



## Trazabilidad de ingredientes y estrategias a seguir para incrementar la seguridad alimentaria en la producción animal

Referencia: FIT-060000-2003-19 y FIT-060000-2004-29. Organismo financiador: Ministerio de Educación y Ciencia. Importe: 99.837 €. Duración: 2003–2005.

<i>Equipo investigador</i>	<i>Organismo</i>
Rafael Peláez Valle	CICA
Begoña de la Roza Delgado	SERIDA
Alejandro Argamentería Gutiérrez	SERIDA
Adela Martínez Fernández	SERIDA
Ana Belén Soldado Cabezuelo	SERIDA

### *Equipo técnico*

Sagrario Madroño Lozano (Analista Laboratorio)  
M<sup>o</sup> Antonia Cueto Ardavín (Capataz)  
Reyes Galiano García (Analista Laboratorio)  
M<sup>o</sup> José Ferrero Fdez. (Analista Laboratorio)  
Roxana González Álvarez (Aux. Laboratorio)  
Cristina Cueto Álvarez (Aux. Laboratorio)

## Resumen y resultados

En el presente proyecto se han planteado diversas actividades de I + D relativas al control de calidad "at line" de las materias primas y producto final utilizados en la formulación de raciones, con el propósito de incrementar la seguridad alimentaria y reducir costes en la producción animal. Para ello, se ha empleado la tecnología NIRS como herramienta de control para determinar el contenido en nutrientes de los alimentos y garantizar la trazabilidad de los ingredientes en la formulación de raciones.

### **Análisis de principios nutritivos**

Las diversas cooperativas asociadas al CICA enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA, de forma programada, las materias primas para la elaboración de raciones, con el propósito de establecer las poblaciones representativas de la variabilidad de ingredientes y productos finales en cuanto a su composición nutritiva.

En dichas muestras se obtuvieron los datos de referencia de los parámetros considerados como idóneos para el establecimiento de la trazabilidad y control de calidad. Durante el año 2005 se analizaron 124 muestras, que supusieron un total de 680 determinaciones. Al igual que el año anterior, los resultados mostraron una variabilidad entre distintas partidas para cada materia prima, siendo ésta bastante acusada en ciertos parámetros importantes por su incidencia económica como son la proteína en soja, el almidón en maíz y la cebada o cenizas en pulpa de remolacha.

### **Recogida de datos espectrales en el equipo NIR**

Con el propósito de igualar la respuesta óptica del equipo NIR del CICA (FOSS-5000) y del SERIDA (FOSS-6500), que actúa como Master (M), para que los datos y las ecuaciones sean transferibles entre ambos equipos, se estableció un protocolo de clonación y estandarización, utilizando para tal fin ocho muestras representativas de los productos que se pretendían analizar en rutina: pienso compuesto en pellets, pienso compuesto en harina, mezcla unifeed con alfalfa como forraje, alfalfa deshidratada, cebada, harina de soja, semilla entera de almidón y maíz en grano. Una vez recogida la información espectral del producto entero de dichas muestras en ambos equipos en el rango comprendido entre 1100 y 2500 nm, la matriz de estandarización resultante (\*.STD) con un error de 0,656 fue la siguiente:

$$\text{Datos NIR-CICA} = 0,058 + 1,0002M$$

A lo largo del proyecto, se recogió la información espectral de todas las muestras involucradas en el mismo y se procedió al desarrollo



de ecuaciones preliminares y a su evaluación estadística para cada uno de los productos y parámetros químicos analizados.

En la figura 1 se recoge la distribución tridimensional de las poblaciones de cebada, maíz grano y harina de soja.

