

Aplicación práctica de nuevos modelos nutricionales en ovino y caprino lecheros

—Bello, J. M. ¹; Schuring, M. ²; González, G. ¹; Romero, J. ¹; Lavin, M. P. ³ y Mantecón, A. R. ³—

Resumen

Conocer la cinética de fermentación ruminal de forrajes y concentrados, y el poder disponer de nutrientes complementarios a los convencionales que son indicadores de la propia fermentación ruminal de las dietas, de la salud ruminal y de la orientación de las raciones hacia determinados objetivos productivos, puede ser una herramienta muy útil a la hora de elaborar dietas más precisas y ajustadas a la realidad de cada explotación. Mediante los estudios realizados en 180 raciones de pequeños rumiantes y 53 piensos, hemos implementado el modelo NOVALAC de Nutreco, desarrollado en vacuno lechero, para dietas de ovino y caprino en el ámbito ibérico.

NOVALAC

GESTIÓN LECHERA NANTA

El estudio de las correlaciones estadísticas de los nutrientes del nuevo modelo con los de los modelos convencionales (INRA 2007; FEDNA 2008 Y 2009), la definición de los valores de referencia para ovinos y caprinos de los nuevos nutrientes y el desarrollo de ecuaciones de predicción de los nuevos nutrientes a partir de los convencionales, ayudarán al nutricionista a formular dietas orientadas a mayores eficiencias productivas, a la salvaguarda de la salud del rumen y la prevención de patologías metabólicas.

Palabras clave: nutrición, eficiencia, fermentabilidad, pequeños rumiantes.

Introducción

La profesionalización de las explotaciones de ovino y caprino de leche, así como su desarrollo tecnológico y la mejora genética plantean nuevos retos productivos. La nutrición no puede ser ajena a estos avances y debe dar respuestas a los nuevos desafíos, como elemento clave en las ganaderías de precisión.

Los diferentes modelos nutricionales al uso plantean nuevos enfoques que tienen en cuenta las interacciones entre los diferentes alimentos y su impacto en sus digestibilidades y en el cálculo de la energía y proteína disponibles a nivel ruminal. De este modo, INRA con su nuevo modelo SYSTALI, intenta dar respuesta a los nuevos escenarios en la alimentación de los grandes y pequeños rumiantes.

¹ NANTA S.A. Ronda de Poniente, 9 - Tres Cantos. Madrid, España.

² NUTRECO GB, Boxmeer, The Netherlands, Veerstraat 38 P.O. Box 220 5830 AE

³ IGM-CSIC-ULE. Finca Marzanas. 24346 Grulleros. León (España)

NUTRECO lleva más de una década trabajando en modelos nutricionales basados en el estudio de los parámetros de degradabilidad ruminal de los alimentos, así como en la predicción de la respuesta productiva. El modelo NOVALAC ha dado paso al nuevo NOVALAC que tiene en cuenta dichas interacciones entre los ingredientes de la ración, así como las diferencias entre los distintos compartimentos digestivos (rumen, intestino delgado y grueso), creando un modelo dinámico para la óptima alimentación de los rumiantes en condiciones prácticas.

Dicho modelo, creado a partir de ensayos de degradabilidad ruminal de diferentes tipos de alimentos y de pruebas de validación en la respuesta productiva, ha sido implementado en vacuno lechero pudiendo ser aplicado también en vacuno de carne.

La implementación de dicho modelo a la alimentación de los pequeños rumiantes permitiría dar un paso más allá de la mera cobertura de las necesidades nutricionales de los modelos convencionales. El conocimiento de la cinética ruminal permitiría enfocar las dietas hacia la producción de glucosa, de principios precursores de la grasa o de la proteína de la leche o hacia la preservación de la máxima actividad degradativa ruminal, útil en situaciones donde el bienestar animal o el estatus sanitario están comprometidos. Esta nutrición de precisión permitiría también aportar mayor eficiencia nutricional, así como la prevención de la patología metabólica más habitual en estas explotaciones.

La implementación de NOVALAC en pequeños rumiantes, a partir del modelo creado en ganado vacuno, requiere el estudio de las dietas más habituales de ovino y caprino de leche y de carne para obtener referencias de los nuevos nutrientes acuñados. Una vez obtenidas las referencias y los rangos de confianza, podemos utilizarlos en la formulación de raciones para dar respuesta a las condiciones reales de cada granja.

