



Métodos para determinar la composición de la dieta en venados: Comparación de su efectividad y factibilidad

Methods to determine deer diet composition: A comparison of their efficiency and feasibility

Olivas, S.M.^{1*}, Vital, G.C.^{1,2}, Flores, M.J.¹.

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ¹Departamento de Ciencias Químico Biológicas; ²Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Ave. Plutarco Elías Calles, C.P. 32310, Cd. Juárez, Chihuahua. México.

RESUMEN

El presente análisis literario está enfocado en examinar los diferentes métodos que existen para determinar la composición de la dieta de venados. La revisión de antecedentes de investigación fue acerca de diferentes especies de venados en varias regiones del mundo. El objetivo fue comparar la efectividad y factibilidad de los métodos. Entre los aspectos a considerar fueron el tipo de muestras y el alcance de cada método para conocer la composición de la dieta hasta taxones menores como género y especie o por tipo de forraje (pastos, herbáceas o arbustos). Estos estudios comprenden regiones de Europa, África, Australia, Norte y Sudamérica. Se encontró que existen seis metodologías: 1) Observación en campo, 2) Microhistología, 3) Análisis de la fistulación esofágica o de rumen, 4) Análisis del contenido estomacal, 5) Uso de alcanos lineales en cutículas de plantas (ceras) y 6) Espectroscopia de rayos infrarrojos. Entre los métodos más utilizados están el análisis micro-histológico de heces, que ofrece la ventaja de la fácil obtención de las muestras y prácticamente ilimitada cantidad de las mismas, así como y el uso de equipo no especializado.

PALABRAS CLAVE

Microanálisis, infrarrojo, fistulación esofágica, contenido estomacal, n-alcanos, ceras.

ABSTRACT

The present literary review is focused on examining the different methods that exist to determine deer diets composition. We considered research background of different deer species in several regions of the world. The aim was to compare the efficiency and feasibility of the methods. Among the aspects that were considered were the type of samples and the scope of every method to discriminate the composition of the diet up to minors'taxons as genus and species or for type of forage (pastures, herbaceous or shrubs). These studies cover Europa's regions, Africa, Australia, North and South America. It was found that six methodologies exist: 1) Observation in field, 2) Fecal analysis, 3) Esophageal and rumen fistula techniques, 4) Stomach analysis, 5) n-alkanes in plant's cuticles (waxes) and 6) Infrared reflectance spectroscopy. The most commonly used is the micro-histological analysis of dregs, which offers the advantage of easy access of samples, as well as unlimited quantity of the same ones, and the use of not specialized equipment.

KEY WORDS

Feces analysis, fecal spectroscopy, fistula techniques, stomach analysis, n-alkanes, waxes.

Información del artículo

Recibido: 27 de abril de 2013.

Aceptado: 08 de agosto de 2013.

*Autor correspondiente:

Olivas, S.M., Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Químico Biológicas. Ave. Plutarco Elías Calles, C.P. 32310, Cd. Juárez, Chihuahua. México. Tel. +52(656) 313 7523; (656) 688 1886. Correo electrónico: polivas@uacj.mx

Introducción

La valoración del impacto del venado sobre los ecosistemas ha dado lugar a numerosos trabajos sobre sus hábitos alimenticios y la composición de su dieta (Garín *et al.*, 2001). Algunos estudios sugieren efectos benéficos en la dispersión de semillas y en la regeneración del hábitat, así como efectos negativos a largo plazo, como la disminución de la biodiversidad vegetal y la invasión de malezas, sobre todo cuando se han introducido especies exóticas (Wichatitsky y Roques-Rogery, 2005). La composición de la dieta del venado, se reconoce como un factor importante en el manejo de sus poblaciones (Otis, 1997) y se ha utilizado para inferir aspectos claves en el sostenimiento del

animal y su relación con el hábitat. En este estudio se revisaron 87 artículos científicos, 6 tesis, 10 libros y 4 reportes de investigación publicados, referentes a los métodos empleados en la determinación de la composición de la dieta en venados. Además se incluyeron artículos que se han empleado para otros rumiantes, debido que se consideraron relevantes para demostrar la efectividad, la factibilidad y alcances de los métodos.

En el Tabla 1 se muestran los seis métodos que se usan comúnmente: 1) Observación en campo, 2) Microhistología, 3) Análisis de la fistulación esofágica o de rumen, 4) Análisis del contenido estomacal, 5) Uso de alcanos lineales en cutículas de plantas (ceras) y 6) Espectroscopía de rayos infrarrojos.

Tabla 1.

Trabajos realizados por diferentes métodos en la determinación de la composición de la dieta en cérvidos

