



# 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 la alimentación de ganado vacuno lechero

Referencia: PR430A2002/5-0. Organismo financiador: Xunta de Galicia. Importe: 108.000 €. Duración: 2002–2005.

## Equipo investigador

Javier Barcias Gallo  
 Ángel Miranda Glez  
 Julia Fdez. Valero  
 Begoña de la Roza Delgado  
 Adela Martínez Fernández  
 Alejandro Argamentería  
 Gonzalo Flores Calvete  
 Pilar Castro García  
 Lorenzo Pastrana Castro  
 Pedro P. de Ayala  
 Pedro Medel de la Torre

## Organismo

Os Irmandiños  
 Os Irmandiños  
 Os Irmandiños  
 SERIDA  
 SERIDA  
 SERIDA  
 CIAM (Mabegondo)  
 CIAM (Mabegondo)  
 Univ. Vigo  
 Trouw Nutrition  
 Imasde

## Entidad colaboradora

NIRSoluciones

## Resumen y resultados

El objetivo del proyecto fue la calibración de un equipo de reflectancia en el infrarrojo cercano (FOSS- NIRSystem 5000) en el rango espectral de 1.100 a 2.500 nm, para implantar la tecnología NIRS en la Cooperativa Os Irmandiños para la trazabilidad de ingredientes y control de calidad de materias primas y productos finales *at line*, en producto entero (granos, pellets, harina, etc.).

## Productos y parámetros analizados. Calibraciones NIR en materias primas

Se evaluaron los datos espectrales NIR, recogidos sobre las muestras en forma intacta en el instrumento instalado en la cooperativa, para la creación de librerías que permitan el desarrollo de las ecuaciones de calibración por producto según los parámetros definidos y

determinados en el Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA.

Se desarrollaron y evaluaron estadísticamente ecuaciones NIR, con diferentes tratamientos matemáticos de la señal óptica, para cada uno de los productos y parámetros químicos analizados (materia seca, cenizas, proteína, fibra ácido detergente, extracto etéreo y almidón). La tabla 1, recoge los estadísticos corres-

Tabla 1.—Rango poblacional, estadísticos de calibración y validación NIRS para materias primas

CEBADA						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS	135	88,69	87,58-90,72	0,72	0,26	0,87
CZ	138	2,01	1,73-2,43	0,16	0,08	0,75
PB	141	10,47	8,64-12,92	0,94	0,41	0,81
FAD	138	5,22	3,43-7,74	0,41	0,50	0,52
FAD*	139	5,01	3,06-7,40	0,42	0,51	0,49
ALM	131	52,82	46,09-58,38	1,68	1,87	0,56

GLUTEN FEED						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS	101	89,04	89,99-90,33	0,46	0,15	0,89
CZ	116	6,54	6,01-7,29	0,30	0,18	0,64
PB	115	20,35	18,90-22,82	0,84	0,47	0,69
FAD	110	10,08	8,74-11,35	0,57	0,37	0,57
FAD*	111	9,33	8,51-10,58	0,46	0,33	0,49
ALM	118	13,33	11,05-15,49	0,98	0,78	0,37

HARINA DE SOJA						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS	155	88,33	86,58-90,00	0,77	0,26	0,88
CZ	154	6,70	5,67-6,69	0,27	0,09	0,90
PB	150	44,39	41,08-48,02	1,34	0,67	0,75
FAD	152	8,60	6,12-11,54	1,04	0,52	0,76
FAD*	156	8,42	6,75-10,75	0,89	0,57	0,61

Continúa →



MAÍZ						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS	157	87,41	85,38-89,10	0,77	0,36	0,79
CZ	157	1,15	0,86-1,30	0,08	0,06	0,41
PB	144	7,32	6,45-8,04	0,35	0,25	0,51
EE	160	3,43	2,62-4,53	0,40	0,19	0,77
ALM	161	62,79	55,19-71,11	0,60	2,99	0,32

PULPA DE REMOLACHA						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS	114	89,26	88,21-90,65	0,56	0,23	0,83
CZ	124	6,27	3,16-8,69	0,95	0,38	0,84

N: Número de muestras; DT: Desviación estándar; ETVC y r<sup>2</sup>: Error estándar y coeficiente de determinación de validación cruzada; MS: Materia seca; CZ: Cenizas; PB: Proteína bruta; FAD: Fibra ácido detergente; \*: Libre de cenizas; EE: Extracto etéreo; ALM: Almidón.

pondientes a las calibraciones NIRS elegidas para la cuantificación de los parámetros químicos en materias primas.