Este trabajo describe el estudio de diferentes dietas y piensos de ovino y caprino lecheros habituales en la Península Ibérica para la obtención de dichos valores de referencia de los nutrientes de degradabilidad ruminal, de salud ruminal o de enfoque productivo, y del establecimiento de los límites que dichos nutrientes deben tener en las dietas para su utilización en condiciones prácticas.

Asimismo, se han estudiado los nutrientes convencionales más relacionados con los nuevos nutrientes y se han creado ecuaciones de cálculo a partir de aquellos, todo ello soportado en una aplicación informática de cálculo de raciones para pequeños rumiantes.

▲ Desarrollo del modelo

Como ya hemos apuntado, nuestro modelo tiene en cuenta los procesos digestivos que se producen a lo largo de todo el tracto digestivo, desde la fermentación ruminal, la digestión enzimática del intestino delgado, hasta la fermentación en el intestino grueso. Complementa los modelos nutricionales convencionales mediante la definición de nuevos nutrientes basados en la fermentación y salud ruminales o la predicción de nutrientes precursores de glucosa o grasa láctea.

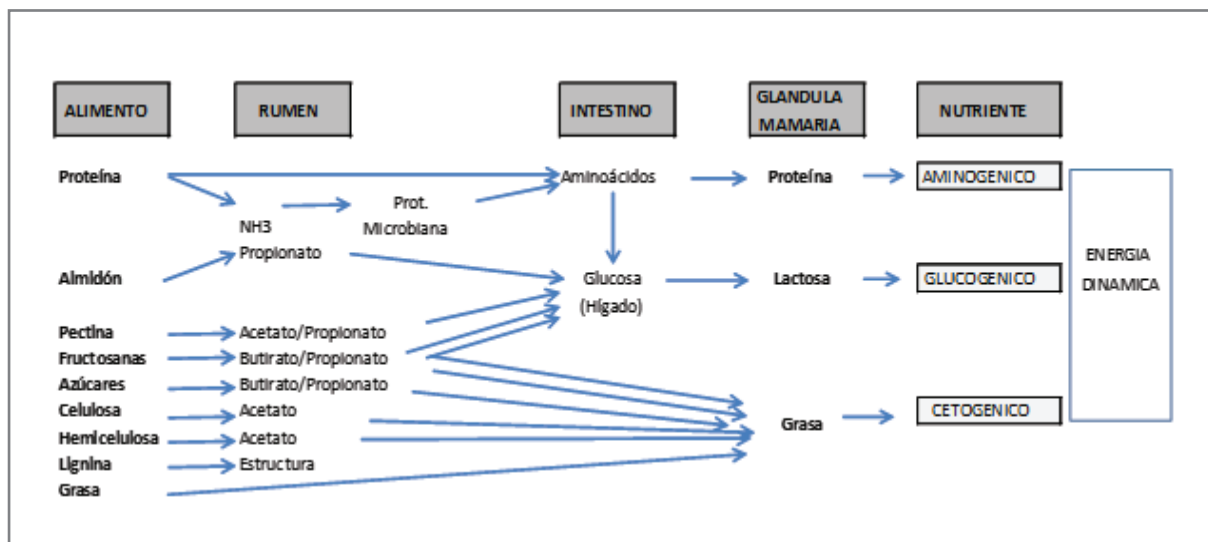
El modelo, que acuña información obtenida en la propia investigación de Nutreco y en fuentes de la literatura científica, se focaliza en los siguientes puntos:

- El rumen produce los dos tercios de la energía y de la proteína utilizados por el animal. De este modo, el modelo ha elaborado una extensa base de datos de distintos forrajes e ingredientes con sus contantes de degradabilidad. Se han elaborado calibraciones NIR a partir de los resultados obtenidos en los estudios de degradabilidad realizados con bolsas de nylon intraruminales y se han elaborado ecuaciones de predicción de los parámetros de degradabilidad de los alimentos.