Metodología	Autores	Ventajas	Desventajas
Observación en campo	Corv (1927); Dixon (1934); Culley (1937); Doran (1943); Hopkins (1951); Hubard (1952); Halls (1954); Greeen y Thomas (1957); Reppert (1960); Bjugstad <i>et al.</i> , (1970); Free <i>et al.</i> , (1971); Regelin <i>et al.</i> , (1974); Krueger <i>et al.</i> , (1974); Dahl & Scott (1980); Sanders <i>et al.</i> , (1980); Tixier (1987); Hernández <i>et al.</i> , (2001).	Complementario a los otros métodos Evaluación inmediata	Consumo mucho tiempo Entrenamiento necesario para distinguir mordidas en campo
Micro-histología	Sparks & Maleschek (1968); Lucich & Hansen (1981); Holeschek (1982a); Holeschek <i>et al.</i> , (1982a); Holeschek <i>et al.</i> , (1982a); Campbell & Johnson (1983); Johnson & Wolford (1983); Leslie <i>et al.</i> , (1983); Kasworm <i>et al.</i> , (1984); Holeschek y Valdéz (1985); Barber (1988); Green (1987); Quintanilla-González (1988); Gallina (1988); Plumtree (1988); Tixer <i>et al.</i> , (1988); Campbell & Johnson (1983); Barber (1988); Alipayo <i>et al.</i> , (1987); Oskanli & Lewis (1987); Smith <i>et al.</i> , (1988); Garín <i>et al.</i> , (2001); Uvalle-Saucosa (2001); Bugalho & Mine (2003); Muzza <i>et al.</i> , (2003); Sepúlveda-Palma <i>et al.</i> , (2004); Alsali (2005); Anzo <i>et al.</i> , (2005); Beck & Peek (2005); Sandoval <i>et al.</i> , (2005); Castellano <i>et al.</i> , (2007); Galán <i>et al.</i> , (2007); Hosten <i>et al.</i> , (2007); Frisina <i>et al.</i> , (2008); Homolka <i>et al.</i> , (2008); Villarreal-Espino <i>et al.</i> , (2008); Vía <i>et al.</i> , (2010); Villarreal-Espino <i>et al.</i> , (2011).	Método rentable No invasivo Posibilidad de obtener gran cantidad de muestras Permite determinar densidad de géneros, y grupos de plantas	Limitado a plantas que presentan fragmentos identificables Entrenamiento necesario
Fistulación esofágica o de rumen	Chamrad & Box (1964); Clemente <i>et al.</i> , (2005); de Gariné-Wichatitsky <i>et al.</i> , (2003); Wichatitsky & Roques-Rogery (2005); Storms (2008).	Efectivo para determinar taxones como géneros y especies o grupos de plantas	Alto número de animales requeridos para determinar dieta, método invasivo.
Análisis de contenido estomacal	Courtright, 1958; Brown, 1961; Chippendale, 1962; Talbot y Talbot, 1962; Chamrad y Box 1964; Bergerud y Russell, 1964; Anderson <i>et al.</i> , 1965; Korschgen, 1966; Scatter, 1966; Chamrad y Box, 1964; Michinis, 1977; Smith y Shandruk, 1979; Vava y Holeschek, 1980; Tixer <i>et al.</i> , (1988); Gebert & Verheyden-Tixer (2001).	Información sobre plantas consumidas y porcentajes Permite hacer tabulaciones de la clase de alimento, frecuencias, volumen y peso del forraje y se cataloga como un método preciso	Requiere el sacrificio del animal.
Alcanos lineales (ceras)	Tulloch (1976); Kolattukudy (1976); Mayes <i>et al.</i> , (1986); Dove & Mayes (1991); Dove & Mayes (1996); Mayes & Dove (2000); Bugalho <i>et al.</i> , (2001); Martins <i>et al.</i> , (2002); Y. J. Ru <i>et al.</i> , (2002); Ali, <i>et al.</i> , (2005); Bugalho <i>et al.</i> , (2005); Camahan (2011).	Puede llegar a determinar taxones como géneros y especies o grupos de plantas en la dieta	Entrenamiento necesario.
Espectroscopía infrarroja	Coates (1988); Stewart <i>et al.</i> , (2003); Landau <i>et al.</i> , (2006); Showers <i>et al.</i> , (2008); Li H. <i>et al.</i> , (2007); Darr RL. 2008; Gruchler <i>et al.</i> , (2010).	Efectivo para medir calidad y porcentaje de forraje Puede medir materia seca, proteína cruda, y compuestos fenólicos Muestras no invasivas	Requiere de calibraciones delicadas y elaboradas. Costo elevado.

El método más empleado para el estudio de composición de dieta es el micro-análisis, el cual fue encontrado en más del 60 % de los trabajos revisados (Tabla 1). Algunos autores han combinado varios de éstos métodos con la observación directa de los animales en campo y han tenido mejores resultados, lo cual es una práctica muy efectiva para determinar hábitos alimenticios, cuando se trata de observación de la vida silvestre.

Observación en campo: La determinación de la selección de la dieta por herbívora a través de la observación en campo es un método que se ha empleado desde los años 20's. Éste varía desde el seguimiento del animal y la observación de sus hábitos alimenticios, hasta el conteo de mordidas en las plantas ramoneadas. Entre los primeros estudios sobre venado, Dixon (1934) reportó los hábitos alimenticios del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), al seguir al animal y recorrer el área mientras éste pastoreaba.

Este método fue uno de los pioneros para conocer hábitos de pastoreo y preferencias del forraje para rumiantes. Se utilizó sobre todo en ganado vacuno por autores como: Cory (1927), Culley (1937), Hopkins (1951), Green y Gerald (1957), Halls (1954), Doran (1943), Hubbard (1952), Reppert (1960). Sanders y colaboradores (1980), compararon el método de observación de conteo de mordidas en campo con el de micro-análisis de heces en ganado, concluyendo que los análisis fecales reportan resultados similares al conteo de mordidas, además el micro-análisis se puede emplear en condiciones desfavorables de clima y con un trabajo mínimo de campo, mientras que el método de observación en campo, consume mucho tiempo y requiere el entrenamiento para distinguir las mordidas en las plantas (Holechek, et al., 1982c) y en especial para determinar que el ramoneo fue hecho por el venado (González y Briones, 2011).

