

Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo.

José Mejía Haro*

La variación en el consumo voluntario de forraje es indudablemente el principal factor dietario que determina el nivel y eficiencia de producción en un rumiante. Esta variación es mayor y muy difícil de predecir bajo condiciones de pastoreo. La productividad y eficiencia de rumiantes en pastoreo es relativamente baja debido, en parte, a las limitaciones en el consumo; la productividad probablemente se podrá incrementar si se incrementa el consumo. La distensión de la pared del rumen-retículo es el principal mecanismo de regulación del consumo de forrajes de baja calidad en rumiantes en pastoreo, aunque la digestibilidad y la tasa de pasaje también afectan el consumo voluntario. Igualmente, el consumo se ve afectado por el tamaño corporal y peso metabólico del animal, por la cantidad y tipo de suplemento ofrecido, por la disponibilidad de forraje y por la intensidad del pastoreo.

The variation in voluntary forage intake is undoubtedly the major dietary factor determining level and efficiency of ruminant production. This variation is bigger and least predictable for grazing ruminants. Range ruminant productivity and efficiency is relatively low due, partly, to intake limitations; productivity could probably be increased most by increasing intake. Distension of the reticulo-rumen wall is the primary intake regulation mechanism of low-quality roughages in range ruminants, digestibility and rate of ingest passage also affect voluntary intake. Body size and metabolic body size as well affect intake of grazing animals. Kind and amount of supplementation, forage availability, and grazing intensity have been related to voluntary forage intake.

Recibido: 11 de Abril de 2002

Aceptado: 15 de Octubre de 2002

Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. Irapuato, 36500, México.
haro@dulcinea.ugto.mx

INTRODUCCIÓN

En la nutrición animal generalmente se han reconocido cuatro aspectos básicos que se deben tomar siempre en cuenta: los requerimientos del animal, el contenido nutricional de los alimentos, su digestibilidad y la cantidad consumida por el animal. Específicamente, la nutrición de rumiantes en pastoreo es un proceso complejo con características y problemas particulares.

Los requerimientos del ganado bajo estas condiciones no se conocen con precisión, debido a que pueden ser modificados por la actividad del pastoreo y las condiciones ambientales. Por otra parte, el valor nutritivo y la digestibilidad son también difíciles de determinar debido a que el animal selecciona su dieta de una combinación de especies y partes de plantas. Pero el factor más crítico en los requerimientos nutricionales de los rumiantes en pastoreo es el desconocimiento de la cantidad consumida voluntariamente.

Teóricamente, un animal debe consumir hasta satisfacer sus requerimientos nutricionales, pero el consumo total es limitado por factores físicos y fisiológicos del animal y la planta, estrategias de manejo de plantas y animales y factores ambientales.

El objetivo de esta revisión fue analizar los factores que afectan el consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo.

CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJE

La cantidad de materia seca de forraje consumida es el factor más importante que regula la producción de rumiantes a partir de forrajes. Así, Allison (1985) señala que el valor de un forraje en la producción animal depende más de la cantidad consumida que de su composición química.

Minson (1990) define al consumo voluntario como la cantidad de materia seca consumida cada día cuando a los animales se les ofrece alimento en exceso.

PALABRAS CLAVE: Consumo; Forraje; Rumiantes; Pastoreo.

KEYWORDS: Intake; Forage; Ruminants; Grazing.

Asimismo, Chávez (1995) justifica la realización de estudios tendientes a analizar el consumo voluntario de forraje en el hecho de que el estado nutricional del animal en pastoreo, puede verse más afectado por una disminución en el consumo, que por el bajo valor nutricional del forraje; de tal manera que si pudiera manipularse la cantidad consumida por el animal, sería posible mejorar el estado nutricional del ganado, incrementando por lo tanto sus índices de productividad.

Igualmente, el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos de Norteamérica (NRC, 1987) señala que en bovinos productores de carne, el consumo voluntario se debe conocer o predecir para determinar la proporción de sus requerimientos que pueden ser cubiertos vía forrajes de baja calidad y así la cantidad de concentrado suplementario necesario por día puede ser calculada.