- Los modelos nutricionales al uso, predicen el valor nutritivo de los alimentos basados en condiciones estáticas. Sin embargo, la literatura científica determina que dicho valor es un parámetro dinámico dependiente del animal. Así el peso del animal determina el tamaño de su aparato digestivo, que junto a la materia seca ingerida determinan el tránsito digestivo. Dichas tasas de tránsito junto con las características de degradación de los alimentos determinan las fracciones fermentables y digeribles de cada alimento.
- La utilización de determinados aditivos también puede influir en el valor nutricional de la dieta. Nuestro modelo ha definido ecuaciones para el cálculo de la interacción de dichos aditivos en las dietas.
- La glucosa es el precursor de la lactosa y por tanto, de la producción lechera, aparte de ser un nutriente clave en la prevención de las toxemias de gestación. De este modo, los precursores de glucosa de cada dieta se calculan mediante la modelización de la fermentación, absorción y metabolización de los nutrientes de la ración susceptibles de ser transformados en glucosa (propionato, ácidos grasos ramificados, almidón “by pass” y parte de la proteína intestinal). La cantidad de glucosa producida va en consonancia con la cantidad de insulina, la movilización de reservas y, en suma, influye en la salud del animal y en su nivel productivo.
- La fiabilidad de los modelos debe basarse en la validación mediante la obtención de datos en ensayos productivos. Nuestro modelo se ha ido validando a la vez que se ha ido desarrollando durante una década, con más de 30.000 registros de datos individuales semanales de vacas lecheras. Esta base de datos, unido a la revisión de más de 60 publicaciones en donde se describen más de 300 ensayos, permiten una mayor exactitud en la predicción de la respuesta productiva de las vacas.
- Todo este conocimiento que se ha generado, permite la definición de los requerimientos de los nutrientes utilizados, así como su importancia y tratamiento en la formulación de raciones.

En el **esquema 1** se detalla una panorámica general del modelo.



Esquema 1. Modelo NOVALAC. Esquema del Modelo.

▲ Nuevos nutrientes definidos

Como ya hemos apuntado, el modelo ha definido unos nuevos nutrientes, complementarios de los convencionales, que nos ayudan a racionar de forma más precisa. De todos ellos, hemos seleccionado para las dietas de ovino y caprino, a nivel práctico, aquellos relacionados con estos cinco aspectos diferentes:

- Fermentabilidad Ruminal.- carbohidratos y proteína según su velocidad de degradación.
- Salud Ruminal.- Indicadores de carga acidógena y fisiología ruminal.
- Orientación de Producciones. - Orientación a producción de glucosa o componentes cetogénicos.
- Energía Dinámica (teniendo en cuenta las interacciones descritas)
- Nutrición Proteica. Proteína metabolizable, Balance o Equilibrio ruminal y aminoácidos.

En la **Tabla 1** se reflejan los nuevos nutrientes acuñados para ovino y caprino lecheros con mayor aplicación práctica: en raciones, los nutrientes vienen reflejados por kilogramo de materia seca y en piensos, según el valor bruto.

TIPOS DE NUTRIENTES	NUTRIENTE	SIGNIFICADO
FERMENTACION RUMINAL	N_CHO_RD/kg MS	H de C RAPIDAMENTE fermentables
SALUD RUMINAL	RUMIA IDX/kg MS	Indice de RUMIA
	ACID INDEX/kg MS	Indice de CARGA ACIDÓGENA
ORIENTACION PRODUCCIONES	N_CET /kg MS	Nutrientes CETOGÉNICOS
	N_GLU /kg MS	Nutrientes GLUCOGÉNICOS
ENERGIA DINAMICA	N-END/Kg MS	Energía DINAMICA
BALANCE RUMINAL	N-BPD/Kg MS	BALANCE Energía/Proteína

Tabla 1. Nutrientes acuñados en el Modelo NOVALAC para Pequeños Rumiantes.

▲ Material y métodos

Con el objetivo de poder utilizar la información disponible en vacuno de leche (y de vacuno de carne) para pequeños rumiantes, y ante la imposibilidad material de realizar un planteamiento experimental similar, se realizó un estudio del perfil nutricional de 180 raciones y 53 piensos de ovino y caprino con los nutrientes convencionales y con los nuevos nutrientes del modelo. Los piensos y las raciones son las utilizadas comúnmente en la alimentación de diferentes estadios productivos de pequeños rumiantes de leche y de carne en el ámbito ibérico, diseñados y formulados por NANTA S.A.

En las **Tablas 2 y 3** se relacionan el número de raciones y piensos analizados por especies, aptitud y especificidad.



RACIONES		ESPECIFICO	N=180
ESPECIE		OVINO	109
		CAPRINO	71
ESPECIFICO		LACTACION	18
		MANTENIMIENTO	6
		ORDEÑO	62
		PREPARTO	18
		RECRÍA	76

Tabla 2. Número de raciones estudiadas por especie y especificidad.