Microhistología: Esta técnica ha sido ampliamente utilizada para determinar la composición de la dieta de herbívoros y puede realizarse en muestras fecales, estomacales o extrusas esofágicas (Alipayo et al., 1992). Esta se basa en la comparación bajo el microscopio de patrones epidérmicos identificables de plantas, como tricomas y otras características fisiológicas con fragmentos epidérmicos vegetales en las muestras (Holechek 1982a). Sparks y Malecheck (1968), trabajaron con 11 diferentes mezclas, usando el método de Fracker y Brischle (1944) y determinaron que existía una relación de

frecuencia-densidad entre la aparición de los fragmentos vegetales en heces. Posteriormente, Johnson (1982) elaboró la conversión matemática de frecuencia a densidades. Existen otros autores como Williams (1969) y Ward (1970), quienes en las primeras etapas emplearon la microhistología en la determinación de la composición de la dieta en herbívoros. La precisión de la técnica fue evaluada por otros investigadores como Hansen et al., (1973), Dearden et al., (1975), Havstad y Donart (1979), así como Holechek y su equipo en los años 80's (Holechek, 1982a; Holechek et al., 1982b; Holechek et al., 1982c; Holechek y Valdez, 1985) el cuál reporta en sus resultados que es importante un buen entrenamiento en la distinción de tejidos epidérmicos y lo identifica como un método confiable en el uso de muestras fecales.

Se ha comparado la efectividad del análisis de rumen y del contenido de fistulación esofágica con el microanálisis. Los resultados sugieren que el análisis de contenido fecal es un método rentable y no invasivo (Toddy Hasen, 1973), sin embargo algunos lo consideran como un método inexacto (Gill et al., 1983; Barker, 1986). Otros autores han desarrollado la aplicación de éste método con algunos tejidos no epidérmicos (Sepúlveda-Palma et al., 2004) y también se han generado diversos procedimientos para el tratamiento de las heces (Castellaro et al., 2007). Una de las desventajas de este método es que en ocasiones se subestiman plantas que carecen de fragmentos identificables en las heces (Leslie, 1983; Holechek y Valdez, 1985) y por eso algunos autores proponen utilizar criterios de cuantificación o factores de corrección, respondiendo a la necesidad de mejorar el reconocimiento de los fragmentos en la muestra, sin perder exactitud en la cuantificación (Johnson y Wofford, 1983; Barker, 1986; Catán et al., 2007).

Una de las ventajas de este método es la posibilidad de obtener gran cantidad de muestras lo cual permite estudiar la dieta de una especie animal de una forma no invasiva y no requiere de equipos de laboratorio muy especializados (Garin et al., 2001). Más aún Maizeter y colaboradores (1986), mencionan que posibilita el análisis de importantes especies vegetales comparando diferentes tiempos y áreas. Además permite llegar a determinar la densidad de géneros y especies de plantas contenidas en la dieta, así como por grupo de plantas como arbustos, pastos o herbáceas.

Fistulación esofágica o del rumen: Este método fue desarrollado por Chamrad y Box (1964) y consiste en el análisis

sis del material obtenido de la fistulación del rumen o del esófago, ambas fistulas han sido usadas ampliamente (Theurer *et al.*, 1976), con observación macroscópica de los fragmentos de plantas que aparecen después de un procesamiento de lavado y tamizado, los fragmentos se identifican al menor taxón posible usando una colección de referencia (Storms *et al.*, 2008). Sin embargo, este método requiere el sacrificio de animales o la permanencia de animales en cautiverio (Uvalle-Sauceda, 2001).

Varios estudios han demostrado que la estimación de la composición botánica por la fistulación esofágica es baja en precisión (Holechek *et al.*, 1982c). De acuerdo a Van Dyne y Heady (1965), se requieren 24 o más animales para adecuar la estimación de especies con una precisión de un 90 % de confianza y para clasificar en tipo de forraje (pastos, hierbas o arbustos), hasta nueve animales. Otros autores como Gait *et al.*, (1969), encontraron que se requieren hasta 30 animales para adecuar en un 90 % de confiabilidad en especies.

Anthony y Smith (1974) compararon la eficiencia de la técnica de microhistología en heces y la técnica de análisis de rumen, colectaron simultáneamente muestras de rumen y de heces, concluyendo que la técnica de microhistología resulta muy similar en confiabilidad al análisis volumétrico del rumen.

Análisis del contenido estomacal: El análisis del contenido del tracto digestivo, que por lo general es el estómago y en ocasiones del intestino, tiene como desventaja que involucra el sacrificio de animales y destruye una porción del forraje por digestión del alimento consumido (Holechek *et al.*, 1982c). Esta práctica ha sido utilizada desde los años 40's (Norris, 1943; Hill, 1946; Martin, 1949) y ha sido empleada en diferentes estudios de composición de la dieta en herbívoros (Courtright, 1959; Brown, 1961; Chippendale, 1962; Talbot y Talbot, 1962; Chamrad y Box 1964; Bergerud y Russell, 1964; Anderson *et al.*, 1965; Korschgen, 1966; Scotter, 1966; Chamrad y Box, 1964; Smith y Shandruk, 1979; Vavra y Holechek, 1980). La ventaja es que provee información sobre las especies de plantas que han sido consumidas y las proporciones relativas. Según Medin (1970), éste método permite hacer tabulaciones de la clase de alimento, frecuencias, volumen y peso del forraje y lo cataloga como un método preciso. Sin embargo, requiere el sacrificio de animales, lo que resulta inconveniente si se trata de especies de población reducida (Holechek *et al.*, 1982c).

