

## CONCLUSIONES

Para planificar la alimentación del ganado vacuno lechero en pastoreo es importante el control de la composición del rebaño en función de la fecha y del número de parto por su repercusión sobre la producción y la calidad de la leche. Las vacas primíparas de partos de primavera mostraron una producción de leche inferior a las multíparas, con niveles de hasta el 30-35% en el primer tercio de la lactación. Las vacas primíparas de partos de otoño, mostraron una producción de leche un 10-15% menor que las multíparas, con alimentación similar en pastoreo. Los grupos de partos de otoño produjeron un 22-30% menos de leche que los de partos de primavera. En los sistemas de producción de leche en pastoreo sería interesante considerar la posibilidad de reducir el número de vacas primíparas existentes en el rebaño, por su menor producción de leche al compararlas con las multíparas, y aumentar la presencia de vacas de partos de primavera, con el fin de ajustar la curva de lactación a la de crecimiento del pasto, para conseguir una mayor producción total de leche por vaca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEYTO-NISTAL F. Y LÓPEZ-GARRIDO C. (2010) *Resultados do Programa de Xestión de Vacún de Leite en Galicia en 2008*. Consellería do Medio Rural. Xunta de Galicia. España. 99 pp.
- FERNÁNDEZ-LORENZO B., DAGNAC T., GONZÁLEZ-ARRÁEZ A., VALLADARES-ALONSO J., PEREIRA-CRESPO S. Y FLORES-CALVETE G. (2009) Sistema de producción de leche en Galicia. Evolución y situación actual. *Pastos*, **39(2)**, 251-299.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A., ROCA-FERNÁNDEZ A.I. Y VÁZQUEZ-YÁÑEZ O.P. (2010) Alimentación de las vacas lecheras en las zonas húmedas españolas. *Ganadería*, **67**, 54-60.
- HEFNER D.L. (2000) Feeding management for cows entering a new herd. Proceedings Tri-state dairy nutrition conference. pp. 183-192. Ed. ML Eastridge. FT Wayne USA.
- ROCA-FERNÁNDEZ A.I., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A. Y, SALVATIERRA-RICO J.A. (2010) Reposición del rebaño lechero: Recría de novillas en pastoreo. En: Calleja A. *et al.* (Eds) *Pastos: Fuente natural de energía*. pp 393-398. Zamora, España - Miranda do Douro, Portugal: Sociedade Española para el Estudio de los Pastos.
- ROCA-FERNÁNDEZ A.I. Y GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A. (2011) O pastoreo mellora o perfil de ácidos graxos do leite e fai as explotacións mais sostíbeis e competitivas. En: Simón X. y Copena D. (Eds) *Soberanía Alimentaria e Agricultura Ecolóxica. Propostas de acción*. pp 353-371. Vigo, España: Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo.

# Sistema de apoyo a la toma de decisiones (graze'in) validación externa para ganado vacuno en pastoreo

Decision support system (graze'in) external validation for grazing dairy cattle

A. I. ROCA-FERNÁNDEZ<sup>1,2\*</sup> / R. DELAGARDE<sup>3\*</sup> / L. DELABY<sup>3</sup> / M. E. LÓPEZ-MOSQUERA<sup>2</sup> / A. GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Producción Animal. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. INGACAL. Xunta de Galicia. Apdo. 10 - 15640, A Coruña (España)

<sup>2</sup>IBADER. Universidad de Santiago de Compostela 27002, Lugo (España)

<sup>3</sup>INRA Agro-Campus Ouest. UMR Production du Lait 1080, 35590 Rennes (Francia)

\*anairf@ciam.es, remy.delagarde@rennes.inra.fr, antonio.gonzalez.rodriguez@xunta.es