PIENSOS		PIENSOS	N=53
ESPECIE		OVINO	39
		CAPRINO	14
APTITUD		LECHE	20
		CARNE	33

Tabla 3. Número de piensos estudiados por especie y aptitud.

Una vez definidos los perfiles nutricionales de las raciones y los piensos se realizaron los siguientes estudios:

1. Estudio de la correlación estadística entre los nutrientes convencionales utilizados comúnmente (INRA 2007, FEDNA 2008 y 2009) y los nuevos nutrientes acuñados. El objetivo de este estudio es ver el grado de relación estadística y cuáles son los nutrientes convencionales que más se relacionan con los nuevos.
2. Definición de unas referencias de los nutrientes nuevos en los diferentes tipos de raciones y piensos, así como sus rangos de confianza, para poder saber, a la hora del racionamiento práctico, cuales son los niveles de cada nuevo nutriente que se necesitan alcanzar para cada especie y estadio productivo. Los valores de referencia se han calculado en base a las medias aritméticas y los rangos de confianza, a partir de las desviaciones estándar.
3. Cálculo de ecuaciones de regresión para poder estimar los valores de los nutrientes nuevos con más utilidad práctica, a partir de los nutrientes convencionales más utilizados en la práctica.
4. Realización de una aplicación informática en donde está disponible el nuevo modelo nutricional adaptado al ovino y al caprino, de forma que se pueden estimar los valores de los nuevos nutrientes a partir del perfil nutricional de una determinada ración o un pienso, y se pueden simular nuevos perfiles para alcanzar los objetivos marcados de dicha ración.

Resultados y discusión

1. Estudio correlación estadística

En las tablas 4 y 5 se detallan las correlaciones entre los nuevos nutrientes para raciones y piensos respectivamente. En el estudio de raciones van marcados en verde aquellos cuyo coeficiente de correlación es mayor que 0.7 (en sentido positivo o negativo) y en color amarillo aquellas correlaciones mayores de 0.35 también en ambos sentidos. En el estudio de piensos, en verde van las correlaciones cuyo coeficiente es mayor que 0.8 o menor que -0.8 y en color amarillo aquellos mayores de 0.5 o menores de -0.5 hasta 0.8 ó -0.8 respectivamente. En prácticamente todos los casos coloreados la significación estadística es alta ($p < 0.001$).

CORRELACIONES PEARSON. N=180	UFL/kg MS	UFC/kg MS	PB/kg MS	GB/kg MS	FB/kg MS	FND/kg MS	Alm+Su/kg MS	Alm/kg MS	Alm bypass/kg MS
N_CHO_RD/kg MS	,759**	,770**	,352**	,208**	-,654**	-,686**	,466**	,282**	,218**
RUMIA IDX/kg MS	-,610**	-,610**	-,653**	-,399**	,865**	,783**	-0.05	-,710**	-,571**
ACID INDEX/kg MS	,685**	,689**	,359**	0.117	-,571**	-,649**	,533* *	,247**	,290**
N_CET/kg MS	,518**	,515**	,382**	,427**	-,407**	-,380**	,257**	-0.004	,182*
N_GLU/kg MS	,442**	,443**	,286**	0.081	-,569**	-,624**	,373**	,648**	,824**
N_END/kg MS	,586**	,584**	,444**	,372**	-,581**	-,585**	,317**	,328**	,495**
N_BPD/kg MS	,119	0,102	,626**	,290**	-,272**	-,005	-,416**	-,181*	-,065

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre nutrientes en el estudio de raciones (N=180).

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

CORRELACIONES PEARSON. N = 53	UFL	UFC	PB	PDIE	GB	FB	FND	FAD	Cenizas	Almidón am
N_CHO_RD	,702**	,712**	-0.17	,438**	-0.17	-,776**	-,757**	-,786**	-,663**	,861**
RUMIA IDX	-,894**	-,909**	-0.14	-,778**	0.043	,963**	,994**	,978**	,679**	-,864**
ACID INDEX	,617**	,625**	-0.12	,403**	-0.24	-,735**	-,694**	-,739**	-,674**	,834**
N_CET	,489**	,451**	-0.02	,353**	,629**	-,284*	-0.263	-,307*	-,504**	,299*
N_GLU	,817**	,832**	-0.15	,601**	-0.15	-,915**	-,906**	-,926**	-,765**	,960**
N_END	,894**	,884**	0.024	,728**	,295*	-,830**	-,830**	-,854**	-,796**	,800**
N_BPD	-,506**	-,513**	,717**	-0.126	0.12	,399**	,464**	,428**	,635**	-,643**

Tabla 5. Coeficientes de correlación entre nutrientes en el estudio de piensos (N=53).