Regulación del consumo voluntario

El NRC (1987) señala que en el negocio de la producción animal, las utilidades dependen enormemente del éxito en la habilidad para maximizar el consumo de alimento. Por lo tanto, es esencial comprender los factores que influyen sobre el consumo de alimento. El consumo final diario de alimento por un animal en pastoreo es el resultado de la integración de una gran variedad de estímulos por el sistema nervioso central, y sus mecanismos de regulación son muy complejos, por lo que algunos de estos procesos aún no se conocen totalmente (Freer, 1981).

Existen varias revisiones que documentan los factores que controlan el consumo voluntario de forraje (Greenhalgh, 1982; Allison, 1985; NRC, 1987; Minson, 1990; y Chávez, 1995, entre otros) coincidiendo en dos teorías responsables de la regulación del consumo: la teoría física, relacionada con la capacidad del tracto digestivo, y la teoría quimostática, basada en la densidad calórica de la dieta.

Minson (1990) menciona que el consumo de forraje por animales en pastoreo es controlado por factores propios del animal, del forraje y del ambiente. La mayoría de éstos son iguales para animales en estabulación que en pastoreo; sin embargo, enfatiza en dos aspectos específicos para animales en pastoreo, la selectividad y la disponibilidad de forraje.

De acuerdo con Clark y Armentano (1997) y Allison (1985) dadas las características de la dieta de rumiantes en pastoreo, alta en fibra y baja en energía digestible, cobran importancia los efectos físicos de la distensión digestiva como limitantes del consumo voluntario, señalan evidencias de que el consumo voluntario es limitado por la capacidad del retículo-rumen y por la velocidad de desaparición de la digesta en este órgano. La velocidad de desaparición depende de la velocidad de paso y de absorción, que a su vez dependen de las propiedades físicas y químicas del forraje.

Con relación a lo anterior, Dado y Allen (1995) demostraron la hipótesis de que vacas recibiendo una dieta alta en fibra al inicio de la lactancia tienen consumo limitado por la capacidad física del retículo-rumen. Además de la distensión, Grovum (1988) señala que el consumo voluntario de forraje puede también ser limitado por la osmolaridad, concentración de hidrógeno y ácido acético en la digesta en el retículo-rumen, por la concentración del ácido propiónico en las venas ruminales e hígado o por algunas hormonas, como la insulina, glucagón, gastrina y colecistoquinina.

Debido al paso tan rápido del agua por el rumen, la adición intraruminal de agua no afecta el consumo; sin embargo, se ha evaluado el efecto del nivel de humedad de los forrajes sobre el consumo voluntario; y al parecer se concluye que no tiene efecto significativo sobre el consumo; pero, el nivel de humedad sí puede afectar la selectividad durante el pastoreo, ya que el animal prefiere los forrajes succulentos sobre los forrajes secos (Allison, 1985).

Van Soest (1994) señala que el consumo depende del volumen estructural, por lo tanto, del contenido de paredes celulares del forraje. Con relación a esto, Allison (1985) menciona que la fracción del forraje fermentable rápidamente no ocupa espacio en el retículo-rumen por períodos largos de tiempo, en comparación con los componentes estructurales (paredes celulares) del forraje.

También se ha estudiado el efecto de la calidad de la dieta sobre el consumo; un factor nutricional primario que limita el consumo, es un bajo contenido de nitrógeno en la dieta. Allison (1985) indica que en dietas con forrajes toscos que contienen de 8 a 10% de proteína cruda, el consumo es limitado aparentemente por la capacidad del retículo-rumen y la tasa de pasaje de la ingesta, y si la dieta excede del 10%, el consumo es afectado probablemente por otros factores metabólicos. Lo anterior fue confirmado por Mejía (2000) al probar diferentes niveles y fuentes de proteína en la dieta de bovinos y no encontró diferencias significativas entre tratamientos en el consumo voluntario de alimento.

Otro factor asociado con las características de la dieta es la digestibilidad del forraje, que está estrechamente relacionada con el consumo, incrementándose éste al aumentar la digestibilidad, la cual controla la tasa de pasaje. Esta relación fue descrita por Ellis (1978) al señalar que existe un punto en el cual el consumo se estabiliza o bien tiende a decrecer, esto se observa cuando la digestibilidad excede de 66%.

