

Digestibilidad in vitro del FDN (fibra detergente neutro): El debate de 30 vs 48 horas.

Por P.C. Hoffman¹, K.M. Lundberg², L.M. Bauman², Randy D. Shaver³,
y Francisco E. Contreras-Govea (Traductor)⁴

Introducción

Recientemente, los laboratorios de análisis de forrajes han comenzado a evaluar los forrajes por su digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN). Esta evaluación de forrajes basada en la digestibilidad del FDN esta siendo realizada para ayudar a predecir la digestibilidad total del forraje. Hay varias razones importantes de porque se esta haciendo esta evaluación de la digestibilidad del FDN.

Primero, la investigación ha demostrado que las vacas lecheras en lactación comerán mas materia seca y producirán mas leche cuando se alimentan con forrajes que tienen más alta digestibilidad del FDN.

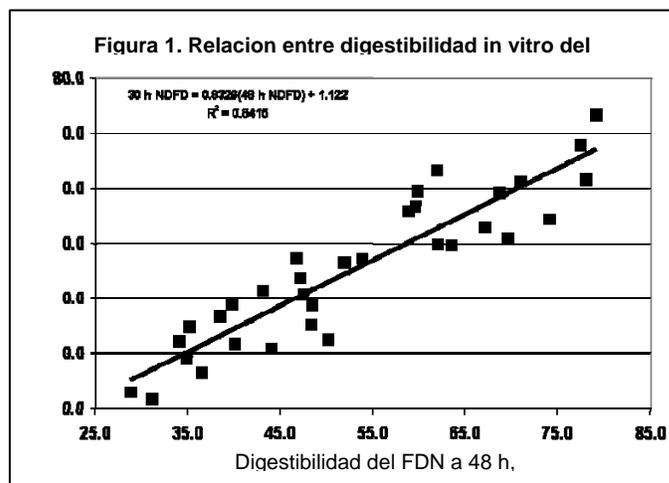
Segundo, mientras lignina y fibra detergente ácido (FDA) han sido usados en el pasado para estimar la digestibilidad potencial del FDN y digestibilidad total del forraje, investigación reciente ha demostrado que FDA y lignina no consideran todas las variaciones en la digestibilidad del FDN o del forraje.

Tercero, la digestibilidad del forraje se calcula en las tablas de requerimientos de nutrientes para Ganado lechero 2001 (NRC) usando una aproximación sumativa donde la contribución de energía proveniente de proteína, grasa, carbohidratos no-fibrosos (NFC), y FDN son sumadas. Una predicción de la digestibilidad del FDN es requerida para usar una predicción sumativa de la energía de los forrajes.

Hay, sin embargo, discusión entre laboratorios de evaluación de forraje y académicos sobre si la digestibilidad in vitro del FDN de los forrajes debiese ser medida incubando los forrajes en liquido ruminal por 30 o 48 horas. Esta hoja de Focus on Forage discutirá los puntos asociados con la determinación de la digestibilidad in vitro de 30 y 48 hr de los forrajes.

¿Cómo difieren la determinación de la digestibilidad in vitro del FDN a las 30 vs 48 hr?

La digestibilidad in vitro del FDN de los forrajes es evaluada a través de incubar los forrajes en solución buffer y liquido ruminal, a temperatura corporal de las vacas (39°C), bajo condiciones anaeróbicas (sin aire). La única diferencia entre determinaciones de digestibilidad del FDN a 30 o 48 hr es la longitud de tiempo (30 vs 48 hr) que la muestra es incubada. Puesto que las determinaciones in vitro del FDN a 30 hr son incubadas 18 horas menos, los valores de digestibilidad in vitro del FDN a 30 hr son lógicamente más bajos que los valores de digestibilidad in vitro del FDN a 48 hr. A lo largo de todos los forrajes, digestibilidades in vitro del FDN a 30 y 48 hr están estrechamente relacionadas (Figura 1).