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En general las correlaciones son más altas en piensos que en raciones lo cual es lógico por haber, en aquellas, mayor variabilidad entre los perfiles nutricionales. En general las correlaciones son mayores en tanto en cuanto el nutriente convencional más correlacionado sirve a menudo para el cálculo del nutriente nuevo.

2. Definición de las referencias de los nuevos nutrientes

En las **Tablas 6 y 7** se detallan las medias aritméticas de los diferentes nutrientes, así como sus desviaciones estándar, tanto en raciones como en piensos respectivamente. Podríamos establecer los valores medios como aquellos valores objetivo que sería deseable alcanzar en cada ración. La desviación estándar sería un valor que sumado o restado al valor medio (al 100% o en otro porcentaje a criterio del formulador) supondrían los límites mínimo y máximo de ese nutriente en la dieta en cuestión. En las tablas mencionadas se expresan los valores por especie, aptitud y especificidad de la dieta.

Los nutrientes se expresan por kilogramo en materia seca en el caso de las raciones y en valor absoluto en el caso de los piensos.

RACIONES		CAPRINO		OVINO			
		LECHE		CARNE		LECHE	
NUTRIENTE	UNID.	MEDIA	DESVST	MEDIA	DESVST	MEDIA	DESVST
N	numero	71		18		91	
N_CHO_RD/kg MS	gramos	150	28	119	34	140	26
RUMIA IDX/kg MS	indice	144	31	185	33	149	22
ACID INDEX/kg MS	indice	34	5	27	8	32	5
N_CET/kg MS	gramos	164	13	146	21	155	17
N_GLU/kg MS	gramos	141	17	110	20	135	23
N-END/Kg MS	indice	845	78	697	110	796	104
N-BPD/Kg MS	gramos	23	13	22	12	22	12

Tabla 6. Valores de referencia de los nuevos nutrientes y sus desviaciones estándar, para raciones.

PIENSOS		CARNE				LECHE			
		CEBO		ORDEÑO		PREPARTO		RECRÍA	
NUTRIENTE	UNID.	MEDIA	DESVST	MEDIA	DESVST	MEDIA	DESVST	MEDIA	DESVST
N	numero	19				19			
N_CHO_RD	gramos	237	19	174	19	202	13	195	4
ACID INDEX	indice	46	5	36	6	42	4	42	2
RUMIA IDX	indice	32	5	50	8	40	0	45	5
N_GLU	gramos	209	8	161	18	195	14	183	18
N_CET	gramos	174	8	172	6	161	4	167	2
N-END	indice	1051	47	948	41	956	27	953	22
N-BPD	gramos	11	11	37	6	11	9	23	0.3

Tabla 7. Valores de referencia de los nuevos nutrientes y sus desviaciones estándar, para piensos.

3. Cálculo de ecuaciones de regresión

En las **Tablas 8 y 9** aparecen los nutrientes convencionales que han sido utilizados para el cálculo de los nuevos nutrientes de más utilidad práctica en el racionamiento, tanto para raciones como para piensos respectivamente. En la columna de la derecha aparece el valor “R” de la regresión.

RACIONES	F(x)	R
N_CHO_RD/kg MS	UF/Kg MS; PB/Kg MS; Alm + Su/Kg MS	0.993
RUMIA IDX/kg MS	UF/Kg MS; FB/Kg MS	0.916
ACID INDEX/kg MS	UF/Kg MS; Alm/Kg MS	0.994
N_CET/kg MS	UF/Kg MS; GB/Kg MS;	0.996
N_GLU/kg MS	UF/Kg MS; Alm/Kg MS	0.993
N_END	UF/Kg MS; Alm/Kg MS; GB/Kg MS	0.999

Tabla 8. Nutrientes convencionales utilizados en el cálculo de los nuevos nutrientes en raciones.

PIENSOS	F(x)	R
N_CHO_RD	Almidon	0.861
RUMIA IDX	UF,FB	0.968
ACID INDEX	Almidon	0.834
N_CET	UF,GB;Cenizas	0.772
N_GLU	UF, Almidon	0.999
N_END	UF	0.894

Tabla 9. Nutrientes convencionales utilizados en el cálculo de los nuevos nutrientes en piensos.