### Productos y parámetros analizados. Calibraciones NIR en productos finales

En la tabla 2, se muestran los estadísticos correspondientes a las calibraciones NIRS desarrolladas para la predicción del valor nutricional de los productos finalizados.

Teniendo en cuenta la dificultad de análisis que presentan estos productos, por su heterogeneidad y formas de presentación (pellet grande y pequeño, harina, etc.), en general, las ecuaciones obtenidas presentan estadísticos adecuados en cada uno de los parámetros estimados. Además, en el caso de los piensos compuestos la heterogeneidad es más evidente, dado que el colectivo de muestras de calibración está constituido por cuatro tipos de piensos claramente diferenciados (figura 1), que se corresponden para diferentes estados de desarrollo en el vacuno: T2 (terneros), VAE (especial vacas producción) y V1 (tradicional vacas lactación), o distinta especie animal C3 (cerdos). No obstante, para una mayor agilidad en el control de calidad producto final, se optó por desarrollar una ecuación general, aún a sabiendas de una reducción en exactitud. En general, todas las ecuaciones de calibración desarrolladas presentan coeficientes de determinación superiores a 0,9 y reducidos errores de predicción.

Tabla 2.-Rango poblacional, estadísticos de calibración y validación NIRS para productos finales

MEZCLAS UNIFEED						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS60° 24h	126	45,89	30,20-62,20	6,61	1,28	0,96
MS	120	93,97	90,40-96,40	1,21	0,64	0,73
CZ	118	8,02	6,10-10,94	1,04	0,61	0,67
PB	120	14,77	12,15-17,02	1,06	0,61	0,67
FAD	125	23,73	17,55-34,90	2,59	1,46	0,68
FAD*	124	22,28	18,27-29,15	2,22	1,36	0,62
EE	130	4,83	3,13-7,00	0,70	0,49	0,53
ALM	119	16,45	6,30-24,39	2,67	1,73	0,59

MEZCLAS ESPECIALES						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS	127	88,30	86,16-89,98	0,58	0,36	0,61
CZ	132	6,13	3,48-8,19	0,74	0,23	0,90
PB	144	19,04	13,90-23,06	2,01	0,96	0,77
FAD	141	9,54	4,32-14,62	2,29	1,32	0,68
FAD*	142	9,42	4,19-14,47	2,30	1,34	0,68
EE	139	7,11	3,54-9,86	1,24	0,56	0,80
ALM	139	28,73	16,48-41,94	5,48	2,28	0,83

PIENSOS COMPUESTOS						
	N	Media	Rango	DT	ETVC	r <sup>2</sup>
MS	380	88,63	87,23-89,96	0,50	0,28	0,68
CZ	376	6,27	4,74-7,92	0,72	0,19	0,94
PB	371	17,43	14,05-22,41	1,85	0,52	0,93
FAD	373	7,28	4,14-11,13	1,32	0,39	0,91
FAD*	381	7,10	4,02-11,08	1,32	0,41	0,89
EE	388	5,01	3,01-7,69	0,83	0,23	0,93
ALM	378	34,40	25,74-45,88	4,53	1,26	0,93

N: Número de muestras; DT: Desviación estándar; ETVC y r<sup>2</sup>: Error estándar y coeficiente de determinación de validación cruzada; MS: Materia seca; CZ: Cenizas; PB: Proteína bruta; FAD: Fibra ácido detergente; \*: Libre de cenizas; EE: Extracto etéreo; ALM: Almidón.

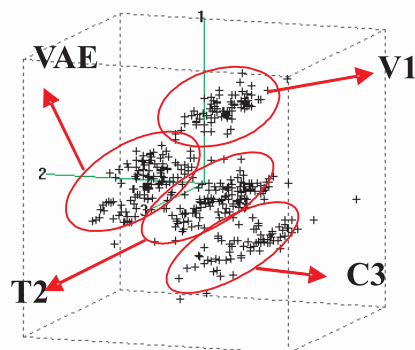


Figura 1.-Representación tridimensional de los 'scores' del colectivo de calibración de piensos para las tres primeras componentes principales.

