

ESTIMACIÓN DE CALIDAD DE LOS FORRAJES

Dr. Oscar Di Marco. 2012. Facultad de Ciencias Agrarias - Unidad Integrada Balcarce, INTA Balcarce.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos](#)

INTRODUCCIÓN

La evaluación sistemática de la calidad de recursos forrajeros tuvo su auge en el mundo a partir de la década del 60 con el desarrollo de la técnica de Tilley y Terry para medir la digestibilidad in vitro de la materia seca. Posteriormente la evaluación se enriqueció en la década siguiente con la técnica de Van Soest para cuantificar la fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina. Desde entonces estos parámetros, conjuntamente con la determinación de proteína bruta (PB), constituyeron el pilar de la evaluación de recursos forrajeros en el mundo y en el país. Sin embargo existen otros criterios para evaluar la calidad de los forrajes y cada laboratorio de usa el que considera más conveniente.

¿QUÉ ES LA CALIDAD DEL FORRAJE?

Existe acuerdo en la bibliografía que el principal parámetro que define la calidad del forraje es la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo no existe un método de referencia para determinar dicho parámetro, ni una norma que especifique que parámetros se tienen que evaluar para determinar la calidad de un forraje. Tampoco está definida la terminología apropiada para usar en la temática, es así que tanto se puede hablar de calidad de forrajes, calidad forrajera, valor nutritivo, calidad nutritiva, composición nutritiva, o simplemente "calidad", entre otros términos. Algunos autores consideran que la calidad es una propiedad del forraje, otros que es el resultado de la respuesta del forraje al ambiente y/o manejo, y otros consideran que debe incluir la respuesta animal o el consumo. También algunos laboratorios no determinan la digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS) y la estiman con una fórmula a partir de la fibra detergente ácida (FDA):

$$\% \text{ DIVMS} = 88.9 - (\% \text{ FDA} \times 0.779).$$

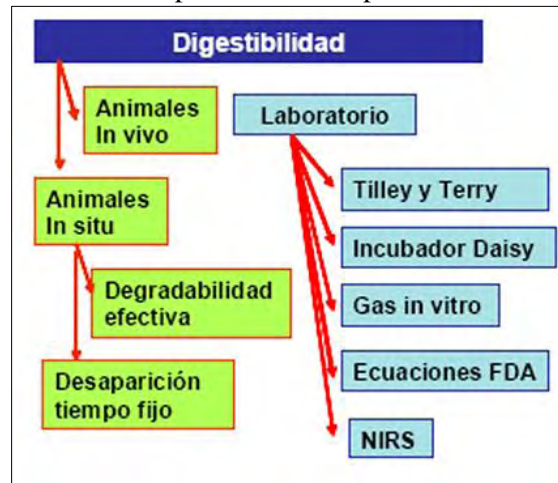
Independientemente de la metodología utilizada para evaluar la calidad, se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB). Por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PB baja a menos del 8%. El uso más común de la DIVMS es para estimar el contenido de energía metabolizable (EM) del alimento. Según las normas inglesas de alimentación dicha conversión se realiza en forma simplificada con la siguiente ecuación:

$$\text{EM} = 3.61 \times \text{DIVMS}$$

TÉCNICAS USADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD

La técnica más usada y difundida en el mundo, con excepción de EE.UU., es la de **Tilley y Terry** (TT). Sin embargo hay otras alternativas que se muestran en el esquema siguiente. Cada procedimiento tiene sus ventajas y limitaciones que hay que tener en cuenta al momento de interpretar la información. La principal limitante de TT es el tiempo que requiere el análisis y la demanda de mano de obra. Tiene un período de incubación con licor ruminal de 48 h, seguido de otro con pepsina ácida de igual tiempo, lo cual hace que el análisis lleve una semana completa. En la última década esta técnica está siendo reemplazada por el procedimiento en el **digestor Daisy**, que ahorra tiempo y mano de obra. Este procedimiento se ha difundido aceleradamente en EE.UU., que mayormente utiliza la predicción de la digestibilidad a partir del contenido de FDA del alimento, si bien existen numerosas publicaciones que advierten sobre las limitaciones de esta última estimación.

Gráfico N° 1: Técnicas o procedimientos para evaluar la digestibilidad



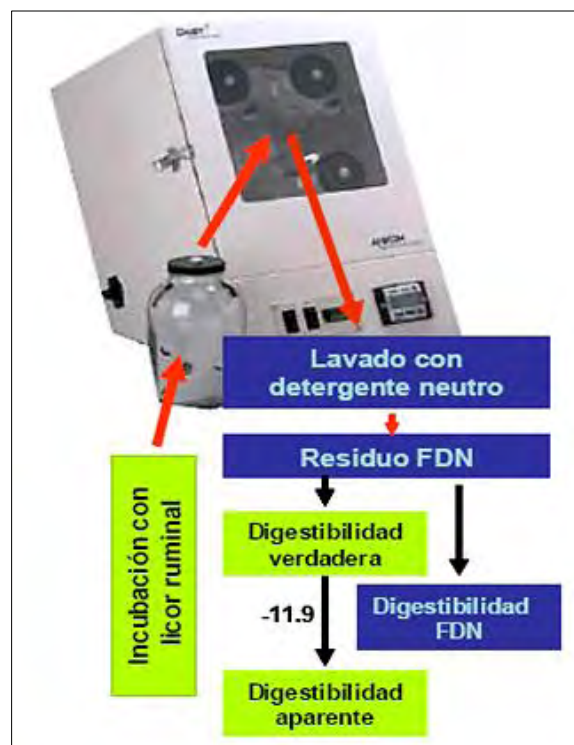
La estimación a partir de la producción de **gas in vitro** se utiliza en muchos países con distintas variantes. Es adecuada para estudiar la cinética in vitro de los alimentos, tiene alta repetibilidad entre determinaciones, pero tiene sus inconvenientes al momento de convertir la producción de gas en porcentaje de digestibilidad.