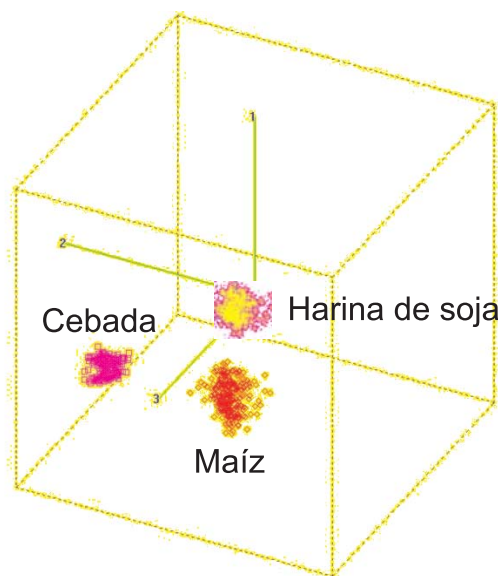


Figura 1.—Distribución tridimensional de los "scores" de las poblaciones espectrales para las tres primeras componentes principales

### Calibraciones NIR en materias primas

Una vez disponible la información espectral y los datos de referencia de las muestras, se evaluaron diversas estrategias para el desarrollo de las ecuaciones de calibración. Finalmente, éstas fueron desarrolladas mediante la regresión de mínimos cuadrados parciales modificada (MPLS), para evitar problemas de colinealidad, al trabajar con muchas bandas en el espectro que permiten la medida cuantitativa de un parámetro. Asimismo, se hizo una transformación previa de los datos espectroscópicos mediante el tratamiento de la corrección de la dispersión de la luz ó *scatter* (SNVD) y la segunda derivada, como tratamiento matemático.

Para determinar la precisión y exactitud de las ecuaciones se evaluaron diferentes estadísticos: los errores estándar de los residuales

obtenidos para las muestras de calibración y de validación cruzada (ETC y ETVC) y los coeficientes de determinación para las etapas de calibración y validación cruzada ( $R^2C$  y  $r^2$ ).

En la tabla 1 se muestran los estadísticos de las ecuaciones desarrolladas para cebada grano, maíz grano, harina de soja y pulpa de remolacha, cuya exactitud y precisión en rutina ya ha sido evaluada satisfactoriamente en el equipo NIR instalado en el CICA.

Tabla 1.—Rango poblacional y estadísticos de calibración y validación NIR para cebada grano, maíz grano, harina de soja y pulpa de remolacha, en producto entero

CEBADA GRANO (N = 304)					
Parámetro	Rango	ETC	$R^2C$	ETVC	$r^2$
Materia seca	86,31-90,87	0,347	0,81	0,356	0,80
Cenizas	1,63-2,47	0,080	0,78	0,090	0,72
Proteína bruta	7,98-13,20	0,341	0,89	0,397	0,85
Almidón	44,90-58,83	2,051	0,48	2,186	0,41
FAD*	3,34-6,30	0,408	0,56	0,468	0,43
MAÍZ GRANO (N = 377)					
Parámetro	Rango	ETC	$R^2C$	ETVC	$r^2$
Materia seca	84,80-89,62	0,410	0,80	0,443	0,76
Proteína bruta	5,75-8,48	0,420	0,36	0,447	0,28
Almidón	55,19-69,96	2,750	0,35	2,951	0,26
Extrac. etéreo	2,63-4,69	0,180	0,80	0,218	0,71
HARINA DE SOJA (N = 387)					
Parámetro	Rango	ETC	$R^2C$	ETVC	$r^2$
Materia seca	86,57-90,00	0,340	0,74	0,368	0,70
Cenizas	5,41-7,39	0,135	0,86	0,157	0,81
Proteína bruta	39,33-47,97	0,787	0,71	0,807	0,70
PULPA DE REMOLACHA (N = 202)					
Parámetro	Rango	ETC	$R^2C$	ETVC	$r^2$
Materia seca	87,90-91,91	0,573	0,69	0,628	0,63
Cenizas	3,46-9,45	0,518	0,77	0,615	0,67
Proteína bruta	7,00-10,66	0,296	0,89	0,454	0,75
Fibra bruta	15,02-19,55	0,390	0,89	0,550	0,79

ETC y ETVC: Errores estándar de calibración y validación cruzada;  $R^2C$  y  $r^2$ : Coeficientes de determinación de calibración y validación cruzada; FAD: Fibra ácido detergente; \*: Libre de cenizas

