

Application Note AN-NIR-144

# Análisis del permeado de suero con NIRS

## Supervise los procesos de producción láctea fácilmente en segundos

El permeado de suero, un subproducto de la fabricación de proteína de suero en polvo, contiene altas cantidades de lactosa, fosfato y minerales. Debido a su sabor dulce y suave, el permeado de suero se utiliza a menudo en panaderías y en la fabricación de chocolate.

La clave para optimizar la producción de permeado de suero es controlar los flujos de producción en tiempo real. Es importante monitorear el proceso de producción con técnicas analíticas de alto rendimiento para maximizar el rendimiento del producto y garantizar una alta calidad del mismo. La espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) es una técnica de análisis rápida y sin productos químicos que puede respaldar este tipo de pruebas. La espectroscopia NIR puede medir los parámetros de calidad más importantes (es decir, proteínas, lactosa, humedad, cenizas, pH y fosfato) simultáneamente en el permeado de suero sin ninguna preparación de la muestra. La solución NIRS es rápida, fácil de operar y se puede utilizar en línea o fuera de línea en un laboratorio de control de calidad.

## EQUIPO EXPERIMENTAL

Se analizaron 158 muestras de permeado de suero en un analizador NIR Metrohm equipado con un pequeno accesorio de copa. Todas las mediciones se realizaron en modo de reflexión (1000–2250 nm). Para la adquisición de datos y el desarrollo del modelo de predicción se utilizó el software Metrohm.

## RESULTADO

Los espectros NIR obtenidos (Figura 1) se utilizaron para crear modelos de predicción para los parámetros de lactosa, humedad, pH, cenizas, fosfato y contenido de proteínas. Se preprocesaron los datos espectrales y se utilizó la selección de longitud de onda para mejorar la precisión de los modelos. Todos los modelos fueron validados utilizando un conjunto de validación independiente con un tamano de muestra del 25%. Los modelos de cuantificación muestran una alta correlación con los datos de laboratorio de > 0,80 (R2P), excepto la lactosa con un valor de 0,70 (R2P).

Los diagramas de correlación, junto con las respectivas figuras de mérito (FOM), se muestran en Figuras 2–7 que muestran la precisión esperada para el análisis de rutina.

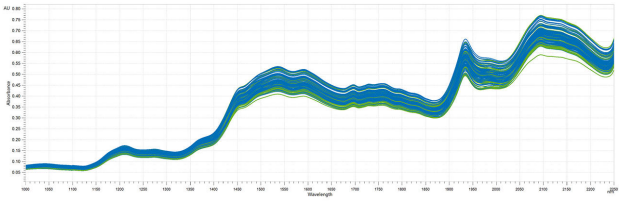


**Figure 1.** Selección de espectros NIR de muestras de permeado de suero. El azul representa muestras de calibración, mientras que el verde representa muestras del conjunto de validación. Los datos se obtuvieron con un analizador NIR Metrohm.

## Resultado del contenido de proteínas

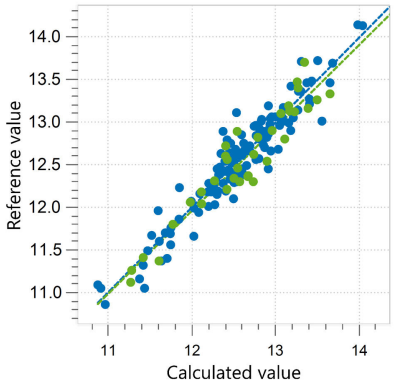



**Figure 2.** Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción del contenido de proteína en el permeado de suero utilizando un analizador NIR Metrohm. El conjunto de datos de calibración se muestra en azul y el conjunto de datos de validación externa en verde.

| $R^2$ | SEC (%) | Valor de mercado secundario (%) | SEP (%) |
|---|---|---|---|
| 0,899 | 0,18 | 0,19 | 0,21 |

## Resultado del contenido de lactosa

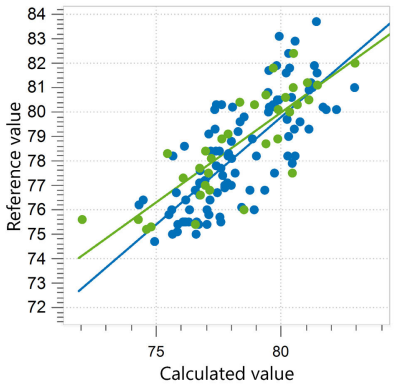



**Figure 3.** Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción del contenido de lactosa en el permeado de suero utilizando un analizador NIR Metrohm. El conjunto de datos de calibración se muestra en azul y el conjunto de datos de validación externa en verde.

| $R^2$ | SEC (%) | Valor de mercado secundario (%) | SEP (%) |
|---|---|---|---|
| 0,689 | 1,22 | 1,44 | 1,41 |