**Resumen:** La alimentación del ganado vacuno en pastoreo es la principal vía para reducir los costes de producción en las explotaciones lecheras de regiones húmedas del Arco Atlántico Europeo. Sin embargo, es escasa la aplicación de sistemas productivos basados en el empleo de forrajes frescos en zonas como Galicia debido a la dificultad para una buena estimación de la ingestión de pasto. Determinar esta ingestión y la producción de leche en pastoreo es la base del modelo Graze'In, un sistema de apoyo a la toma de decisiones, surgido a partir del proyecto europeo Grazemore y desarrollado en Francia. En este trabajo se realizó una validación externa del modelo en el CIAM utilizando datos de 4 rebaños (A1, A2, B1 y B2) de vacas (n=72), en pastoreo rotacional de praderas mixtas, con dos estados de lactación (A, inicio o B, final) y dos cargas ganaderas (1, baja o 2, alta). El error de predicción medio fue del 24,2% para la ingesta de pasto y del 12,4% para la producción de leche. Graze'In predijo ambos parámetros de manera realista, lo que ayuda al ganadero a incrementar la confianza en el pastoreo.

**Palabras clave:** modelización, ingestión de pasto, producción de leche, Grazemore.

**Abstract:** Grazing dairy cattle is the primary way to reduce production costs on farms of the humid regions from the European Atlantic Arc. However, there is little implementation of milk production systems based on the use of fresh grass in areas such as Galicia due to the difficulty for a good estimate of pasture intake. To determine intake and milk production at grazing is the basis of Graze'In model, a decision support system (DSS) developed in France from the European project Grazemore. In this paper an external validation of the model was performed using CIAM data from 4 herds (A1, A2, B1 and B2) of dairy cows (n=72), under rotational grazing of mixed swards, with two stages of lactation (A, start or B, end) and two stocking densities (1, low or 2, high). The mean prediction error was 24.2% for pasture intake and 12.4% for milk production. Graze'In was able to predict both parameters in a realistic manner, which helps dairy farmer to increase confidence in grazing.

**Key words:** modeling, pasture intake, milk yield, Grazemore.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de leche con alta dependencia del forraje fresco ofrecen múltiples beneficios socio-económicos y medioambientales. A pesar de ello, la proporción de hierba vs. concentrado en la ración de las explotaciones lecheras del Arco Atlántico Europeo es relativamente baja. Lo que se ve agravado por la baja confianza del ganadero en el pastoreo como la principal fuente de alimentación para reducir los costes de producción (González-Rodríguez *et al.*, 2004). Es esencial el conocimiento del crecimiento del pasto y de la ingestión diaria de hierba por la vaca (interacción pasto-animal), para establecer un adecuado presupuesto forrajero que cubra las necesidades productivas del rebaño a lo largo de toda su curva de lactación.