Factores que afectan el consumo voluntario

Tamaño corporal. Si la capacidad física del tracto digestivo no es un factor limitante, el máximo nivel de consumo se manifestará por efecto de los requerimientos energéticos del animal. La demanda de energía es proporcional al tamaño corporal o peso metabólico, que se expresa elevando el peso vivo a la potencia 0.75 (NRC, 1987); de esta forma, las necesidades de energía por unidad de peso de animales pequeños son mayores que para animales de talla

grande, reflejándose en una selección más eficiente de la dieta por los primeros (Allison, 1985).

Estado fisiológico. Chávez (1990) cita que durante las fases de crecimiento y los ciclos reproductivos se presentan cambios importantes en los requerimientos de los animales en pastoreo. Las etapas de preñez y lactancia representan un considerable incremento en la demanda de energía; sin embargo, tiene diferentes efectos en el consumo voluntario de forraje, ya que un animal gestante se encuentra físicamente con menor capacidad digestiva a consecuencia del crecimiento uterino y la compresión del rumen.

Con relación a lo anterior, Allison (1985) reportó diferencias significativas en el promedio de consumo de materia seca entre vacas lactando, preñadas y secas; el consumo de animales lactando fue mayor que para vacas preñadas o secas y las vacas preñadas consumieron más que las vacas secas; también señaló que los animales jóvenes son más selectivos, prefieren forrajes con mayores niveles de proteína cruda y menores de fibra detergente ácido y celulosa al compararlos con las vacas adultas.

Condición corporal. El consumo está relacionado con la condición corporal al igual que al tamaño corporal. Sin embargo, es un índice pobre de la demanda energética y por lo tanto del consumo, cuando diferencias en productividad están presentes. Se ha señalado (Minson, 1990) que animales delgados comen más que los animales gordos, esto también se relaciona al consumo y crecimiento compensatorio, es decir, animales que pasaron por un período de subnutrición comen más por unidad de peso vivo que animales que estuvieron bien alimentados previamente.

Suplementación. Es muy importante el efecto que tiene el tipo de suplementación sobre el consumo voluntario de forraje. Generalmente se ha observado (Allison, 1985) que la adición de carbohidratos de fácil digestión provoca una disminución en el consumo voluntario de forraje; contrariamente, la suplementación proteica

favorece la actividad microbiana ruminal, incrementando la digestibilidad y la velocidad de pasaje de la digesta y por ende el consumo. Como se vio en el apartado de la regulación del consumo voluntario, el consumo responde a la suplementación proteica sólo cuando los forrajes contienen menos de 8 a 10% de proteína cruda.

Kawas (1995) señala la importancia de la suplementación mineral en los rumiantes en pastoreo, al mencionar que la deficiencia de nitrógeno, azufre, fósforo, magnesio, sodio, cobalto y selenio reducen el consumo voluntario de forraje al inhibir la digestión de la materia orgánica.

Preferencia. En primer lugar se deben conceptualizar algunos términos para analizar este apartado, por ello se recurre a una revisión hecha por López (1984) en la cual se define apetitosidad como el conjunto de características de la planta que estimulan al animal a consumirla; así, la preferencia es la respuesta animal a la apetitosidad de la planta. Selectividad del forraje, por otro lado, es la medida de lo que el animal ingiere relativo a lo que dispone.

Los pastizales y las praderas raramente son uniformes y la diversidad provee a los rumiantes la oportunidad de seleccionar su dieta. Así, Allison (1985) citó que en 5 de 11 pastos, su consumo fue influenciado por su sabor, olor o tacto (textura), es decir, existió estimulación sensorial. Grovum (1988) también señala la importancia de la estimulación sensorial oral-faringe.

La costumbre o experiencia para pastorear y consumir algún forraje también puede afectar al consumo voluntario; recientemente, se condujo un estudio (Distel *et al.*, 1993) sobre consumo voluntario y se concluyó señalando que las limitaciones sobre el consumo de forraje de baja calidad impuestas por niveles altos de fibra y bajos de proteína pueden ser atenuadas por medio de la exposición de los animales a estos forrajes a temprana edad, para crear adaptación e inclusive preferencia por forrajes fibrosos en los animales en pastoreo.