Uso de n-alcanos cuticulares (Ceras): Este método consiste en determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros usando ceras (n-alcanos) de la cutícula de las plantas provenientes del material fecal (Carnahan, 2011). La historia del uso de los componentes cerosos de las plantas para determinar la nutrición de herbívoros fue determinada ampliamente por Dove y Mayes (1991). En los estudios de taxonomía de plantas, se han reconocido las diferentes características en los patrones de concentración de los n-alcanos, éstos son largas cadenas de hidrocarburos saturados (Kolattukudy, 1976; Tulloch, 1976; Bugalho *et al.*, 2005), por eso es posible usarlos en la determinación químico-taxonomía a través de análisis químicos calibrados (Dove y Mayes, 1996). Generalmente se emplea la cromatografía de gases con el método de Mayes *et al.*, (1986) modificado por Salt *et al.*, (1994), al calibrar y compara la composición de n-carbonos en plantas, con el contenido en el material fecal (Martins *et al.*, 2002, Bugalho *et al.*, 2005). Este método se ha utilizado con más frecuencia en el estudio de herbívoros domésticos, que en animales silvestres, ya que la variedad de la dieta de estos, hace más compleja la comparación con los patrones de los n-alcanos de plantas (Ali *et al.*, 2005). Su alcance puede llegar a determinar taxones como géneros y especies o grupos de plantas en la dieta (pastos, arbustos o hierbas), en estudios en venados algunos trabajos se han combinado con la observación directa en campo (Bugalho *et al.*, 2001).

Espectroscopia infrarroja (NIRS): Esta técnica se emplea para obtener información sobre el contenido de la dieta usando isótopos radiactivos, tales como C¹³ y N¹⁵; el primero refleja la clase de plantas en la dieta y el N¹⁵ la calidad de los diferentes tipos de forraje (Stewart *et al.*, 2003; Showers *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2007). Landau *et al.*, (2006), en su revisión literaria desde 1980s hasta el 2004, expone las ventajas y desventajas para detectar la calidad y composición de la dieta en pequeños rumiantes, concluyendo que resulta muy efectivo para medir la calidad del forraje usando excremento o contenidos esofágicos, así mismo se pueden evaluar parámetros como la concentración de materia seca, proteína cruda y concentración de compuestos fenólicos, entre otros, además ha sido utilizado para conocer el porcentaje de tipos de forrajes (pastos, hierbas, arbustos). Shower *et al.*, (2006) utilizaron por primera vez esta técnica en la predicción de la calidad de la dieta en venado cola blanca, empleando dietas preparadas, con lo cual adecuó las calibraciones para esta especie de NIRS.

La ventaja de éste método es que se pueden usar muestras como excremento o de otro tipo no invasivas, por ejemplo Druckerab *et al.*, (2010) trabajaron con pelo de Caribú y Alce mostrando que el uso de isotopos tiene un gran potencial para determinar la dieta y el hábitat de selección en rumiantes. Por otro lado, Li *et al.*, (2007), emplearon la espectroscopia de rayos infrarrojos (NIRS) como un método no invasivo para la detección de la calidad de la dieta en heces de ovejas (*Ovisaries*), con buenos resultados para monitorear el manejo de animales en pastoreo. Steward *et al.*, (2003) evaluaron el nicho alimentario del Venado bura, Alce americano y ganado bovino usando ésta misma técnica, encontrando que hay diferencias en el régimen de humedad y tipos de forraje preferidos. Podemos concluir que NIRS es uno de los métodos de laboratorio más versátiles y calibrados y que su uso en la determinación de análisis nutricionales para herbívoros está ganando reconocimiento, ha sido utilizado con éxito para animales domésticos y está en desarrollo para el estudio de fauna silvestre. Para algunos autores (Coates, 1999; Landau *et al.*, 2006) ha resultado una técnica más precisa que el análisis micro-histológico

co en la predicción de la composición de porcentajes, para especies de pequeños rumiantes. Sin embargo se requiere de calibraciones delicadas y muy elaboradas, tanto para determinar el tipo de planta y para cada especie de rumiante. Además de tener un costo elevado en comparación con otros métodos.

Conclusiones

Todos los métodos que se utilizan para el estudio de la dieta en venados requieren calibraciones y ninguno es cien por ciento seguro para detectar en su totalidad las especies vegetales presentes. Entre los métodos más rentables para conocer el contenido de la ingesta de plantas en venados, está el microanálisis de heces, que permite la posibilidad de obtener fácilmente una gran cantidad de muestra en diferentes puntos y la posibilidad de estudiar la dieta sin interferir en el comportamiento y hábitat del venado. A pesar de las desventajas que presenta, entre las más importantes es que hay tejidos que escapan a su detección, es todavía el método más utilizado.

