



“Digestibilidad por el método del indicador en rumiantes”

Diego García M., Pablo García B., Felipe Gatica B.,
María de los Ángeles Gatica E., Vanessa Gornall C.

**Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias
Universidad de Chile**

“Digestibility by indicator method in ruminants”

Abstract

Not all the elements delivered to the animals through the diet are absorbed; representing the most important loss of energy for them. That is why, digestibility tests, have been generated, which indicate the proportion of nutrients that can be absorbed in a ration. For this process there are different techniques, like the Total Feces Collection Method being one of the most used and reliable, but also the most laborious type of measurement, or the use of indicators such as lignin and chromium oxide, which are explained and compared in more detail on this work.

Keywords: digestibility; digestibility indicators; lignin.

Palabras claves: digestibilidad; indicadores de digestibilidad; lignina.

Introducción

Para comparar el valor nutritivo de los alimentos de acuerdo a las necesidades, en este caso de rumiantes, y analizar de qué manera cubrir sus requerimientos por medio de la planificación de suplementos en momentos necesarios, se realizan estimaciones sencillas de evaluación nutritiva de acuerdo al concepto de digestibilidad. No todo el alimento que consume un animal es asimilado por su organismo, ya que parte de él es eliminado por otros mecanismos, principalmente por heces (San Miguel, 2006), representando ésta la mayor pérdida nutricional en el proceso de utilización energética (digestión incompleta) (Rodríguez et al., 2007). La digestibilidad es la capacidad de un determinado principio inmediato (nutriente) de ser asimilado por un animal (San Miguel, 2006). El método tradicional para medirla es la denominada colección total de heces (CTH); un proceso con ciertas dificultades especialmente en animales de pastoreo o de potrero, en que las heces son difíciles de manejar. Bajo esta problemática, es que la técnica que utiliza indicadores (externos e internos) permite minimizar la interferencia por ejemplo de patrones de comportamiento animal, simplificando ciertos procedimientos (Lachmann et al., 2009).

El uso de indicadores como óxido de cromo, presenta antecedentes de eficiencia como sistema de marcaje para estimar digestibilidad *in vivo*. Sin embargo, la determinación analítica es costosa y requiere de un delicado manejo, siendo la lignina un marcador interno que permite ahorrar tiempo y recursos económicos (Lachmann et al., 2009).

Revisión bibliográfica

El valor nutritivo de los alimentos es importante en rumiantes. No siendo suficientes los análisis químicos, se deben considerar los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal (Rodríguez et al., 2007).

La digestibilidad, estima la proporción de nutrientes en una ración que presumiblemente son absorbidos por el animal. Ésta depende en gran parte, de la composición nutritiva de la ración en estudio, aunque su medición se complica porque las heces tienen cantidades de materiales que no provienen de la dieta (compuestos nitrogenados, lipídicos, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno). Por esta razón, los

coeficientes de digestibilidad son “aparentes”, sin embargo son de gran utilidad (Lachmann et al., 2009).

La digestibilidad puede ser medida *in vivo* o *in vitro*. En el primer caso se estima bajo cierto número de animales, mientras que en el segundo, se simula el proceso natural de digestión en laboratorio, habiendo complicaciones de tipo práctico en ambas. En el consumo de forrajes, la digestibilidad *in vivo*, se ve alterada por: la capacidad de selección del animal en función de la oferta de material, la disponibilidad de agua, la tasa de pasaje del alimento y la eficiencia metabólica animal. También son consideradas las condiciones ambientales, haciendo que la técnica *in vitro* difícilmente pueda recrear las transformaciones que ocurren *in vivo* (Lachmann et al., 2009).

Para la determinación del coeficiente de digestibilidad *in vivo*, se han utilizado varios métodos, dentro de ellos, los más importantes son el de colección total de heces (CTH) y el de las proporciones utilizando indicadores. El método CTH, es el más confiable, ya que involucra factores directos del alimento con el animal. Lo ofrecido al animal, lo rechazado y muestras de heces son analizados en laboratorio y así, determinar la digestibilidad del nutriente en cuestión. El cálculo del coeficiente, corresponde al porcentaje de un determinado nutriente que luego de ser consumido no es eliminado en forma de heces:

Donde:

$$D = 100 (P - Ph)/P$$

P= Cantidad total de nutriente ingerida (%)

Ph= Cantidad de nutriente que aparece en las heces (%)

Este índice sólo estima la digestibilidad del nutriente ingerido, ya que el hecho de no aparecer en las heces no significa que haya sido asimilado, sino que parte del alimento ingerido puede haberse eliminado de otra manera (Lachmann et al., 2009).