Por su parte, la metodología **enzimática que usa celulasas** en lugar de líquido ruminal, es muy citada en publicaciones provenientes de Francia y Australia. Este procedimiento se calibra con respecto al TT y no se utiliza en el país, no obstante podría ser una metodología de importancia en el futuro, si las normas de bienestar animal prohíben el uso de animales con cánulas ruminales para obtener líquido ruminal.

La determinación de digestibilidad con **NIRS** aún es incipiente en el país, pero hay un interés creciente en calibrar esta metodología. El problema es que requiere muestras estándares de digestibilidad conocida para su calibración.

La **incubación in situ** se utiliza más bien con fines de investigación y no en análisis de rutina. Es de gran utilidad para estudiar la cinética de la degradación en el rumen y estimar la degradabilidad efectiva de los forrajes. En la bibliografía se hace referencia a éste parámetro, o a la desaparición de la MS a un tiempo determinado (por ejemplo 24 horas), en lugar de la digestibilidad in vitro.

El **digestor Daisy** se está usando en muchos laboratorios del mundo y del país en reemplazo de otras metodologías. En este aparato se mide la digestibilidad verdadera de la MS (DvMS) y la digestibilidad de la FDN (DFDN). De la DvMS se puede calcular la digestibilidad aparente (DaMS) restando el factor metabólico de Van Soest de 11.9. El aparato también permite estudiar la cinética in vitro, o calcular la desaparición MS a un tiempo fijo.



Según el manual del aparato la incubación es de 48 horas al igual que en la técnica de TT. Con este tiempo de incubación ambos procedimientos dan resultados comparables.

A diferencia de la técnica de TT en el digestor Daisy se puede variar el tiempo de incubación.

¿CUÁL DE LOS PARÁMETROS DE DIGESTIBILIDAD ES EL MÁS ADECUADO?

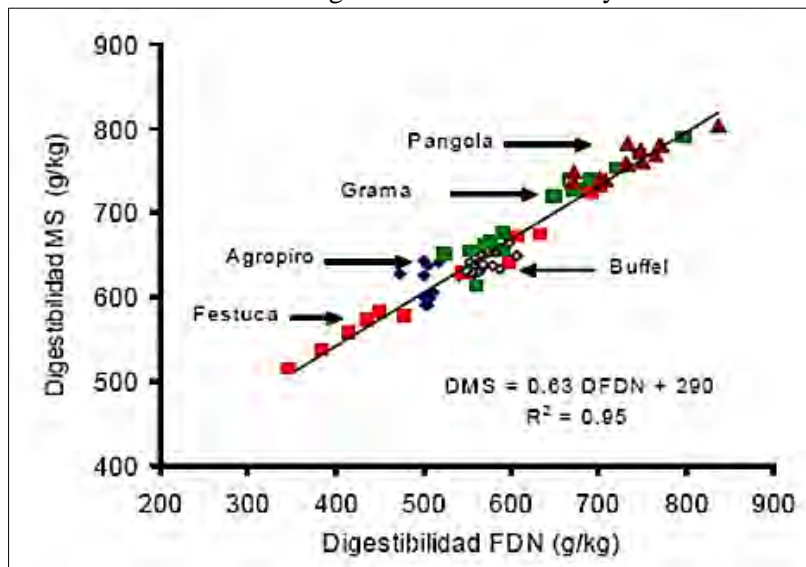
No es fácil contestar la pregunta, no todos los nutricionistas la responden de la misma manera. Todo depende del valor de referencia que se tome para la comparación y del tipo de recurso forrajero que se esté evaluando. En el caso de silaje de maíz, si los datos del digestor Daisy se comparan con la digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS) de TT, la digestibilidad aparente a 48 horas obtenida en el digestor Daisy es la más adecuada. En cambio, tomando la digestibilidad in vivo como referencia, es la digestibilidad aparente a 24 horas de incubación. La incubación a 48 h en el digestor Daisy o el método de TT puede sobreestimar la digestibilidad in vivo en un 10-15%. Esto es debido que el período de incubación supera ampliamente el tiempo de retención ruminal, de alimentos de alta calidad, en animales de alto potencial de producción (< 24 h).