Literatura citada

- Alcalá, G.C. 2005. Response of desert mule deer to habitat alterations in the lower Sonora Desert (tesis de doctorado). Tucson: The University of Arizona.
- Ali, H.A., Mayes, R.W., Hector, B.L., Verma, A.K. y Ørskov, E.R. 2005. The possible use of n-alkanes, long-chain fatty alcohols and long-chain fatty acids as markers in studies of the botanical composition of the diet of free-ranging herbivores. *Journal of Agricultural Science* 143: 85-95.
- Alipayo, D., Valdez, R., Holeček, J.L. y Cárdenas, M. 1992. Evaluation of microhistological analysis for determining ruminant diet botanical composition. *Journal of Range Management* 45: 148-152.
- Anderson, A.E., Snyder, W.A. y Brown, G.W. 1965. Stomach content analyses related to condition in mule deer, Guadalupe Mountains, N.M. *Journal of Wildlife Management* 29: 352-366.
- Anthony, R. y Smith, N.S. 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. *The Journal of Wildlife Management* 38(3): 535-540.
- Arceo, G., Mandujano, S., Gallina, S. y Perez Jimenez, L.A. 2005. Diet diversity of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia* 69(2): 159-68.
- Bagoudou, M. 1983. Accuracy of the Microhistological Technique Determined with *in vitro* Digested mixtures (tesis de maestría). Tucson: The University of Arizona.
- Barker, R.D. 1986. An investigation into the accuracy of herbivore diet analysis. *Australian Wild life Research* 13: 559-568.
- Beck, J.L. y Peek, J.M. 2005. Diet composition, forage selection, and potential for forage competition among elk, deer, and livestock on Aspen-Sagebrush Summer Range. *Rangeland Ecology and Management* 58(2): 135-147.
- Bergerud, A.T. y Russell, L. 1964. Evaluation of rumen food analysis for Newfoundland caribou. *Journal of Wildlife Management* 29: 813-819.
- Brown, E.R. 1961. The black-tailed deer in western Washington. Washington State Game Department. *Biological bulletin* 13: 124.
- Bugalho, M., Milne, J., Mayes, R. y Rego, F. 2005. Plant-wax alkanes as seasonal markers of red deer dietary components. *Canadian Journal of Zoology* 83(3): 465-473.

- Bugalho, M.N. y Milne, J.A. 2003. The composition of the diet of red deer (*Cervuselaphus*) in a Mediterranean Environment: a Case of Summer Nutritional Constraint? *Forest Ecology and Management* 181: 23-29.
- Bugalho, M.N., Milne, J.A. y Racey, P.A. 2001. The foraging ecology of red deer (*Cervus elaphus*) in a Mediterranean environment: is a larger body size advantageous? *Journal of Zoology* 255: 285-289.
- Campbell, E.G. y Johnson, R.L. 1983. Food habits of mountain goats, mule deer, and cattle on Chopaka Mountain, Washington, 1977-1980. *Journal of Range Management* 36: 488-491.
- Carnahan, A.M. 2011. Determining the diets of moose (Alcesalces) in Alaska using plant wax components (tesis de maestría). Anchorage: University of Alaska Anchorage.
- Castellaro, G.G., Squella, F.N., Ullrich, T.R., León, F.C. y Raggi, A.S. 2007. Algunas técnicas microhistológicas utilizadas en la determinación de la composición botánica de dietas de herbívoros. *Agricultura técnica* 67: 86-93.
- Catán, A., Degano, C.A. y Werenitzky, D. 2007. Evaluación de criterios de lectura microhistológica para la cuantificación de *Sphaeralceabonariensis* (Cav.), PILorentz en mezclas manuales. Técnica Pecuaria en México. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias* 45: 77-83.
- Chamrad, A.D. y Box, T.W. 1964. A point-frame for sampling rumen contents. *Journal of Wildlife Management* 28: 473-477.
- Chippendale, G. 1962. Botanical composition of kangaroo and cattle stomachcontents. *The Australian journal of science* 25: 21-22.
- Clemente, F., Riquelme, E., Mendoza, G.D., Bárcena, G., González, S. y Ricalde, R. 2005. Digestibility of forage diets of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Hays) using different ruminal fluid in ocula. *Journal of Applied Animal Research* 27: 71-76.
- Coates, D.B. 1999. Faecal spectroscopy (NIRS) for nutritional profiling of grazing cattle. pp. 466-68. En: International Rangeland Congress. Townsville Queensland Australia.
- Cory, V.L. 1927. Activities of lives tock on the range. *Texas Agricultural Experiment Station Bulletin* 367: 47.
- Courtright, A.M. 1959. Results of some detailed analyses of caribou rumen contents. *Tenth Alaskan Science Conference Proceedings* 28-35.
- Culley, M.J. 1937. Grazing habits of range cattle. USDA Forest Service. *Southwestern Forest and Range experiment Station*.
- Darr, R.L. 2009. Efects of habitat enrichment on withe-tailed deer selective foragin and productivity in a semi-arid landscape: an ecological approach using stable isotopes (tesis de maestría). Kingsville: Texas A&M University.
- De Garine-Wichatitsky, M., Duncan, P., Labbé, A., Suprin, B., Chardonnet, P. y Maillard, D. 2003. A review of the diet of rusa deer *Cervus timorensis russa* in New Caledonia: Are the endemic plants defenseless against this introduced, eruptive ruminant? *Pacific Conservation Biology* 9: 136-214.
- Dearden, B., Pegau, R. y Hansen, R. 1975. Precision of mirohistological estimates of ruminant food habits. *Journal of Wildlife Management* 39: 402-407.
- Doran, C.W. 1943. Activities and grazing habits of sheep on summer ranges. *Journal Forest* 41: 253-258.
- Dove, H. y Mayes, R.M. 1991. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 42: 913-952.
- Dove, H. y Mayes, R.W. 1996. Plant wax components: A new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *Journal of Nutrition* 126: 13-26.
- Druckerab, D.G., Hobsona, K.A., Ouelletc, J.P. y Courtoisd, R. 2010. Influence of forage preferences and habitat use on 13C and 15N abundance in wild caribou (*Rangifer tarandus caribou*) and moose (Alcesalces) from Canada. *Isotopes in Environmental and Health Studies* 46: 107-121.
- Fracker, S.B. y Brischle, J.A. 1944. Measuring the local distribution of Ribes. *Ecology* 25: 283-303.
- Frisina, M.R., Wambolt, C.L., Fraas, W.W. y Guenther, G. Mule deer and elkwinter diet as an indicator of habitat competition. En: Proceedings-shrublands under fire: disturbance and recovery in a changing world; 2006. 123-126. Fort Collins, USA.
- Gait, H.D., Theurer, B., Ehrenreich, J.H., Hale, W.H. y Martin, S.C. 1969. Botanical composition of diet of steers grazing a desert grass range. *Journal of Range Management* 22: 14-19.
- Gallina, S. 1993. White-tailes deer and catle diets at La Michilia Durango, Mexico. *Journal of Range Management* 46: 487-92.
- Garin, I., Aldezabal, A., García González, R. y Aihartzza, J.R. 2001. Composición y calidad de la dieta del ciervo (*Cervus elaphus* L.) en el norte de la península ibérica. *Animal Biodiversity and Conservation* 24: 53-63.
- Geist, V. 1998. Deer of the World: Their Evolution, Behavior and Ecology. pp. 421. Mechanicsburg, Pennsylvania: Editorial Stack pole Books.