## Resultado del contenido de humedad

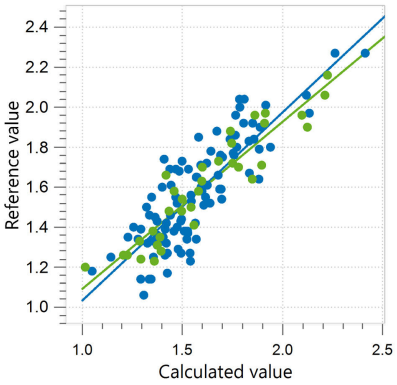



**Figure 4** Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción del contenido de humedad en el permeado de suero utilizando un analizador NIR Metrohm. El conjunto de datos de calibración se muestra en azul y el conjunto de datos de validación externa en verde.

| $R^2$ | SEC (%) | Valor de mercado secundario (%) | SEP (%) |
|---|---|---|---|
| 0,864 | 0,13 | 0,14 | 0,11 |

## Contenido de cenizas resultante

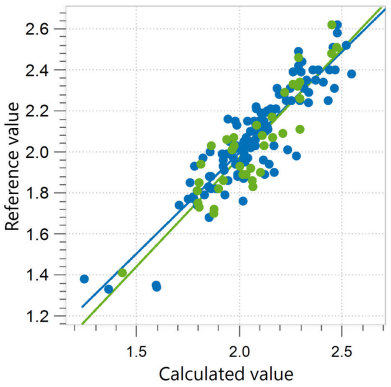



**Figure 5.** Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción del contenido de cenizas en el permeado de suero utilizando un analizador NIR Metrohm. El conjunto de datos de calibración se muestra en azul y el conjunto de datos de validación externa en verde.

| $R^2$ | SEC (%) | Valor de mercado secundario (%) | SEP (%) |
|---|---|---|---|
| 0,813 | 0,09 | 0,10 | 0,11 |

### Resultado del contenido de fosfato

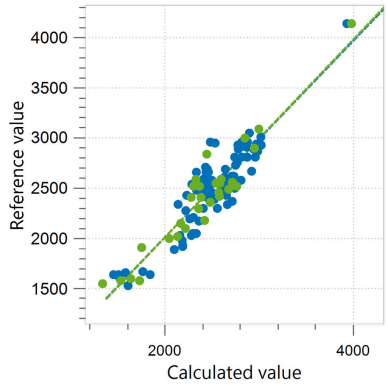



**Figure 6.** Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción del contenido de fosfato en el permeado de suero utilizando un analizador NIR Metrohm. El conjunto de datos de calibración se muestra en azul y el conjunto de datos de validación externa en verde.

| $R^2$ | SEC (ppm) | SECV (ppm) | SEP (ppm) |
|---|---|---|---|
| 0,909 | 158 | 171 | 156 |

### Resultado del valor de pH

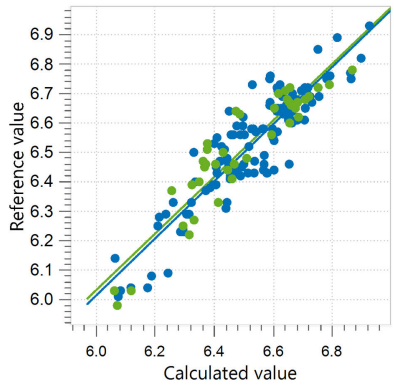



**Figure 7.** Diagrama de correlación y las respectivas figuras de mérito para la predicción del valor de pH en el permeado de suero utilizando un analizador NIR Metrohm. El conjunto de datos de calibración se muestra en azul y el conjunto de datos de validación externa en verde.

| $R^2$ | SEGUNDO | SECV | SEP |
|---|---|---|---|
| 0,862 | 0,07 | 0,08 | 0,08 |

## CONCLUSIÓN

Esta nota de aplicación demuestra la viabilidad de utilizar la espectroscopia NIR para el control de calidad del permeado de suero. La espectroscopia de infrarrojo cercano es una técnica analítica rápida y no destructiva que puede monitorear el proceso de producción de productos lácteos. Además del análisis del permeado de suero, el flujo de producción de proteína de suero también se puede monitorear mediante NIRS.

**Tabla 1**. Descripción general de las normas ISO para los diferentes parámetros utilizados para determinar los valores de referencia de las muestras de permeado de suero.

| Parámetro | Método |
|---|---|
| Lactosa | ISO 22662:2024 Leche y productos lácteos – Determinación del contenido de lactosa mediante cromatografía líquida de alta resolución |
| Proteína | ISO 8968-1:2014 Leche y productos lácteos — Determinación del contenido de nitrógeno según el método Kjeldahl |
| Humedad | ISO 5537:2023 Leche en polvo y productos lácteos en polvo — Determinación del contenido de humedad con pérdida por secado |
| Ceniza | ISO/DIS 9877 Leche y productos lácteos — Determinación del contenido de cenizas por incineración |

## CONTACT

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