Entre tipos de forrajes, sin embargo, las relaciones entre digestibilidades in vitro a 30 y 48 hr son diferentes, y estas diferencias entre tipos de forraje se deben considerar. Para ensilajes de pastos y heno, las diferencias entre digestibilidades in vitro del FDN a 30 y 48 hr son aproximadamente 9.0 a 12.0 unidades porcentuales (% de FDN). Las diferencias entre digestibilidad del FDN a 30 y 48 hr de ensilaje de leguminosa y henos son mucho más bajas, de 2.0 a 5.0 unidades porcentuales. En ensilaje de maíz, las diferencias entre digestibilidades del FDN a 30 y 48 hr

1 Extension Dairy Scientist, Marshfield Ag Research Station
2 UW Soil and Forage Analysis Laboratory, Marshfield ARS
3 Extension Dairy Scientist, University of Wisconsin-Madison
4 UW-Madison, Department of Agronomy

son comúnmente entre 8.0 a 9.0 unidades porcentuales. Las diferencias en digestibilidad del FDN a 30 y 48 hr de algunos forrajes comunes se muestran en el Cuadro 1, y los coeficientes para ajustar los valores de digestibilidad del FDN de 30 a 48 hr o de 48 a 30 hr se presentan en el cuadro 2. Estos coeficientes son solo una guía para ayudar a los usuarios a tener una referencia sobre sus valores de digestibilidad del FDN con relación a los valores en la literatura o al tiempo de incubación que se prefiera (30 or 48 hr). No es la intención de que estos coeficientes sean usados in lieu de los valores actuales de digestibilidad in vitro del FDN de los laboratorios.

¿Cuál es mejor, digestibilidad in vitro del FDN a las 30 or 48 hr?

Esta es una pregunta muy compleja con una simple respuesta: ¡Depende! Las mediciones de digestibilidad del FDN usando 30 o 48 hr de tiempo de incubación tienen ventajas y desventajas. La ventaja de incubación a las 30 hr es que puede representar mejor la cantidad de FDN digerido por el rumiante (vaca) a un nivel de consumo de mantenimiento, mientras que comparado con incubación a 48 hr, esta puede ligeramente sobre estimar la digestibilidad del FDN a un consumo para mantenimiento. Es importante entender que la digestibilidad in vitro del FDN esta midiendo que tanto FDN el rumiante puede digerir a un nivel de consumo de mantenimiento (no de producción de leche, no de crecimiento). Los valores de digestibilidad del FDN para mantenimiento del forraje son entonces usados como parte de las ecuaciones sumativas para predecir el TDN (nutrientes digestibles totales) total del forraje (NRC, 2001). El contenido de TDN del forraje es entonces convertido a valores de energía mas complejos tales como energía neta para lactación, crecimiento, mantenimiento, etc. (NRC, 2001). La desventaja de la determinación in vitro de digestibilidad del FDN a 30 hr es que el análisis in vitro de la digestibilidad del FDN viene a ser menos repetible cuando menores tiempos de incubación son usados. Así, si la digestibilidad del FDN a 30 hr no es determinada con el debido cuidado, usando el equipo y procedimientos adecuados, el resultado puede ser un valor que subestima la digestibilidad del FDN,