- Gill, R.B., Carpenter, L.H., Bartmenn, R.M., Baker, D.L. y Schoonveld, G.G. 1983. Feca analysis to estimate mule deer diets. *Journal of Wildlife Management* 47: 902-915.
- González, G. y Briones, S.M. 2011. Dieta de *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en un bosque templado del norte de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 60: 447-457.
- Greelen, H.E. y Gerald, W.T. 1957. Livestock and deer activities on the Edward's Plateau of Texas. *Journal of Range Management* 10: 34-37
- Halls, L.K. 1954. The approximation of cattle diet through herbage sampling. *Journal of Range Management* 7: 269-270.
- Hanley, T.A. 1997. A Nutritional view of understanding and complexity in the problem of diet selection by deer (Cervidae). *Oikos* 79: 209-18.
- Hansen, R.M., Peden, D.G. y Rice, R.W. 1973. Discerned fragments in feces indicates diet overlap. *Journal of Range Management* 26: 103-105.
- Hansen, R.M. y Reid, L.D. 1975. Diet overlaps of deer, elk, and cattle in southern Colorado. *Journal of Range Management* 28: 43-47.
- Havstad, K.M. y Donart, G.B. 1978. The microhistological technique: testing two central assumptions in south-central New Mexico. *Journal of Range Management* 31: 469-470.
- Hernández, M.F., Aranda, R.R. y Uvalle, S.J. 2001. Observaciones sobre el ramoneo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en bosques semi-decíduos en las provincias del Pinar del Rio y Matanzas, Cuba. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 1: 67-73.
- Hill, R.R. 1946. Palatability ratings of Black Hills plants for white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 10: 47-54.
- Holechek, J.L. 1982a. Evaluation of Microhistological Analyses for Determining Ruminant Diet Botanical Composition. *Journal of Range Management* 36: 305-11.
- Holechek, J.L., Gross, B., Dabo, S.M. y Stephenson, T. 1982b. Sample preparation techniques for microhistological analysis. *Journal of Wildlife Management* 46: 502-505.
- Holechek, J.L., Vavra, M. y Pieper, R.D. 1982c. Botanical composition determination of range herbivore diet: a review. *Journal of Range Management* 35: 309-315.
- Holechek, J.L. y Valdez, R. 1985. Magnification and shrub stemmy material influences on fecal analysis accuracy. *Journal of Range Management* 38: 350-52.
- Homolka, M., Heroldová, M. y Bartoš, L. 2008. White-tailed deer winter feeding strategy in area shared with other deer species. *Folia Zoologica* 57: 283-293
- Hopkins, H.H. 1954. Effects of mulch upon certain factors of the grassland environment. *Journal of Range Management* 7: 255-258.
- Hosten, P.E., Whitridge, H. y Broyles, M. 2007. Diet Overlap and Social Interactions among Cattle, Horses, Deer and Elk in the Cascade-Siskiyou National Monument, southwest Oregon. U.S. [monografía en internet]. Oregon: Department of the Interior, Baureau of Land Management, 2007. 36Pp. En: <http://soda.sou.edu/bioregion.html>, última consulta: 08 de febrero de 2013.
- Hubbard, W.A. 1952. Following the animal and eye-estimation method of measuring the forage consumed by grazing animals. Proccedings Sixth International. *Grassland Congress* 2: 1343-47.
- Johnson, M.K. 1982. Frecuency sampling for microscopic analysis of botanical compositions. *Journal of Range Management* 35: 541-542.
- Johnson, M.K. 1983. Wofford H. Digestion and fragmentation: influence on herbivore diet analysis, *Journal of Wildlife Management* 47: 877-879.
- Karmiris, I., Platis, P.D., Kazantzidis, S. y Papachristo, T.G. 2011. Diet selection by domestic and wild herbivore species in coastal Mediterranean wetland. *Annales Zoologici Fennici* 48: 233-242.
- Kasworm, W.F., Irby, L.R. y IhslePac, H. B. 1984. Diets of ungulates using winter ranges in northcentral Montana, *Journal of Range Management* 37: 67-71.
- Kolattukudy, P.E. 1976. Introduction to natural waxes. En: Kolattukudy PE, comp. Chemistry and biochemistry of natural waxes. *Amsterdam: Elsevier* 1-5.
- Korschgen, L.J. 1966. Foods and nutrition of ruffed grouse in Missouri. *Journal of Wildlife Management* 30: 86-100.

