



## **PR430A2002/5-0. Incremento de los estándares de seguridad alimentaria en la producción láctea: evaluación y mejora de la calidad nutritiva y microbiológica de henos y ensilados en la zona norte de Lugo y occidental de Asturias para maximizar su grado de utilización y seguridad en alimentación de ganado vacuno lechero**

<b>Responsables Proyecto</b>	<b>Organismo</b>
Javier Barcias Gallo	C. Os Irmandiños, S.C.L.
Begoña de la Roza Delgado	SERIDA
<b>Equipo Investigador</b>	
Ignacio Gutiérrez Sastre	C. Os Irmandiños, S.C.L.
Ángel Miranda González	"
Sonia Pérez Pérez	"
Pablo Paz Martínez	"
Lorenzo M. Pastrana Castro	Univ. de Vigo
Adela Martínez Fernández	SERIDA
Alejandro Argamentaría Gutiérrez	"
Gonzalo Flores Calvete	CIAM. Mabegondo
Pilar Castro García	"
Pedro Pérez de Ayala	Trouw Nutrition S.A.
Pedro Medel de la Torre	Imasde Agropecuaria, S.L.

### **Objetivos**

- Implantar y calibrar un equipo NIRS.
- Desarrollar un programa exhaustivo de control de calidad, tanto de las materias primas empleadas en la elaboración de piensos compuestos, como de los propios piensos fabricados por la Cooperativa Os Irmandiños SCL para la alimentación animal.

### **Resultados**

#### **Planificación y programación de la implantación de la tecnología NIRS**

Se elaboró un protocolo para la programación de la recogida, conservación y selección

de muestras para el desarrollo de las calibraciones, así como para la planificación del trabajo de recogida de espectros y de datos analíticos de referencia.

El envío de muestras se realizó durante 62 semanas (14 meses), a fin de conseguir tanto una variabilidad estacional como de suministradores de las diferentes materias primas destinadas al desarrollo de las ecuaciones NIRS. Se fijó el siguiente número de muestras a enviar por semana y producto:

- ❖ Maíz, Cebada, Harina de soja, Pulpa de remolacha y Gluten Feed: 2-3 muestras semanales hasta completar un total de 160 muestras por cada producto.
- ❖ Piensos compuestos: 3-4 muestras semanales por cada uno de los cuatro tipos de pienso hasta completar un total de 175 muestras por tipo de pienso.
- ❖ Unifeed: 4-5 muestras semanales hasta completar un total de 250 muestras.

#### **Desarrollo de calibraciones NIRS en materias primas y piensos analizando los productos enteros**

Los diferentes parámetros químicos y productos analizados en el laboratorio por las técnicas de referencia se relacionan en la tabla 1.

Aún no se ha completado la creación de las poblaciones de referencia sobre las que se desarrollarán las ecuaciones de calibración NIRS, que permitan la predicción de los dife-





rentes parámetros en función de la información espectral y los datos de referencia. Sin embargo, ya se ha profundizado sobre los posibles pretratamientos matemáticos a realizar en los espectros a fin de eliminar el efecto de dispersión de la luz, principalmente ocasionado por el tamaño de partícula y los modelos quimiométricos a emplear como métodos de regresión.

A partir de los análisis de las materias primas y de los productos terminados seleccionados para la calibración, se realizó un estudio

previo de la variabilidad en su composición nutritiva y se desarrollaron ecuaciones preliminares NIRS para piensos compuestos con el objetivo de evaluar su viabilidad al trabajar con el producto intacto (*pelletizados*, harinas, galletas, etc.). Su composición de referencia se presenta en la tabla 2. Ésta muestra la variabilidad esperada en los diferentes parámetros nutritivos de los productos finales elaborados, según sean destinados a la alimentación de vacas o terneros.

Tabla 1.—Analítica a realizar por tipo de muestra

Producto	Nº de muestras	Materia seca	Cenizas	Proteína bruta	Fibra ácido detergente	Extracto etéreo	Almidón
Maíz	160	X		X		X	X
Cebada	160	X		X	X		X
Harina de soja	160	X		X	X		
Pulpa remolacha	160	X	X				
Gluten feed	160	X		X	X		X
Producto terminado	175/250	X	X	X	X	X	X

Tabla 2.—Composición químico-bromatológica según datos de referencia del colectivo inicial empleado para calibraciones NIRS en piensos compuestos

	N	MEDIA	MINIMO	MÁXIMO	DE
MS	116	88,93	86,92	95,53	1,26
CZ	116	6,23	4,44	7,83	0,77
PB	116	17,92	13,90	22,41	1,99
FAD	116	8,24	4,42	13,77	2,09
FAD*	116	8,01	4,19	13,51	2,07
EE	116	5,76	3,08	9,86	1,59
ALM	116	31,16	13,66	42,33	5,73

MS: % materia seca. CZ: % cenizas. PB: % proteína bruta. FAD: % fibra ácido detergente. FAD\*: Idem libre de cenizas. EE: % extracto etéreo. ALM: % almidón. DE: desviación estándar.



Por otra parte, se procedió a seleccionar el modelo (pretratamiento matemático y modelo de regresión) más adecuado para cada constituyente químico, utilizando diferentes estadísticos: ETC (error estándar de calibración), ETVC (error estándar de validación cruzada,  $R^2$  (coeficiente de determinación del colectivo de calibración) y  $r^2$  (coeficiente de determinación del colectivo de validación cruzada).

En la tabla 3 se recogen los estadísticos de las ecuaciones NIRS seleccionadas para cada uno de los constituyentes considerados. A la

vista de estos resultados cabe resaltar que los datos espectroscópicos NIRS explican en general un elevado porcentaje de la variabilidad existente en cada uno de los parámetros. Las ecuaciones obtenidas son aún preliminares dado el reducido número de muestras que las componen y, teniendo en cuenta, que se trata de ecuaciones para muestras intactas en diferentes presentaciones (harina y gránulo) y pertenecientes a cinco tipos de pienso, los bajos valores que, en general, presenta el error estándar de validación cruzada (ETVC) hace que los resultados sean muy satisfactorios.

**Tabla 3.—Estadísticos de las ecuaciones NIRS seleccionadas para la predicción de la composición químico-bromatológica de piensos compuestos en forma intacta**

PARÁMETRO	N	MEDIA	DE	ETC	$R^2$	ETVC	$r^2$
MS	92	88,57	0,54	0,28	0,73	0,30	0,69
CZ	99	6,16	0,74	0,18	0,94	0,23	0,91
PB	97	17,77	1,94	0,26	0,98	0,32	0,97
FAD	100	8,01	1,97	0,47	0,94	0,63	0,90
FAD*	100	7,82	1,93	0,45	0,95	0,66	0,89
ALM	104	31,92	4,91	1,03	0,96	1,41	0,92
EE	104	5,61	1,56	0,26	0,97	0,30	0,96

MS: % materia seca. CZ: % cenizas. PB: % proteína bruta. FAD: % fibra ácido detergente. FAD\*: Idem libre de cenizas. EE: % extracto etéreo. ALM: % almidón.

DE: desviación estándar. ETC: error estándar de calibración. ETVC: error estándar de validación cruzada.  $R^2$  y  $r^2$ : coeficiente de determinación del colectivo de calibración y de validación cruzada, respectivamente.