Las desventajas de este método, desde el punto de vista práctico son: el ser laborioso, requerir de jaulas de colección, de personal preparado, costo de mantenimiento animal y la imposibilidad de utilizar hembras en los ensayos. Operacionalmente, implica medir diariamente el consumo, realizar la colección fecal 1 o 2 veces al día a una misma hora sin contaminarlas y mantener los arneses en su sitio. En ensayos a pastoreo, este tipo de manejo se complica, ya que los animales deben estar adaptados al uso de arneses y

a la constante manipulación, pudiendo causar un efecto detrimental sobre los hábitos de pastoreo del animal. Todo esto ha promovido el uso creciente de indicadores en los estudios de digestión (Lachmann et al., 2009).

Los indicadores permiten tener referencias de aspectos físicos, como la tasa de pasaje o químicos, como hidrólisis y absorción, estimando cuantitativa y cualitativamente la información nutricional en sistemas donde la colección de heces se vuelve complicada (Lachmann et al., 2009).

Un indicador debe de ser inerte y no tóxico, no tener efectos fisiológicos, no ser absorbido ni metabolizado en su paso por el tracto digestivo y debe ser recuperado completamente tanto de materias primas como de alimentos procesados, debe mezclarse bien con el alimento y mantenerse uniformemente distribuido en la digesta, no tener influencia sobre las secreciones alimentarias, digestión, absorción, motilidad del tracto digestivo o sobre la excreción, no tener efecto sobre la microflora del tracto digestivo del hospedero; además debe tener cualidades que permitan su medición precisa y ser barato (Rodríguez et al., 2007). Como el indicador ideal no existe, se considera que cumpla sólo con la indigestibilidad, la recuperación completa y la fácil medición del material, además de no afectar al animal, no interferir la digestibilidad del alimento y debe contar con un método específico y sensible para su determinación (Lachmann et al., 2009).

El método de las proporciones utilizando indicadores para determinar los coeficientes de digestibilidad se muestra como un procedimiento altamente válido, ya que sabiendo con precisión las cantidades de marcador y porcentaje de nutrientes en el alimento y en las heces a partir de una relación entre esas concentraciones, se determina la digestibilidad de los nutrientes. Para el cálculo de la digestibilidad de cualquier nutriente (DN), se aplican estas fórmulas según preferencia (Lachmann et al., 2009):

$$DN, \% = [1 (CMF \times NH) / (CMH \times NF)] \times 100$$

Donde:

CMF = Concentración del marcador en el forraje (%)

NH = Concentración del nutriente en las heces (%)

CMH = Concentración del marcador en las heces (%)

NF = Concentración del nutriente en el forraje (%)

$$\text{CDa, \%} = 100 \left[\frac{100 (\text{MA}/\text{MH}) (\text{NH}/\text{NA}) \right]$$

Donde:

CDa = Digestibilidad aparente

MA =% de marcador en el alimento

MH =% de marcador en las heces

NH =% de nutriente en las heces

NA =% de nutriente en el alimento

Dentro de diversas clasificaciones que han tenido los indicadores, la más común es que existen internos y externos. Los internos son aquellos constituyentes naturales del alimento, que no son digeridos ni absorbidos por el animal (lignina), o que se digieren en muy poco. La ventaja de ellos es que no es necesaria la preparación del marcador. Los externos (óxido de cromo), son sustancias químicas que se suministran al animal directamente con la ración, en cápsulas (oral), en soluciones o incluso directamente en el rumen, cumpliendo la misma función que los internos (Lachmann et al., 2009).

La validez del uso de marcadores en condiciones de pastoreo depende de la habilidad para obtener muestras representativas de las heces producidas y del forraje consumido. Se debe estandarizar el uso de un marcador para una situación específica, ya que como no hay indicador ideal siempre hay que considerar un grado de error en las estimaciones. Es por esto que se recomienda hacer una evaluación de diferentes materiales y así determinar la fiabilidad de los estimados de digestibilidad obtenidos. Con este método, se reconoce que el método CTH no es necesario y que es aplicable para animales tanto de confinamiento como pastoreo, en ocasiones donde medir el consumo total de alimento se dificulta o cuando se hace imposible coleccionar la totalidad de las heces. Sólo es importante conocer la concentración de la sustancia de referencia en el alimento y en las heces para luego hacer muestreo directo de ambos (menos laborioso). Los indicadores más utilizados son la lignina y el óxido de cromo (Lachmann et al., 2009).