- Landau, S., Glasser, T. y Dvash, L. 2006. Monitoring nutrition in small ruminants with head of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) technology: A review. *Small Ruminant Research* 61: 1-11.
- Leslie, D.M., Vavra, M., Starkey, E.E. y Slater, R.C. 1983. Correcting for differential digestibility in microhistological analyses involving common coastal forages of the Pacific Northwest. *Journal of Range Management* 36: 730-732.
- Li, H., Tolleson, D., Stuth, J., Baic, K., Mo, F. y Kronberg, S. 2007. Faecal near infrared reflectance spectroscopy to predict diet quality for sheep. *Small Ruminant Research* 68: 263-68.
- Lucich, G.C. y Hansen, R.M. 1981. Autumn mule deer foods on heavily grazed cattle ranges in Northwestern Colorado. *Journal of Range Management* 34: 72-73.
- Maizeret, C., Boutin, J.M. y Sempere, A. 1986. Intérêt de la method micrographique d'analyses des fèces pour l'etude du régime alimentaire du Chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Gibier Faune Sauvage* 3: 159-183.
- Martin, A.C. 1949. Procedures in wildlife food studies. U.S. Fish and Wildlife Service. *Wildlife Leaflet* 325: 10
- Martins, H., Elston, D.A., Mayes, R.W. y Milne, J.A. 2002. Assessment of the use of n-alkanes as markers to describe the complex diets of herbivores. *Journal of Agricultural Science* 138: 425-34.
- Mayes, R.W. y Dove, H. 2000. Measurement of dietary nutrient intake in free-ranging mammalian herbivores. *Nutrition Research Reviews* 13: 107-38.
- Mayes, R.W., Lamb, C.S. y Colgrove, P.M. 1986. The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *Journal of Agricultural Science* 107: 161-70.
- Medin, D.E. 1970. Stomach content analyses: collections from wild herbivores. En: Range and wildlife habitat evaluation: A research Symposium. U.S. Department of agriculture forest service miscellaneous publication 1147: 133-145 pp.
- Mussa, P.P., Aceto, P., Abba, C., Sterpone, L. y Meineri, G. Preliminary study on the feeding habits of roe deer (*Capreolus capreolus*) in the western Alps. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 87: 105-08.
- Norris, J.J. 1943. Botanical analysis of stomach contents as a method of determining forage consumption of range sheep. *Ecology* 24: 244-251.
- Ockenfels, R.A. y Lewis, C.H. 1997. Coues white-tailed deer dietary overlap with Cattle in Southern Arizona. En: Deer-Elk Workshop. Game and Fish Department, Research Branch. Arizona 89-95 pp.
- Otis, D. 1997. Analysis of habitat studies with multiple patches within cover type. *Journal of Wildlife Management* 61: 1016-22.
- Plumptre, A.J. 1995. The chemical composition of montane plants and its influence on the diet of the large mammalian herbivores in the Parc National des Volcans, Rwanda. *Journal of Zoology* 235: 323-337.
- Quintanilla-González, J.B. 1989. Determinación botánica de la dieta del venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el norte del estado de Nuevo León (tesis de maestría). Marín: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Reppert, J.N. 1960. Forage preference and grazing habits of cattle at the Eastern Colorado Range Station. *Journal of Range Management* 58-65.
- Salt, C.A., Mayes, R.W., Colgrove, P.M. y Lamb, C.S. 1994. The effects of season and diet composition on the radiocaesium in take by sheep grazing on heather moorland. *Journal of Applied Ecology* 31: 125-136.
- Sanders, K.D., Dahl, B.E. y Scott, G. 1980. Bitecount vs. fecal analysis for range animal diets. *Journal of Range Management* 32: 146-149.
- Sandoval, L., Holechek, J., Biggs, J., Valdez, R. y Van Leeuwen, D. 2005. Elk and mule deer diets in North-Central New Mexico. *Rangeland Ecology and Management* 58: 366-372.
- Scotter, G.W. 1966. Sieve mesh size as related to volumetric and gravimetric analysis of caribou rumen contents. *The Canadian Field-Naturalist* 80: 238-241.
- Sepúlveda Palma, L., Pelliza, A. y Manacorda, M. 2004. La importancia de los tejidos no epidérmicos en el microanálisis de la dieta de herbívoros. *Ecologica austral* 14: 31-38.
- Showers, S.E., Tolleson, D.R., Stuth, J.W., Kroll, J.C. y Koerth, B.H. 2006. Predicting Diet Quality of White-Tailed Deer via NIRS Faecal Profiling. *Rangeland Ecology and Management* 59: 300-307.
- Smith, A.D. y Shandruk, L.J. 1979. Comparison of fecal rumen and utilization methods for ascertaining pronghorn diets. *Journal of Range Management* 32: 275-279.
- Smith, C., Valdez, R., Holechek, J., Zwank, P.J. y Cardenas, M. 1998. Diets of Native and Non-Native Ungulates in Southcentral New Mexico. *The Southwestern Naturalist* 43: 163-169.
- Sparks, D.R. y Malecheck, J.C. 1968. Estimating percentage dry weights in diets using microscopic techniques. *Journal of Range Management* 21: 264-265.

