

Application Note AN-NIR-127

Análisis de alimentación con espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS)

Determinación multiparamétrica sencilla y rápida de piensos para animales

La producción ganadera es un proceso complejo que involucra muchas operaciones independientes e integradas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la base para una producción ganadera exitosa es la disponibilidad de alimento para animales y una alimentación eficiente. El control de calidad (CC) del alimento y sus ingredientes es crucial para garantizar la producción de alimento para animales seguro y rico en nutrientes. Los parámetros típicos de CC que se miden durante la producción de alimento son grasa, humedad, proteína, fibra, cenizas y almidón. Sin embargo, el análisis de estos parámetros generalmente se realiza con química húmeda, lo que requiere diferentes procedimientos que consumen mucho tiempo, métodos de análisis complejos y reactivos químicos costosos. La espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) ofrece una predicción rápida y fiable del contenido de grasa, humedad, proteína, fibra, cenizas y almidón de diferentes tipos de alimento en pocos segundos, sin necesidad de preparar la muestra.

EQUIPO

Se analizaron alrededor de 500 muestras de alimento (p. ej., para aves, cerdos, ganado vacuno, cabras y ovejas) en un analizador NIR de Metrohm. Todas las mediciones se realizaron en modo de reflexión utilizando el recipiente grande. Las muestras se midieron en rotación para recopilar datos espectrales de varias áreas. El promedio espectral de las senales de varios puntos ayudó a reducir la influencia de la heterogeneidad de la muestra. Se utilizó el software de Metrohm para la adquisición de datos y el desarrollo del modelo de predicción.

RESULTADOS

Todos los espectros NIR medidos se utilizaron para crear modelos de predicción que cuantificaran los parámetros clave de calidad del alimento. Además, se crearon modelos de predicción de humedad, almidón, fibra, proteína, grasa y cenizas para alimentos individuales, por ejemplo, alimento para ganado, alimento para aves y alimento para cerdos. La calidad de los modelos de predicción se evaluó mediante diagramas de correlación (Figuras 2-7), que muestran una alta correlación entre la predicción NIR y los valores de referencia. Las respectivas figuras de mérito (FOM) muestran la precisión esperada de una predicción durante el análisis rutinario de las pruebas NIR de alimentos (Tabla 1: alimento para aves, Tabla 2: alimento para cerdos y Tabla 3: alimento para ganado).

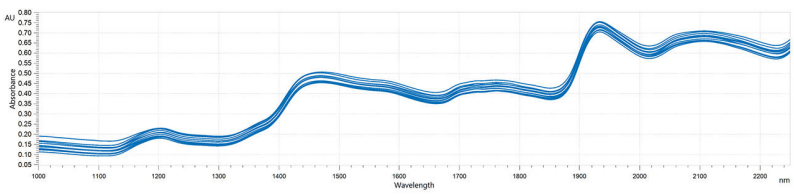


Figura 1. Espectros NIR de diferentes muestras de alimento para ganado analizadas en un Analizador NIR Metrohm.

Resultado del contenido de grasa

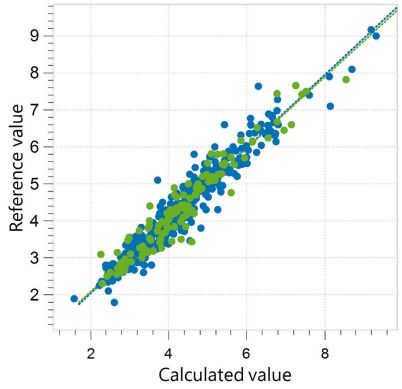


Figura 2. Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción de grasa (cruda) en alimentos animales.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.923	0.30	0.33	0.34

Resultado del contenido de almidón

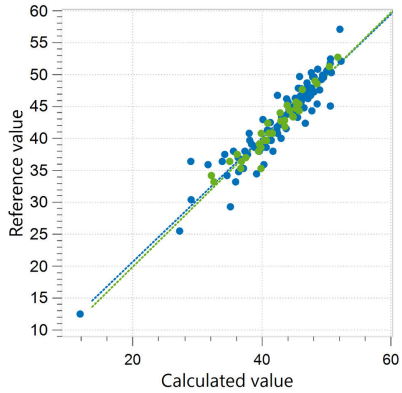


Figura 3. Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción del almidón en alimentos animales.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.927	1.80	2.06	1.27

Resultado del contenido de proteínas

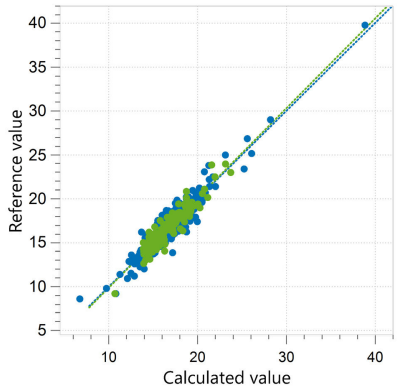


Figura 4. Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción de proteína en alimentos animales.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.873	0.81	0.86	0.80

Resultado del contenido de humedad

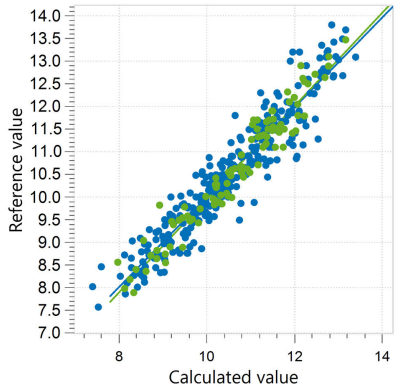


Figura 5. Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción de la humedad en alimentos para animales.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.938	0.41	0.42	0.31