En anteriores trabajos de investigación se propuso un sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS), financiado por el proyecto europeo Grazemore, en el que participó el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) (González-Rodríguez *et al.*, 2005) junto a otros cinco centros de investigación europeos, con el objetivo de fomentar una mayor dependencia de la hierba en la alimentación del ganado vacuno lechero (Mayne *et al.*, 2004). Utilizando este DSS es posible realizar una predicción realista del crecimiento de la hierba, de la ingestión de pasto y de la producción de leche para una amplia gama de condiciones edafo-climáticas y diferentes escenarios de manejo de los rebaños lecheros en pastoreo. Un posterior desarrollo de Grazemore ha sido realizado por el grupo de investigación francés proponiendo el modelo Graze'In (Delagarde *et al.*, 2011a y b; Faverdin *et al.*, 2011). En este ensayo de colaboración nos fijamos el objetivo de realizar una validación externa de Graze'In con datos procedentes de 4 rebaños de vacas de la cabaña lechera del CIAM, en un diseño factorial 2x2, con dos estados de lactación y dos cargas ganaderas. El trabajo presentado forma parte de una recopilación de información, incluida en la tesis doctoral de Roca-Fernández (2011), sobre la capacidad de ingestión de pasto en relación con su calidad nutritiva, la tasa de sustitución (pasto *vs.* concentrado y/o ensilado), el estado de lactación del animal y diferentes estrategias de manejo del pasto que proporcionen a los productores de leche de zonas húmedas como Galicia una herramienta útil para optimizar la proporción de hierba en la ración.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Validación Interna de Graze'In.** Fue realizada por el grupo de investigación de la Unité Mixte de Recherche en Production du Lait del INRA en Rennes (Francia) para predecir la tasa de crecimiento del pasto, la ingestión de hierba y la producción de leche. Faverdin *et al.* (2011) describieron los modelos de ingestión y de lactación utilizados asumiendo que el potencial productivo del animal, dependiente del genotipo y del estado fisiológico de la vaca, estimula su capacidad de ingestión. Se consideran también los efectos de la edad, el estado de lactación (primíparas *vs.* multíparas), el peso vivo, la condición corporal y la movilización de las reservas corporales al comienzo de la lactación. Para la predicción de la producción de leche se utiliza una curva teórica de lactación y se tiene en cuenta el balance energético al animal según su estado nutritivo y los requerimientos propios de su estado de lactación. Delagarde *et al.* (2011a) describieron el modelo biológico de ingestión de pasto adaptado a condiciones de pastoreo rotacional/continuo, las características estructurales del pasto, la composición nutritiva de la hierba junto con los niveles de suplementación (silo y/o concentrado).

**Validación Externa de Graze'In.** Se realizó siguiendo las consideraciones de Delagarde *et al.* (2011b) donde para estimar la ingestión de pasto y la producción de leche se recogieron datos experimentales de las siguientes variables: del pasto (especies dominantes, contenido en proteína, fibras, carbohidratos y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, oferta de pasto, disponibilidad diaria de hierba y alturas pre- y post-

pastoreo), del animal (edad, pico de producción de leche, estado de lactación, peso vivo y condición corporal), de la suplementación (cantidad ingerida y valor nutritivo del silo y/o concentrado) y del manejo del pasto (superficie en oferta, carga ganadera, tiempo de permanencia del ganado en cada parcela y número de horas diarias de pastoreo). El tipo de animal usado en todas las simulaciones realizadas por Graze'In poseía las siguientes características: vaca multípara, con un pico potencial de producción de leche de 40 kg, 140 días en ordeño, 52 meses de lactación, 600 kg de peso vivo y 3 de condición corporal (en la escala de 0 a 5). Las praderas estaban constituidas únicamente por raigrás inglés con un contenido en proteína bruta de 180 g/kg de MS y una digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de 800 g/kg de MS, una oferta de hierba de 2 t MS/ha, una altura pre-pastoreo superior a 5cm y 20 h diarias de acceso del animal al pasto. Los efectos de la suplementación en la ingestión de pasto y en la producción de leche fueron simulados utilizando un concentrado de 1,1 unidades forrajeras de leche (UFL), 110 g de proteínas digeribles en el intestino (PDI) y un contenido en proteína bruta de 180 g/kg de MS y un ensilado de maíz de 0,9 UFL y 68 g de PDI. El rango de valores utilizados para la estima de la ingestión de pasto era de 7 a 22 kg MS (vaca/día) y para la producción de leche de 10 a 40 kg (vaca/día), que resultó amplio según la validación realizada en Francia (Delagarde *et al.*, 2011b). Para las condiciones gallegas, realizamos la validación de Graze'In con datos de un ensayo del CIAM del año 2007 con 4 rebaños de vacas (n=72) Holstein-Friesian en dos estados de lactación (A) inicio (febrero 2007) o (B) final (octubre 2006), y sometidas a dos cargas ganaderas (1) baja (4,0 vacas/ha) o (2) alta (5,2 vacas/ha) en un diseño factorial 2x2. Los grupos pastaron rotacionalmente praderas mixtas (con un 80% de raigrás inglés, 15% de otras especies y 5% de trébol blanco, con una fertilización anual de 136-84-84 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), en parcelas independientes de 0,65 ha, de un área total de 39,3 ha. Los animales fueron suplementados con concentrado (6 y 0 kg MS (vaca/día) al inicio y final de la lactación, respectivamente) y dosis mínimas de silo (60% de hierba y 40% de maíz) (tabla 1).