Forraje	PC % de MS	FDN, % de la MS	Digestibilidad del FDN, % del FDN	
			48 hr	30 hr
Ensilaje de Pasto	15.2	49.3	74.0	54.4
Ensilaje de Pasto	9.2	68.0	44.0	30.9
Ensilaje de Pasto	8.9	66.3	34.8	28.9
Ensilaje de Pasto	8.6	71.3	28.8	23.0
Heno de Pasto	14.2	46.7	78.1	61.6
Heno de Pasto	11.1	59.5	68.6	59.2
Heno de Pasto	9.0	67.1	48.3	35.1
Heno de Pasto	8.2	67.1	38.4	36.8
Heno de Pasto	7.8	68.1	31.1	21.7
Ensilaje de Leguminosa	24.2	27.1	59.6	56.7
Ensilaje de Leguminosa	21.8	37.1	53.8	47.2
Ensilaje de Leguminosa	19.3	49.0	40.0	31.8
Ensilaje de Leguminosa	18.4	48.6	36.4	26.4
Ensilaje de Leguminosa	17.5	51.3	35.1	34.8
Heno de Leguminosa	21.4	37.3	58.9	55.9
Heno de Leguminosa	18.5	47.4	46.7	47.3
Heno de Leguminosa	17.2	50.5	43.0	41.4
Heno de Leguminosa	16.0	51.6	39.7	38.9
Ensilaje de Maíz	7.8	35.0	63.4	49.6
Ensilaje de Maíz	8.1	37.6	50.1	32.5
Ensilaje de Maíz	8.0	37.8	48.4	38.8
Ensilaje de Maíz	8.8	38.5	71.0	61.2
Ensilaje de Maíz	7.8	39.0	59.8	59.5
Ensilaje de Maíz	8.2	39.0	62.0	49.7
Ensilaje de Maíz	8.5	39.9	47.1	43.7
Ensilaje de Maíz	8.7	41.6	51.9	46.5
Ensilaje de cereal	18.9	45.8	79.1	73.3
Ensilaje de cereal	14.6	52.3	77.5	67.8
Ensilaje de cereal	9.0	62.4	34.0	32.2
Ensilaje de cereal	11.2	63.4	47.4	40.6
Ensilaje de cereal	9.8	69.9	67.1	43.0

PC= proteína cruda; MS= materia seca;

Cuadro 2. Factores de conversión para convertir a 30 y 48 horas de digestibilidad *in vitro* del FDN en forrajes.¹

Forraje	Factor de conversión de Digestibilidad del FDN, % del FDN	
	De 30 hr a 48 hr	De 48 hr a 30 hr
Ensilaje de Pasto	+11.9	-11.9
Heno de Pasto	+10.0	-10.0
Ensilaje de leguminosa	+5.6	-5.6
Heno de leguminosa	+1.8	-1.8
Ensilaje de maiz	+9.0	-9.0
Ensilaje de maiz BMR (maiz de nervadura café)	+9.0	-9.0
Ensilaje de cereales	+9.6	-9.6

¹ Lundberg, K.M. Bauman and P.C. Hoffman, 2003. University of Wisconsin

guiando a una subestimación del contenido de TDN (energía) del forraje. La ventaja de la determinación de digestibilidad *in vitro* a 48 hr es que la técnica de laboratorio es mas repetible porque el tiempo de incubación es mas largo. Por el contrario, la determinación de digestibilidad *in vitro* del FDN a 48 hr puede resultar en una ligera sobreestimación de la digestibilidad del FDN del forraje, especialmente en pastos, y sobre predecir el contenido de TDN del forraje. Se debe recordar, sin embargo, que la influencia de la digestibilidad del FDN en la predicción total de TDN del forraje es razonablemente pequeña en relación con todos los factores que influyen en el estado de energías en animales rumiantes. En el Cuadro 3, el contenido de TDN de 9 forrajes es predicho usando las ecuaciones sumativas del NRC, 2001 usando coeficientes de digestibilidad *in vitro* del FDN a 30 o 48. note que los valores predichos de TDN varían solo de 1 a 3 unidades.

¿No se podrían usar tiempos de incubación mas cortos para la digestibilidad *in vitro* del FDN tales como 16 o 24 hr, que representen mejor la digestibilidad del FDN en vacas lecheras altas productoras?

Podría ser, pero esto no es como tradicionalmente los sistemas de energía trabajan en nutrición de rumiantes. Una explicación simplificada de energías en nutrición de rumiantes es de la siguiente manera. Conforme las vacas lecheras producen mas leche, ellas comen mas alimento (o vise versa). Conforme las vacas lecheras comen mas alimento, el alimento pasa a través del tracto digestivo mas rápido y la digestibilidad actual o total verdadera es menos larga.