Con respecto a la heterogeneidad de los forrajes, Minson (1990) resalta cuatro aspectos: preferencia entre hojas y tallos, forraje verde *vs* maduro, diferencias entre especies y el grado de contaminación del forraje. Son claras las evidencias de que las hojas son consumidas en mayor cantidad que los tallos, debido a que contienen menores niveles de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina, y por ende presentan menor resistencia al corte y masticación, esto se acentúa en las praderas con pastos tropicales. También señala que la mayoría de las praderas contienen pasto verde y material muerto, particularmente al final de la época del pastoreo y este material generalmente es rechazado por los animales. De igual manera, muchas praderas contienen más de una especie forrajera y esto provee otra oportunidad para que el consumo sea selectivo; estableciéndose diferencias entre leguminosas y pastos a favor de las primeras debido a su menor contenido de paredes celulares y por ende, menor resistencia al corte; también reporta preferencia por los pastos de zonas templadas sobre los pastos tropicales. Por último señala que el consumo voluntario de forraje se deprime cuando está contaminado con tierra, heces o material muerto.

Allison (1985) señala que falta información sobre efectos asociativos entre forrajes sobre el consumo. Sin embargo, el efecto asociativo se presenta en la digestibilidad y puede tener una función indirecta en el incremento del consumo; por ejemplo, especies vegetales susceptibles de ramoneo pueden incrementar la digestibilidad de los pastos, incrementando sobre todo la digestibilidad de la dieta total con un correspondiente incremento en el consumo.

Disponibilidad de forraje. NRC (1987); señala que los dos principales factores que influyen en el consumo por el ganado en pastoreo son: la cantidad y calidad del forraje disponible; siendo la cantidad el primer factor limitante. Asimismo, López (1984) menciona que la producción y presentación del forraje disponible para el animal en pastoreo, tiene efectos considerables bajo condiciones de pradera; pero estas variables

pueden no ser importantes en pastoreo extensivo. En el agostadero, la accesibilidad del forraje, distancia del agua y los regímenes térmicos, resultan ser más importantes en atención a las limitaciones del consumo.

Por otro lado, la fertilización con nitrógeno incrementa la producción de forraje pero no necesariamente incrementa el consumo o digestibilidad de la materia seca (Minson, 1990).

Sistema de pastoreo. El objetivo de un buen manejo de praderas es el proveer al animal con suficiente pasto y así asegurar un buen tamaño de bocado o mordida (Minson, 1990). Sin embargo; Allison (1985) cita que no hay diferencias significativas en la producción animal entre un sistema rotacional y el pastoreo continuo. Como regla general, al incrementarse la intensidad del pastoreo, el ganado tiene menor oportunidad de seleccionar su dieta, debido a que se incrementa la velocidad de cambio de las especies y partes de las plantas preferidas. Así, la intensidad en el pastoreo incrementa los kilogramos de carne producidos por hectárea, pero disminuye las ganancias individuales por animal. También señala que con una alta intensidad de pastoreo, la calidad de las dietas disminuye, esto se atribuye a la reducción en la selectividad; por ende, las porciones más maduras y fibrosas de las plantas son consumidas, resultando una menor digestibilidad y contenido nutricional de la dieta.

Condiciones ambientales. Los bovinos productores de carne son explotados en muchas regiones climáticas y, excepto para algunos sistemas de producción intensivos, son expuestos a condiciones climáticas naturales. De acuerdo con NRC (1981), cambios en el ambiente influyen en el comportamiento, función y productividad de los animales mediante un proceso complejo, que involucra tres aspectos: consumo voluntario de alimento y agua, valor nutritivo del alimento consumido, y requerimientos de energía para mantenimiento del animal. Así las condiciones ambientales afectan directa o indirectamente el nivel de consumo voluntario del

alimento y la utilización de la energía metabolizable consumida. Principalmente la temperatura y la intensidad de la luz modifican la velocidad en la madurez de los forrajes y su contenido en paredes celulares, y por ende, el consumo por rumiantes en pastoreo. Es conveniente señalar que los cambios ambientales tienen un comportamiento estacional.

Formas de expresar el consumo voluntario

Son bastante heterogéneas las formas de expresión de los valores de consumo voluntario estimados en condiciones de pastoreo. Sin embargo, la tendencia práctica es reportar el consumo voluntario como porcentaje del peso vivo o simplemente en kilogramos de materia seca u orgánica consumida por animal por día; pero, dado que el consumo está directamente relacionado con los requerimientos metabólicos, la expresión más recomendable debe involucrar el tamaño o peso metabólico, es decir, gramos de forraje por kilogramo de peso metabólico (P.V.^{0.75}).