Contenido de fibra resultante

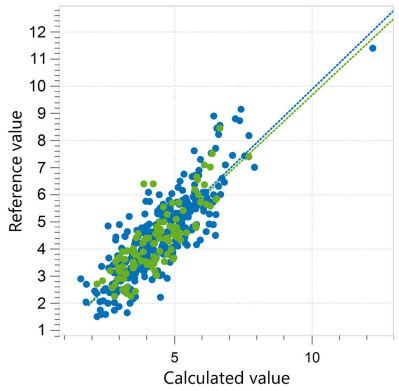


Figura 6. Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción de fibra cruda en alimentos animales.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.650	0.77	0.80	0.70

Contenido de cenizas resultante

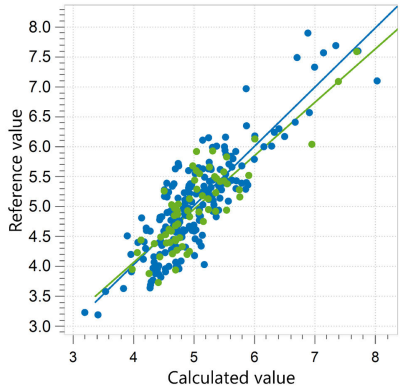


Figura 7. Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción de cenizas en la alimentación animal.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.720	0.39	0.43	0.39

Figuras de mérito

Las siguientes tablas muestran las cifras de mérito de los modelos de predicción de productos alimenticios específicos: alimento para aves de corral (Tabla 1), alimento para cerdos (Tabla 2) y alimento para ganado (Tabla 3).

Tabla 1. Cifras de mérito para la predicción de fibra, cenizas, almidón, humedad, proteínas y grasas en alimentos para aves de corral.

Parámetro (Rango)	Número Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R^2
Fibra (2.4–5.2%)	182	0.15	0.15	0.18	0.917
Ceniza (3.9–5.9%)	159	0.18	0.19	0.17	0.790
Almidón (41.7–48.2%)	158	0.66	0.75	0.79	0.667
Humedad (11.0–13.2%)	171	0.09	0.09	0.10	0.943
Proteína (13.9–20.7%)	204	0.40	0.44	0.41	0.927
Grasa (2.7–6.0%)	207	0.17	0.17	0.16	0.968

Tabla 2. Cifras de mérito para la predicción de fibra, cenizas, almidón, humedad, proteína y grasa en el alimento para cerdos.

Parámetro (Rango)	Número Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R^2
Fibra (2.7–7.9%)	88	0.27	0.28	0.29	0.954
Ceniza (4.3–5.2%)	115	0.14	0.14	0.15	0.816
Almidón (38.4–48.1%)	96	0.76	0.86	0.92	0.922
Humedad (10.7–13.2%)	106	0.08	0.08	0.11	0.961
Proteína (14.9–17.6%)	108	0.25	0.29	0.27	0.765
Grasa (2.4–6.0%)	121	0.10	0.12	0.13	0.986

Tabla 3. Figuras de mérito para la predicción de fibra, cenizas, almidón, humedad, proteína y grasa en el alimento para ganado.

Parámetro (Rango)	Número Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R^2
Fibra cruda (3.3–10.8%)	319	0.34	0.44	0.57	0.876
Ceniza (4.0–9.8%)	253	0.53	0.54	0.55	0.859
Almidón (13.5–59.9%)	337	1.01	1.09	1.28	0.973
Humedad (10.4–13.0%)	329	0.12	0.12	0.13	0.915
Proteína (9.9–33.7%)	336	0.53	0.55	0.56	0.988
Grasa (2.5–6.5%)	331	0.21	0.21	0.24	0.908

CONCLUSIÓN

Esta Nota de Aplicación demuestra la viabilidad de determinar múltiples parámetros clave de calidad del alimento mediante análisis NIRS. Generalmente se requieren varios métodos analíticos para medir el almidón, las cenizas, la fibra, la proteína, la humedad y la grasa en el alimento para animales (Tabla 4). El análisis NIR de alimentos ofrece una alternativa más sencilla con alta precisión y resultados en tiempo real.

Tabla 4. Resumen de las normas ISO utilizadas para determinar los valores de referencia para los diferentes parámetros de calidad en las muestras de alimento.

Parámetro	Método
Almidón	ISO 6493:2000 Alimentos para animales — Determinación del contenido de almidón — Método polarimétrico
Ceniza cruda	ISO 5984:2002 Alimentos para animales — Determinación de cenizas brutas
Fibra cruda	ISO 6865:2000 Piensos para animales — Determinación del contenido de fibra cruda — Método con filtración intermedia
Proteína cruda	ISO 5983:1997 Piensos para animales: determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína cruda: método Kjeldahl
Humedad	ISO 6496:1999 Alimentos para animales: determinación del contenido de humedad y otras materias volátiles
Grasa	ISO 6492:1999 Alimentos para animales: determinación del contenido de grasa

CONTACT

Metrohm Argentina S.A.
Avda. Regimiento de
Patricios 1456
1266 Buenos Aires
info@metrohm.com.ar