- WESTOBY, M., G.R. ROST and J.A. WEIS, 1976, Problems with estimating herbivore diets by microscopically identifying plant fragments from stomachs, *J. Mammal.*, 57(1):167-172.
- WILSON, A.D., W.C. WEIR and D.T. TORELL, 1971, Evaluation of chamise (*Adenostoma fasciculatum*) and interior live oak (*Quercus wislizenii*) as feed for sheep, *J. Anim. Sci.*, 32:1042-1045.