**Procedimiento Estadístico.** Para medir la exactitud de la predicción (P) de Graze'In en relación a la ingestión de pasto y la producción de leche observada (O) se utilizó el error de predicción cuadrático medio (MSPE), obtenido a partir de la expresión (Bibby y Toutenburg, 1977):  $MSPE = 1/n \sum (O-P)^2 = (O_m - P_m)^2 + S_p^2 (1-b)^2 + S_o^2 (1-R^2)$ , donde n es el número de O y P pares de datos comparados;  $O_m$  y  $P_m$  son las medias de O y P, respectivamente;  $S_o^2$  y  $S_p^2$  son las varianzas de O y P, respectivamente; b es la pendiente de la regresión de O sobre P;  $R^2$  es el coeficiente de determinación de la regresión de O sobre P. Valores positivos o negativos del bias promedio ( $O_m - P_m$ ) nos indican una sobre- o infra-estimación del modelo Graze'In, respectivamente. La línea bias [ $S_p^2 (1-b)^2$ ] representa la desviación de la pendiente de regresión de O sobre P. Una línea bias con valores altos nos indica lo inadecuado que puede resultar el modelo empleado en cuanto a su estructura. El error de predicción medio (MPE) refleja la precisión media de la predicción y se calcula dividiendo la raíz cuadrada del MSPE por el valor actual medio de  $O_m$ . Un valor de MPE de 0,10 nos indica que el modelo es capaz de predecir los valores observados con un error del 10%.

**Tabla 1.** Descripción de la base de datos experimental de ganado vacuno lechero (n=72) recogidos por el CIAM para la validación externa del modelo Graze'In.

	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
<b>Ingestión Total (kg MS [vaca/día])</b>	20,3	8,4	7,1	41,0
Hierba (kg MS [vaca/día])	13,9	4,3	7,1	27,3
Silo de Hierba (kg MS [vaca/día])	2,6	4,7	0	16,2
Silo de Maíz (kg MS [vaca/día])	1,7	3,1	0	10,8
Concentrado (kg MS [vaca/día])	2,1	1,9	0	6,0
<b>Producción y Calidad del Pasto</b>				
Oferta Pre-Pastoreo (kg MS/ha)	2.137	1.241	267	6.747
Oferta Post-Pastoreo (kg MS/ha)	726	234	325	1.639
Altura Pre-Pastoreo (cm)	15,3	6,0	5,2	34,2
Altura Post-Pastoreo (cm)	5,9	2,1	4,0	13,5
Materia Seca (%)	19,4	4,1	13,1	35,1
Proteína Bruta (g/kg MS)	139,9	34,4	46,8	220,4
Fibra Ácido Detergente (g/kg MS)	298,6	54,8	200,6	422,0
Fibra Neutro Detergente (g/kg MS)	528,8	78,5	376,6	711,8
Carbohidratos Solubles en Agua (g/kg MS)	156,1	59,4	10,9	282,2
Digestibilidad <i>in vitro</i> Materia Orgánica (g/kg MS)	736,6	5,4	613,4	886,8
<b>Producción de Leche (kg/vaca/día)</b>	22,2	6,2	9,0	33,7
Proteína (g/kg)	30,0	1,4	27,7	33,2
Grasa (g/kg)	37,0	2,4	32,5	43,2