Lignina:

Este es un marcador interno, por lo que los coeficientes de digestibilidad que entrega son variables y la necesidad de colección total de las heces para obtener muestras representativas son algunas limitantes para utilizarla con precaución. Estudios atribuyen que esta variabilidad se encuentra en la especie forrajera evaluada, por lo que forrajes tropicales tienen un mayor contenido de lignina a diferencia de los que están en climas

templados; siendo mejores como marcadores internos para ensayos de digestibilidad (Lachmann et al., 2009).

Óxido de cromo:

Al ser este marcador insoluble en agua y no estar asociado a los componentes de la ingesta, puede formar un sedimento en el retículo-rumen siendo transferido esporádicamente al tracto gastrointestinal, afectando directamente el patrón de excreción del marcador. Ofrece la ventaja de tener la recuperación completa en las heces, pero resultados menos precisos debido a su excreción fecal irregular, que puede evitarse dando el indicador 2 veces al día (Lachmann et al., 2009). Otras ventajas son el ser de un bajo costo comercial, su incorporación fácilmente a las dietas y que es analizada con relativa facilidad (Rodríguez et al., 2007).

El número de animales a seleccionar en el momento de realizar ensayos de digestibilidad, ya sea en condiciones de pastoreo o en confinamiento, debe ser una muestra representativa, ya que de esta manera las variaciones individuales se reducen. El paso a seguir luego de la selección, es el período de acostumbramiento del animal, el cual tiene como fin limpiar el aparato digestivo de residuos alimenticios consumidos antes de comenzar el ensayo, de tal modo que el animal se acostumbre a su nueva dieta y al manejo diario. En rumiantes, este periodo es de 1 semana, sin embargo, al emplear forrajes muy de baja calidad, se sugiere un periodo preliminar de hasta 30 días para el ajuste, pudiendo esto ser atribuido a bajas tasas de pasaje. Si bajo condiciones de pastoreo el animal no está familiarizado al tipo de manejo, el estrés producido puede causar alteraciones de conducta como por ejemplo cambios en los patrones de consumo y en selección de la dieta. Es por esto que deben ser equipados con arnés y bolsa colectora hasta 2 o 3 días antes de comenzar la colección. El período de recolección generalmente dura 7 días (Lachmann et al., 2009).

Las muestras fecales se toman luego de ser excretadas, o rectalmente, según el marcador empleado, a intervalos iguales, dependiendo del momento de administración del indicador y la excreción del mismo (Lachmann et al., 2009).

El momento de dosificación del marcador es importante en relación a la hora de suministro del alimento, considerando que la ingestión estimula movimientos ruminales. Mientras el material sea más denso, tenderán a aumentar los movimientos ruminales. Las contracciones de retículo y rumen aumentan durante el consumo de alimento, por lo que el bolo es expuesto a mayor movimiento y posiblemente es mezclado con mayor efectividad. Las cápsulas suministradas al finalizar la ingestión del alimento no son forzadas por los movimientos dorsales y caudales, ni mezclados con el alimento previamente consumido, debido que al finalizar la ingestión ocurre una reducción de los movimientos ruminales y por lo tanto el mezclado es deficiente (Lachmann et al., 2009).

Finalmente, es importante destacar que los métodos alternativos a CTH, están sujetos a condiciones experimentales para determinar su eficiencia y que son altamente afectados por la dieta, la naturaleza física de ella y la especie animal utilizada (Lachmann et al., 2009).

Resumen

No todos los elementos entregados a los animales por medio de la dieta son absorbidos, siendo esto lo que representa la mayor pérdida en la utilización de la energía. Es por esto que se han generado ensayos de digestibilidad, los que indican la proporción de nutrientes que pueden ser absorbidos en una ración. Para este proceso existen diversas técnicas como el método tradicional de colección total de heces (CTH) siendo uno de los más usados y confiables, pero también el más laborioso y el uso de indicadores como la lignina, los que serán explicados y comparados con mayor detalle, aclarando sus ventajas y desventajas en este trabajo.

Bibliografía

- **LACHMANN, M.; ARAUJO FEBRES, O.** La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. [online]
<<http://avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/Digestibilidadderumiantes.pdf>>
[consulta: 28/4/2009]

- **RODRIGUEZ M., N.; SIMOES SALIBA, E. O.; GUIMARAES-JUNIOR, R. 2007.**
Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. Rev. Col. Cienc. Pec. 2007; 20:4

- **SAN MIGUEL A., A. 2006.** Fundamentos de Alimentación y Nutrición del ganado.
[online]<<http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/SanMiguel/pdfs/apuntes/Nutrici%C3%B3n%20animal%20texto%202006.pdf>> [consulta: 28/4/2009]