Técnicas para estimar el consumo voluntario

Todas las metodologías desarrolladas y empleadas hasta la fecha para cuantificar el consumo poseen ventajas, pero también limitaciones en precisión, tiempo y costo. Por lo anterior no es posible referirse a una determinación exacta de consumo, sino que es más correcto hablar como un índice estimativo de la cantidad de forraje consumido en condiciones de pastoreo, existiendo sin embargo técnicas más exactas que otras. Al respecto se han publicado valiosas revisiones entre las que figuran las de Cordova *et al.*, (1978) Zorrilla (1979), y Le Du y Penning (1982), quienes describen ampliamente los métodos comúnmente más utilizados para estimar el consumo voluntario de forraje, clasificándolos en forma muy general en métodos directos e indirectos.

Los métodos directos se refieren específicamente a: 1) estimación del consumo bajo condiciones controladas en jaulas individuales y 2)

método telemétrico basado en transmisiones de presión mediante unas “botas” especiales, que detectan los cambios de peso del animal (Minson, 1990).

En la categoría de los métodos indirectos se incluyen los más comúnmente utilizados en las determinaciones de consumo voluntario de forraje en pastoreo. Incluyen estimaciones de consumo utilizando medidas agronómicas, parámetros del comportamiento animal y la estimación de la porción no digerible del forraje y de la producción fecal mediante el uso de indicadores externos e internos, o bien a través del uso de animales colectores de heces y de animales fistulados esofágicamente (Figura No 1).

Las determinaciones de consumo voluntario utilizando medidas agronómicas consisten básicamente en la realización de cortes antes y después del pastoreo, y el diferencial representa la cantidad consumida por el animal. Este método es descrito por Zorrilla (1979), Meijs *et al.*, (1982), y Minson (1990). Su desventaja es que no considera los efectos asociados con el pisoteo, la selectividad del animal y el crecimiento del forraje, por lo anterior los resultados obtenidos mediante esta metodología son dudosos.

Un segundo método indirecto para estimar el consumo voluntario de forraje, incluye la utilización de ciertos parámetros de comportamiento como el tiempo de pastoreo, número

de bocados por unidad de tiempo y el tamaño del bocado. Este método ha sido utilizado y discutido por Hodgson (1982) y Minson (1990); es conveniente señalar, que los datos obtenidos por este método presentan coeficientes de variación hasta de un 50%, lo que indica la baja precisión del mismo (Zorrilla, 1979).

La técnica que se ha considerado como estándar por ser la más adecuada en términos de precisión, a pesar de ciertas desventajas relacionadas con el tiempo y costo, es la que contempla la relación entre la cantidad total de heces producida por unidad de tiempo y la porción no digerible de la ingesta (Cordova *et al.*, 1978; y Zorrilla, 1979). El grado de exactitud del método dependerá de la precisión con que se determine la producción diaria de heces y la digestibilidad de la dieta seleccionada por el ganado.

El volumen de heces producidas por el animal puede estimarse directamente mediante la colección total, e indirectamente con el uso de marcadores o indicadores. El primer método consiste en recoger todas las heces producidas utilizando bolsas colectoras especiales sujetas al animal mediante un arnés. La metodología de muestreo ha sido descrita con detalle por Zorrilla (1979), sugiriendo que las mediciones deben realizarse dos veces diarias para evitar grandes volúmenes de heces en la bolsa colectoras.

La duración del período de muestreo, así como el número de animales necesarios han sido estudiados por Cordova *et al.*, (1978) y Le Du y Penning (1982), concluyendo que con un período de adaptación de 7 a 10 días, y 5 a 7 días de colección, utilizando 5 a 6 animales se obtiene información con buen grado de confiabilidad. Una desventaja de este método es el posible efecto negativo del equipo sobre el comportamiento animal; sin embargo, Chávez *et al.*, (1981) observaron que el uso de bolsas colectoras de heces no causó tensión significativa a los animales, habiéndose obtenido una pro-



Figura 1. Bovino con fístula esofágica y arnés con bolsa colectoras de heces para estimar el consumo voluntario de forraje.

ducción fecal constante en el período de muestreo. De cualquier manera, el método requiere de mucho tiempo y cuidados, por lo que es una técnica costosa y bajo ciertas condiciones poco práctica (Zorrilla, 1979).