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el CIAM, la ingestión media de pasto kg MS (vaca/día) observada para los 4 rebaños de vacas en ordeño fue de 13,9 vs. predicha de 14,0, con un bias promedio de 0,1 (tabla 2). Delagarde *et al.* (2011b) para la validación externa de Graze'In utilizó los datos experimentales procedentes de una recopilación de ensayos independientes realizados con 206 rebaños de vacas en 5 centros de investigación europeos (INRA, n=114; IVVO=44; ARINI, n=30; IGER, n=10; CIAM, n=8) en los que obtuvo una ingestión media de pasto kg MS (vaca/día) observada de 14,4 (con un valor mínimo de 10,0 obtenido en IVVO y máximo de 17,1 en CIAM) vs. predicha de 14,2 (con un valor mínimo de 10,4 obtenido en IVVO y máximo de 15,5 en INRA) para un bias promedio de 0,2 (oscilando desde -3,2 en CIAM a 2,2 en ARINI). Para la relación entre la ingestión de pasto observada y predicha, al aplicar Graze'In a los datos recogidos por el CIAM en 2007 se obtuvo un  $R^2=0,40$  inferior al valor promedio de  $R^2=0,54$  (mínimo de 0,05 en IGER y máximo de 0,44 en IVVO y CIAM) encontrado por Delagarde *et al.* (2011b). El error de predicción medio (MPE) obtenido por Delagarde *et al.* (2011b) para la ingestión de pasto fue de 0,16 (con un valor mínimo de 0,11 en INRA y máximo de 0,27 en CIAM) inferior éste al obtenido con los datos de 2007 en el CIAM (0,24).

**Tabla 2.** Ingestión de pasto y producción de leche de 4 rebaños de vacas del CIAM en pastoreo rotacional para la validación externa del modelo Graze'In.

	Observada (O)	Predicha (P)	Bias (O-P)	Regresión de O sobre P ( $R^2$ )	MSPE <sup>2</sup>	MPE <sup>3</sup>
<b>Rebaños<sup>1</sup></b>	... Ingestión de Pasto (kg MS/vaca/día) ...					
A1	14,02	13,63	-0,39	0,31	9,81	0,22
A2	13,96	13,49	-0,47	0,55	21,87	0,33
B1	14,11	14,61	0,50	0,31	3,54	0,13
B2	13,48	14,23	0,75	0,27	11,00	0,25
	... Producción de Leche (kg/vaca/día) ...					
A1	24,03	24,39	0,36	0,61	15,00	0,16
A2	26,41	26,06	-0,35	0,82	4,43	0,08
B1	20,14	19,95	-0,19	0,72	5,93	0,12
B2	17,56	17,88	0,32	0,80	5,82	0,14

<sup>1</sup>Rebaños: Estado de lactación (A, inicio o B, final) y Carga ganadera (1, baja o 2, alta); <sup>2</sup>MSPE: Error de Predicción Cuadrático Medio; <sup>3</sup>MPE: Error de Predicción Medio.

Los valores de producción media de leche kg (vaca/día) de 22,1 vs. predicha de 22,2 observados en el CIAM en 2007 fueron inferiores a los obtenidos por Delagarde *et al.* (2011b) para una producción media de leche kg (vaca/día) de 22,7 (con un valor mínimo de 20,6 obtenido en INRA y máximo de 27,0 en IVVO) vs. predicha de 24,7 (con un valor mínimo de 22,9 en INRA y máximo de 28,2 en IVVO) con un bias promedio de 2,0 (oscilando desde 1,0 en CIAM a 2,4 en ARINI). Para la relación entre la producción de leche observada y predicha, Delagarde *et al.* (2011b) obtuvo un valor promedio de  $R^2=0,79$  (mínimo de 0,14 en CIAM y máximo de 0,90 en IGER) similar al obtenido al aplicar Graze'In a los datos del CIAM de 2007 ( $R^2=0,80$ ). El error de predicción medio (MPE) para la producción de leche fue de 0,14 (con un valor mínimo de 0,08 en IGER y máximo de 0,20 en CIAM) similar al del 2007 en el CIAM (0,12).