▲ Aplicación informática

Las ecuaciones de los nuevos nutrientes aludidas anteriormente y las referencias de dichos nutrientes se encuentran en una aplicación informática para que los usuarios puedan realizar las siguientes operaciones:

- Valorar una ración o un pienso con los nutrientes nuevos a partir de los convencionales de dicha dieta.
- Orientar una dieta hacia unos objetivos productivos concretos: por ejemplo, en el caso de una dieta de parto podemos aumentar los N_GLU (nutrientes glucogénicos) o en el caso en que queramos aumentar la producción de leche lo más adecuado sería subir los N_CHO_RD (carbohidratos rápidamente fermentables). En la aplicación aparecerán los límites máximos y mínimos de dichos nutrientes.
- Asegurar la salud ruminal de los animales en una dieta determinada, menoscabando mínimamente sus producciones. En este caso habrá que tener en cuenta los parámetros de salud ruminal (RUMIA INDEX; ACID INDEX).
- Posibilidad de chequear o valorar una ración con nutrientes convencionales mediante un programa de racionamiento básico, orientado a los profesionales que no están familiarizados con el mundo de la alimentación de los rumiantes pero que desean tener una idea del grado de cobertura o del equilibrio de una ración determinada.

▲ Conclusiones

- Es posible una nutrición más precisa en pequeños rumiantes a partir de un modelo (NOVALAC) desarrollado en ganado vacuno.
- Para ello se han realizado estudios estadísticos encaminados a calcular las correlaciones entre los nuevos nutrientes del modelo y los convencionales.
- Las ecuaciones de regresión de cálculo de los nuevos nutrientes a partir de los habituales, nos permiten la utilización de aquellos a nivel práctico.
- Podemos valorar dietas calculadas con nutrientes convencionales y calcular los valores de nuevos nutrientes relacionados con la fermentabilidad de la ración, la salud ruminal y la orientación hacia objetivos productivos prácticos.

▲ Referencias bibliográficas

Agabriel, J. (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins: besoins des animaux, valeurs des aliments: tables Inra 2007. Editions Quae.

Bello, J. M.; Marqués F. J. ; Matteus J. ; González G. ; Lavin P. ; Mantecón, A.R. (2014). Implementación de un nuevo modelo nutricional en pequeños rumiantes. XXXVIII Jornadas Científicas SEOC, pp. . Orense (España).

Calsamiglia, S., Bach, A., De Blas, C., Fernández, C., & García-Rebollar, P. (2009). Necesidades nutricionales para rumiantes de leche normas fedna. Recuperado de http://vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/ProduccionBovinosCarneLeche/images/Documentos/AlimentaciónRumiantes/Alvarado/Sistema de Alimentación/NORMAS_LECHE_2009.pdf.



Daniel, J. B., Friggens, N. C., Chapoutot, P., Van Laar, H., & Sauvant, D. (2016). Milk yield and milk composition responses to change in predicted net energy and metabolizable protein: a meta-analysis. *animal*, 10(12), 1975-1985.

Ferret, A., Calsamiglia, S., Bach, A., Devant, M., Fernández, C., & García-Rebollar, P. (2008). Necesidades nutricionales para rumiantes de cebo normas FEDNA. http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/NORMAS_RUMIANTES_2008.pdf. (Accessed January 2015.)

Nozière, P., Vernet, J., Raulhac, F., Chapoutot, P., Lapierre, H., Sauvant, D., & Ortigues-Marty, I. (2016). Evaluation of the INRA Systali digestive model through measured net portal appearance of nutrients in ruminants. *Energy and protein metabolism and nutrition*, 133.

Van Laar, H., J. P. Bikker, J. Dijkstra, J. Martín-Tereso, Doorenbos J. (2007). Effect of TMR differing in rapidly fermentable carbohydrate content by formulation of compound feed on dry matter intake, milk yield, milk composition and rumen pH in Holstein Friesian dairy cows. in *International Symposium on the Nutrition of Herbivores*. Canberra, Australia.

Van Laar, H., Bikker, J. P., Dijkstra, J., Martin-Tereso, J., Doorenbos, J. (2014). Effect of TMR differing in rapidly fermentable carbohydrate content on dry matter intake, milk yield, milk composition and rumen pH in Holstein Friesian dairy cows. In *Proceedings of the 30th Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production* (Vol. 30, p. 82).

www.nutricionsostenible.com



NOVALAC
GESTIÓN LECHERA NANTA