IMPORTANCIA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA DETERGENTE NEUTRA (DFDN)

La determinación de la DFDN está creciendo rápidamente en el mundo por su alta asociación con el consumo voluntario y respuesta animal. En cambio la DIVMS tiene una relación muy variable, por lo que algunos autores sugirieron que el consumo y la DIVMS deberían considerarse como características independientes del forraje.

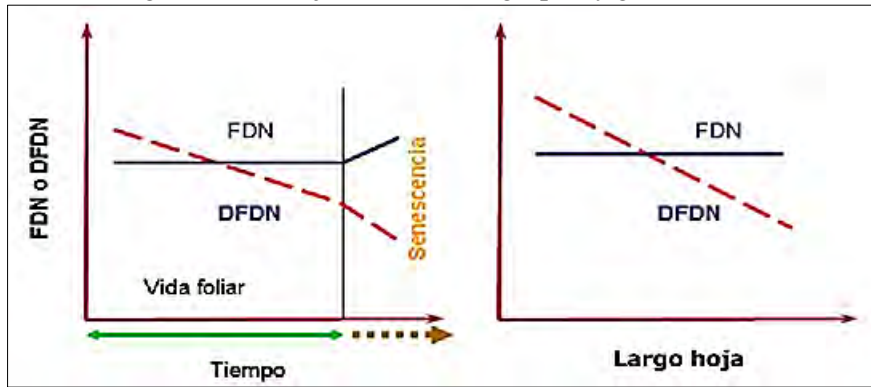
La DFDN es independiente de las variaciones del contenido de hidratos de carbono solubles (HCs) del forraje. Estos pueden variar entre 10-20% entre estaciones del año, y aún dentro del día. El aumento de los HCs disminuye el contenido de FDN y al mismo tiempo aumenta la DIVMS. Esto hace que la DIVMS pueda variar como respuesta al ambiente entre épocas del año y zonas geográficas, independientemente de las características intrínsecas de la forrajera en evaluación. En cambio la DFDN depende de la naturaleza intrínseca de la pared celular y no es afectada por las variaciones de HCs que repercuten en la DIVMS y en el contenido de FDN. En condiciones ambientales similares, ambos parámetros como se muestra en la Fig. 1.

Gráfico N° 2: Relación entre la digestibilidad de la FDN y MS de diversos forrajes



También la DFDN puede variar en forma independiente del contenido de FDN. En el gráfico N° 3 se muestra que durante la vida foliar (período entre la emergencia de la hoja hasta que comienza la senescencia) la FDN permanece constante y la DFDN declina en láminas de gramíneas como agropiro, festuca y grama rhodes.

Gráfico N° 3: Variación del contenido de FDN y de la DFDN con la edad y largo foliar en hojas de festuca, agropiro y grama rhodes



Posteriormente, cuando la hoja se está secando la FDN aumenta debido a la removilización de compuestos solubles hacia la nueva hoja en crecimiento y la DFDN continúa disminuyendo debido al aumento de la fracción seca. También la FDN permanece relativamente constante y la DFDN declina con el aumento de la longitud de la hoja. Se ha comprobado que las pasturas en las cuales se reduce la longitud foliar con el manejo de la defoliación tienen mayor DFDN y por consiguiente de la MS.

EN SÍNTESIS

La digestibilidad de la MS depende del contenido de FDN y de la digestibilidad de la FDN. Ambos parámetros varían entre láminas, vainas y tallos. Las láminas son el componente del forraje de mayor calidad. Por lo tanto el manejo del pastoreo debe apuntar a obtener una estructura de la pastura con alta proporción de láminas, baja proporción de vainas y sin tallos.

En una pastura en estado vegetativo la calidad de las hojas no es estática. Si bien la FDN se mantiene constante como muestra el cuadro 3, la digestibilidad de la FDN varía con el estado ontogénico o edad de la hoja, con el período en que las hojas permanecen vivas (vida media foliar) y también con el largo foliar. Las hojas jóvenes y cortas tienen alta calidad, en cambio las hojas largas, las hojas viejas y el material senescente son de baja calidad. Así es que a la misma edad, las hojas más largas tienen menor calidad que las hojas de menor longitud.

Para una correcta interpretación de la información de digestibilidad, así como comparar los resultados de distinta procedencia es importante conocer el método utilizado para estimar la digestibilidad. Es decir, si el valor proviene de la FDA, Daisy, Tilley y Terry, Gas, Celulasas u otra metodología. En el caso de utilizar el incubador Daisy hay que saber si la digestibilidad está expresada como verdadera o aparente y la duración del período de incubación. En la bibliografía se encuentran tiempos de incubación de 12, 24, 30 y 48 horas.

Existen diferentes técnicas o procedimientos para medir o estimar la digestibilidad de los forrajes y distintas formas de expresarla, que pueden o no guardar relación con la digestibilidad del animal.

En actualidad el procedimiento en el Digestor Daisy está reemplazando la técnica de Tilley y Terry en muchos laboratorios del país y del mundo. En este aparato se puede medir la digestibilidad verdadera, la digestibilidad de la FDN y la desaparición in vitro.

Los resultados se pueden convertir en digestibilidad aparente restando un factor 11,9 para que los resultados sean comparables con la técnica de Tilley y Terry.

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos](#)