González-Rodríguez *et al.* (2005) al aplicar el programa Grazemore atribuyeron la mejor predicción para la producción de leche que para la ingestión de pasto a: 1) la medida de la producción de leche está basada en los controles diarios reales realizados a nivel de la explotación; 2) mientras que la determinación de la ingestión de pasto se basa en el empleo de mediciones más esporádicas con diferentes técnicas no muy precisas como el corte de la hierba pre- y post-pastoreo a una determinada altura; 3) el modelo de crecimiento de la hierba está basado en la determinación del forraje inicial, lo que aumentaría los errores cometidos en esta medida previa a cada período de pastoreo. Al comparar los 4 rebaños, se observó que los grupos al inicio de lactación (partos de primavera) presentaron una producción de leche (25,22 vs. 18,85 kg [vaca/día]) y una ingestión total (20,85 vs. 19,71 kg MS [vaca/día]) superior a la de los del final de lactación (partos de otoño). Los grupos de alta carga presentaron una producción de leche (21,94 vs. 22,09 kg/vaca/día) y una ingestión total (20,17 vs. 20,39 kg MS [vaca/día]) ligeramente inferior a la de los de baja carga. Los valores de  $R^2$  (fig. 1) oscilaron



menos para la relación entre producción de leche observada y predicha (0,64 y 0,76) que para la relación entre ingestión total observada y predicha (0,44 y 0,66).

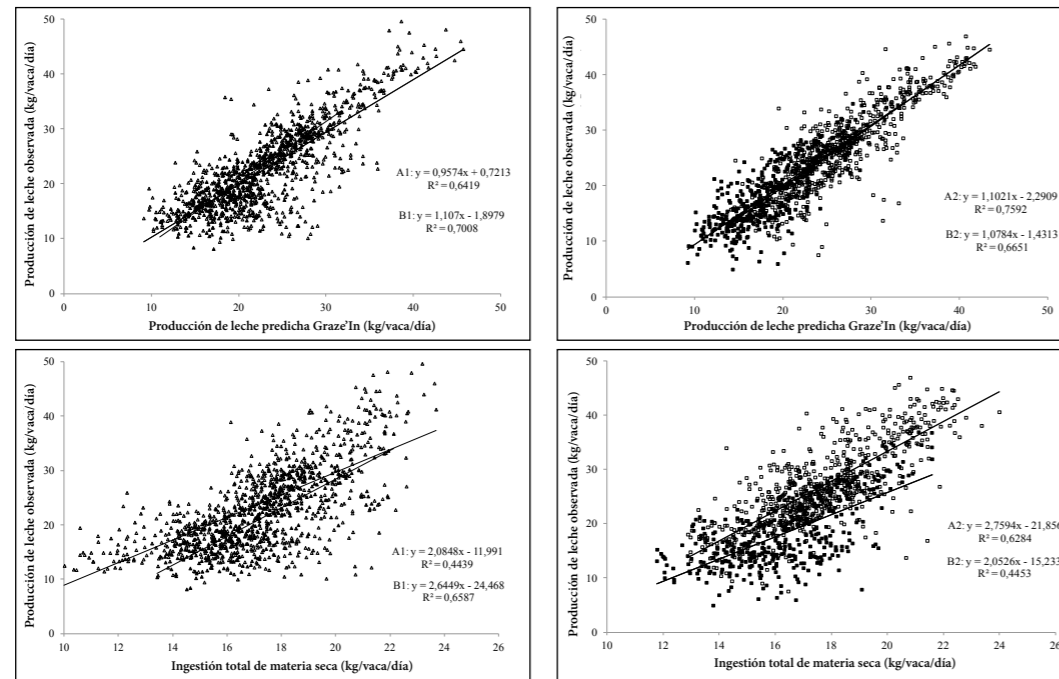


Figura 1. Relación entre la producción de leche observada y predicha (kg/vaca/día) y la ingestión total de materia seca (kg/vaca/día) en vacas de distinto estado de lactación (A, inicio o B, final) y a diferentes cargas ganaderas (1, baja o 2, alta).