Un método alternativo para estimar la producción de heces lo constituye el empleo de marcadores o indicadores externos, los cuales son sustancias no naturales, no digeribles, no tóxicas, totalmente recuperables y de fácil cuantificación (Maynard *et al.*, 1981; y Le Du y Penning, 1982). Pond *et al.*, (1987) señalan que los indicadores externos son utilizados con diferentes propósitos, tales como: determinación de la digestibilidad, estimación de la producción fecal, consumo voluntario y tasa de pasaje a través del tracto digestivo; los más utilizados han sido óxido de cromo (Cr_2O_3), óxido férrico (Fe_2O_3), sulfato de plata (Ag_2S) y compuestos de cromo (Cr), cobalto (Co) y elementos raros tales como iterbio (Yb), europio (Eu), disprosio (Dy), oro (Au), cerio (^{144}Ce), escandio (^{46}Sc), circonio (^{95}Zr), lantano (^{140}La), rutenio (^{106}Ru), itrio (Y), etc. (Le Du y Penning, 1982).

A pesar de que se ha incrementado cada vez más el uso de marcadores radioactivos, el óxido de cromo sigue siendo el indicador que más comúnmente se utiliza en estudios de consumo, digestibilidad y producción fecal (Chamberlain y Thomas, 1983; y Clanton y Raleigh, 1987). Paterson y Kerley (1987) y Pond *et al.*, (1987) citan que el óxido de cromo es administrado al animal en una dosis conocida, posteriormente se realiza un muestreo periódico de heces, obteniéndose éstas directamente del recto, y luego se mide la concentración del marcador en las heces fecales; la producción de heces se calcula mediante la relación entre la cantidad administrada y recuperada utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Producción de heces (g/d)} = \frac{\text{dosis suministrada (g/d)}}{\% \text{ del marcador en heces}}$$

El grado de confiabilidad de esta estimación depende fundamentalmente de la cantidad de óxido de cromo recuperado en las heces. Es conveniente señalar que existen evidencias de

que el óxido de cromo no sólo no se recupera totalmente, sino que presenta variaciones diurnas, las cuales tienen efecto directo sobre la concentración de el óxido de cromo en las heces y por ende en los valores de producción total de las mismas (Pond *et al.*, 1987). Estos problemas se pueden mitigar administrando el marcador en cápsulas dos veces diarias o impregnado en papel una vez al día para que la excreción sea más uniforme (Zorrilla, 1979; y Le Du y Penning, 1982). El marcador debe ser administrado al animal 4 a 7 días antes del período de colección que tiene una duración de 3 a 7 días (Zorrilla, 1979; y Pond *et al.*, 1987).

Una vez que se ha estimado la cantidad total de heces producida diariamente, restaría determinar la porción no digerible del forraje consumido, cuya estimación se realiza en forma indirecta conociendo la digestibilidad de la dieta seleccionada por el animal en pastoreo.

CONCLUSIONES

En esta revisión fue evidente que:

El consumo voluntario de forraje es de importancia especial bajo condiciones de pastoreo, por la gran cantidad de factores asociados y por la complejidad en su determinación y no se debe dejar de considerar la posibilidad de sinergismo o aditividad de estos factores.

El consumo voluntario de forraje responde principalmente a la capacidad física digestiva del animal, a la composición química de los forrajes y a la demanda de energía de los animales en pastoreo.

Es muy diversa la metodología que se puede utilizar para estimar el consumo voluntario bajo condiciones de pastoreo.

Es necesario responder a los cuestionamientos y dudas que aún persisten sobre el consumo voluntario de forraje mediante una investigación crítica; ya que el consumo de forraje afecta al consumo de nutrientes y éste, a su vez, al estado nutricional del animal.