- Stewart, K.M., Bowyer, R.T., Kie, J.G., Dick, B.L. y Bend, D.M. 2003. Niche partitioning among mule deer elk and Cattle do stable isotopes reflect diet. *Ecoscience* 10: 297-302.
- Storms, D., Aubry, P., Hamann, J.L., Said, S., Fritz, H., Saint-Andrieux C. et al. 2008. Seasonal variation in diet composition and similarity of sympatric red deer *Cervus elaphus* and roe deer *Capreolus capreolus*. *Wildlife Biology* 14: 237-250.
- Storr, G.M. 1961. Microscopic analysis of feces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Australian Journal of Biological Sciences* 14: 157-164.
- Talbot, L.M. y Talbot, M.H. 1963. The wilde beest in western Malsailand, East Africa. *Wildlife Monographs* 12: 88.
- Theurer, C.B. 1969. Determination of botanical and chemical composition of the grazing animals diet. En: Proc. National Conf. Forage Quality Evaluation and Utilization. Nebraska, USA. 17 pp.
- Thill, R.E. 1984. Deer and cattle diets on Louisiana Pine-Hardwood sites. *Journal of Wildlife Management* 48: 788-798.
- Tixier, H., Duncan, P., Scehovic, J., Yant, A., Gleizes, M. y Lila, M. 1997. Food selection by European roe deer (*Capreolus capreolus*): effects of plant chemistry, and consequences for the nutritional value of their diets. *Journal of Zoology* 242: 229-245.
- Todd, J.K. y Hansen, R.M. 1973. Plant fragments in the feces of bighorns as indicators of food habits. *Journal of Wildlife Management* 37: 363-366.
- Tulloch, A.P. 1976. Chemistry of waxes of higher plants. En: Kolattukudy PE, comp. Chemistry and biochemistry of natural waxes. Amsterdam: Elsevier 235-287.
- Uvalle-Sauceda, J. 2001. Rehabilitación de áreas pastoreadas y sus efectos en comunidades vegetales y en las dietas de ungulados (tesis de maestría) Linares: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Van Dyne, G.M. y Heady, H.F. 1965. Botanic composition of sheep and cattle diets on a mature annual range. *Hilgardia* 36: 465-470.
- Vavra, M. y Holechek, J.L. 1980. Factors influencing microhistological analysis of herbivore diets. *Journal of Range Management* 33: 371-374.
- Vila, A.R., Borrell, L. y Martínez, L. 2010. Dietary overlap between huemul and livestock in Los Alerces National Park, Argentina. *Journal of Wildlife Management* 73: 368-73.
- Villarreal Espino, O.A., Plata Pérez, F.X., Camacho Ronquillo, J.C., Hernández Hernández, J.E., Franco Guerra, F.J., Aguilar, O.B. et al. 2011. El Venado Cola Blanca en la mixteca poblana. *Therya* 2: 103-110.
- Villarreal Espino, O.A., Campos Armendia, L.E., Castillo Martínez, T.A., Cortes Mena, I., Plata Pérez, F.X., Mendoza Martínez, G.D. 2008. Composición botánica de la dieta del venado temazate rojo (Mazamatemama), en la sierra nororiental del estado de Puebla. *Universidad y Ciencia* 24: 183-188.
- Ward, A.L. 1970. Stomach content and fecal analysis: Methods of forage identification. Range and Wildlife Habitat Evaluation. A Research Symposium. U.S. Department of Agriculture Forest Service Miscellaneous publication 1147: 146-158.
- Wichatitsky, M.G. y Roques Rogery, G. 2005. Rusa deer (*Cervus timorensis*) in New Caledonia: overview of current research and management perspectives. En proceedings of the national feral deer management. Workshop. November, Canberra, Australia. 88-92 pp.
- Williams, O.B. 1969. An improved technique for identification of plant fragments in herbivore feces. *Journal of Range Management* 22: 51-52.
- Willms, W., McLean, A., Tucker, R. y Ritcey, R. 1980. Deer and cattle diets on summerrange in British Columbia. *Journal of Range Management* 33: 55.

Como citar este artículo: Olivas, S.M., Vital, G.C., Flores, M.J. (2014). Métodos para determinar la composición de la dieta en venados: Comparación de su efectividad y factibilidad. *Revista Bio Ciencias* 2(4): 252-260.