Estos datos se contrastaron con un análisis de sensibilidad del programa Grazemore realizado en otro ensayo (Vázquez-Yáñez *et al.*, 2005) donde se compararon tres tipos de manejo del pasto (con una oferta de superficie diaria de pasto de 0,2, 0,3 y 0,5 ha) y tres niveles de suplementación (0, 4 y 8 kg MS [vaca/día] de concentrado), encontrando que el aumento de la superficie en oferta tuvo como consecuencia el incremento en la disponibilidad diaria de hierba y en la ingestión de pasto. Por otra parte, el incremento del nivel de suplementación redujo la ingestión de pasto en un valor dependiente de su disponibilidad. En ambos trabajos encontramos que la utilización del pasto aumentó con su disponibilidad y disminuyó al incrementar el concentrado.

## CONCLUSIONES

El modelo Graze'In, surgido como un sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS), predijo de una manera realista la ingestión de pasto y la producción de leche teniendo en cuenta una amplia gama de parámetros de la pradera y del animal y puede servir de ayuda a las explotaciones lecheras europeas para ganar confianza en el pastoreo. La exactitud de la predicción de la ingesta de pasto fue menor que la de la

producción de leche por lo que este modelo debe mejorarse, principalmente en la determinación por procedimientos más adecuados de la interacción entre pasto-animal. Las grandes diferencias en respuesta entre los rebaños sugieren una adaptación del DSS al particular manejo del pastoreo observado (cargas ganaderas y estados de lactación).

## AGRADECIMIENTOS

Al INRA por su supervisión durante la aplicación de Graze'In a los datos del CIAM.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIBBY J. Y TOUTENBURG H. (1977) *Prediction and improved estimation in linear models*. Chapter 1.5.4. London: Wiley.
- DELAGARDE R., FAVERDIN P., BARATTE C. Y PEYRAUD J.L. (2011a) GrazeIn: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rotational and continuously-stocked grazing management. *Grass and Forage Science*, **66**(1), 45-60.
- DELAGARDE R., VALK H., MAYNE C.S., ROOK A.J., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A., BARATTE C., FAVERDIN P. Y PEYRAUD J.L. (2011b) GrazeIn: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 3. Simulations and external validation of the model. *Grass and Forage Science*, **66**(1), 61-77.
- FAVERDIN P., BARATTE C., DELAGARDE R. Y PEYRAUD J.L. (2011) GrazeIn: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 1. Prediction of intake capacity, voluntary intake and milk production during lactation. *Grass and Forage Science*, **66**(1), 29-44.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A., LÓPEZ-DÍAZ J. Y VÁZQUEZ-YÁÑEZ O.P. (2004) Incrementar la confianza en el pastoreo de praderas para la producción de leche. En: García-Criado B. *et al.* (Eds) *Pastos y ganadería extensiva*. pp 237-241. Salamanca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A., VÁZQUEZ-YÁÑEZ O.P. Y LÓPEZ-DÍAZ J. (2005) Validación de un sistema de apoyo de decisión en pastoreo (Grazemore) para la producción eficiente de leche en Galicia. En: Osoro-Otadui K. *et al.* (Eds) *Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural*. pp 199-206. Gijón, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- MAYNE C.S., ROOK A.J., PEYRAUD J.L., CONE J., MARTINSSON K. Y GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A. (2004) Improving sustainability of milk production systems in Europe through increasing reliance on grazed pasture. *Grassland Science in Europe*, **9**, 584-586.
- ROCA-FERNÁNDEZ A.I. (2011) *Sustainable milk production systems in humid areas using farm resources*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- VÁZQUEZ-YÁÑEZ O.P., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A. Y LÓPEZ-DÍAZ J. (2005) Determination of optimal grazing management for dairy cows in Galicia (Spain) using a decision support system. *XX International Grassland Congress*. Dublin.