REFERENCIAS

- Allison, C. D. (1985). Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *J. Range Manage.* 38:305.
- Clanton, D. C. and R. J. Raleigh. (1987). Forty years of grazing livestock nutrition research. In: *Grazing Livestock Nutrition Conference* (Proceeding) Jackson, Wyoming.
- Clark, P. W. And L. E. Armentano. (1997). Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *J. Dairy Sci.* 80:898.
- Cordova, F. J., J. D. Wallace and R. D. Pieper. (1978). Forage intake by grazing livestock: A review. *J. Range Manage.* 31:430.
- Chamberlain, D. E. and P. C. Thomas. (1983). A note on the use of chromium sesquioxide as a marker in nutritional experiments with dairy cows. *Anim. Prod.* 36:155.
- Chávez, A., M. H. González y L. C. Fierro. (1981). Consumo voluntario de forraje en vacas gestantes durante la época de sequía. *Pastizales.* XII-3.
- Chávez, M. G. (1990). *Consumo voluntario de forraje, valor nutritivo de la dieta y gasto energético de vacas gestantes y lactantes en pastoreo.* Tesis. Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih.
- Chávez, M. G. (1995). Consumo voluntario de forraje de rumiantes en libre pastoreo. En: *Curso-Taller Internacional de Actualización Sobre Consumo Voluntario de Alimentos.* U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Dado, R. G. and M. S. Allen. (1995). Intake limitations feeding behaviour, and rumen function of cow challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *J. Dairy Sci.* 78:118.
- Distel, R. A., J. J. Villalba and H. E. Laborde. (1993). Effects of early experience on voluntary intake of low-quality roughage by sheep. *J. Anim. Sci.* 72:1191.
- Ellis, W. C. (1978). Determinants of grazed forage intake and digestibility. *J. Dairy Sci.* 61:1828.
- Freer, M. (1981). The control of food intake by grazing animals. In: F. H. W. Morley (Ed). *Grazing Animals.* Elsevier Sci. Pub. Co., Amsterdam, Holland.
- Greenhalgh, J. F. D. (1982). An introduction to herbage intake measurements. In: J. D. Leaver (Ed). *Herbage Intake Handbook.* The British Grassland Society.
- Grovum, W. L. (1988). Appetite, palatability and control of feed intake. In: D. C. Church (Ed). *The Ruminant Animal.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Hodgson, J. (1982). Ingestive behaviour. In: J. D. Leaver (Ed). *Herbage Intake Handbook.* The British Grassland Society.
- Kawas, J. J. (1995). Factores que afectan el consumo voluntario de forrajes por bovinos en pastoreo. En: *Curso-Taller Internacional de Actualización sobre Consumo Voluntario de Alimentos.* U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Le Du, Y. L. P. and P. D. Penning. (1982). Animal based techniques for estimating herbage intake. In: J. D. Leaver (Ed). *Herbage Intake Handbook.* The British Grassland Society.
- López, R. (1984). *Dieta del Ganado en Agostadero.* Folleto de Divulgación. Vol. 1. No. 4. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. (1981). *Nutrición Animal.* 7a. ed. McGraw-Hill. México.
- Meijs, J. A. C., R. J. K. Walters and A. Keen. (1982). Sward methods. In: J. D. Leaver (Ed). *Herbage Intake Handbook.* The British Grassland Society.
- Mejía, H. J. (2000). *Efecto de Dos Fuentes Proteicas sobre el Comportamiento Productivo, Fermentación Ruminal y Cinética Digestiva en Bovinos Productores de Carne.* Disertación Doctoral. Universidad Autónoma de Chihuahua, México.
- Minson, J. D. (1990). *Forage in Ruminant Nutrition.* Academic Press. San Diego, CA.
- NRC. (1981). *Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals.* National Academy Press. Washington, DC.
- NRC. (1987). *Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals.* National Academy Press. Washington, DC.
- Paterson, J. and M. Kerley. (1987). Discussion of marker methodologies used in grazing experiments and digestibility of forages consumed by grazing animals. In: *Grazing Livestock Nutrition Conference* (Proceeding). Jackson, Wyoming.
- Pond, K. R., J. C. Burns and D. S. Fisher. (1987). External markers - use and methodology in grazing studies. In: *Grazing Livestock Nutrition Conference* (Proceeding). Jackson, Wyoming.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant.* Second Ed. Cornell University Press. Ithaca, N.Y.
- Zorrilla, J. (1979). Determinación del consumo voluntario en condiciones de libre pastoreo. En: *Manual de Técnicas de Investigación en Nutrición de Rumiantes.* Depto. de Nutrición Animal. INIP-SARH.