Cuadro 3. Efecto de la digestibilidad *in vitro* a 30 vs 48 hr en la determinación del contenido de TDN de forrajes estimado por el sistema de predicción de energía sumativa (NRC, 2001).

Forraje	PC % MS	FDN	FDND, 30 hr % del FDN	FDND 48 hr	FDN- PC	Ceniza	Grasa % MS	TDN ¹	TDN ²
Ensilaje de Leguminosa	24.2	27.1	40.0	53.6	2.6	11.9	2.7	64.2	65.1
Ensilaje de Leguminosa	19.3	44.0	31.7	40.0	3.8	11.5	2.6	49.9	52.4
Ensilaje de Leguminosa	17.5	51.3	34.8	35.1	4.6	9.4	2.6	48.3	48.5
Ensilaje de Pasto	15.2	49.3	74.0	64.4	3.0	8.7	2.2	59.2	62.5
Ensilaje de Pasto	12.2	64.0	30.9	44.0	2.3	7.4	2.7	38.1	44.1
Ensilaje de Pasto	8.6	71.3	23.0	28.8	3.5	8.0	2.1	28.3	31.3
Ensilaje de Maiz	8.8	38.5	61.2	71.0	1.3	4.1	2.8	68.4	71.1
Ensilaje de Maiz	8.2	39.0	49.7	62.0	1.4	4.6	2.9	64.5	68.0
Ensilaje de Maiz	7.8	38.9	56.8	59.8	1.5	3.9	2.5	66.9	67.7

¹ TDN estimado usando un coeficiente de digestión a 30 hr de digestibilidad *in vitro*.

² TDN estimado usando un coeficiente de digestión a 48 hr de digestibilidad *in vitro*.

Este efecto es para todos los alimentos, forrajes, granos, suplementos proteicos, etc. Este concepto general de disminución en la digestibilidad total del tracto digestivo de los alimentos cuando el consumo aumenta es bien conocido y definido en los modelos de nutrición de rumiantes (NRC,2001). Como resultado, los modelos de nutrición de rumiantes tales como el NRC, 2001 descuentan digestibilidad del alimento basado en el nivel de consumo y producción de leche. Los ajustes son comúnmente referidos como ajustes a 1X, 2X, 3X, 4X, o 5X niveles de consumo para mantenimiento. Debido a esto, es mas lógico para los laboratorios expresar digestibilidad del alimento (o FDN) a un 1X nivel de consumo y dejar después de todo a modelos y ecuaciones de energía de investigación bien reconocidas hacer los ajustes en digestibilidad de las dietas a diferentes niveles de consumo para mantenimiento (los cuales son para productores específicos). En Segundo lugar, mediciones de digestibilidad del FDN a 16 o 24 hr tienen mucho mas alto porcentaje de error de laboratorio comparado con determinaciones de digestibilidad del FDN a 30 o 48 hr y las bases de datos para comparación de resultados están extremadamente limitadas.

¿Cuál es la conclusión con la digestibilidad del FDN a 30 vs 48 hr?

La conclusión con las determinaciones de digestibilidad in vitro del FDN a 30 vs 48 hr es simplemente entender las fortalezas y debilidades de cada tiempo de incubación. Cada tiempo de incubación (30 o 48 hr) puede ser usado exitosamente en programas de nutrición de rumiantes. Las variaciones de digestibilidad del FDN entre tiempos de incubación de 30 y 48 hr no se deben perder en un problema más grande. Esto es, digestibilidad del FDN del forraje puede variar tanto como 40% unidades porcentuales (% de FDN) y puede significativamente afectar el contenido de energía, consumo potencial y mejoramiento del animal asociado con el forraje. Cuando las determinaciones son usadas adecuadamente, cualquier sistema de determinación de digestibilidad in vitro del FDN a 30 o 48 hr puede definir esa varianza y mejorar el entendimiento general del potencial de utilización del forraje.

Referencia

National Research Council. 2001. The Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Edition. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

© University of Wisconsin Board of Regents, 2007

