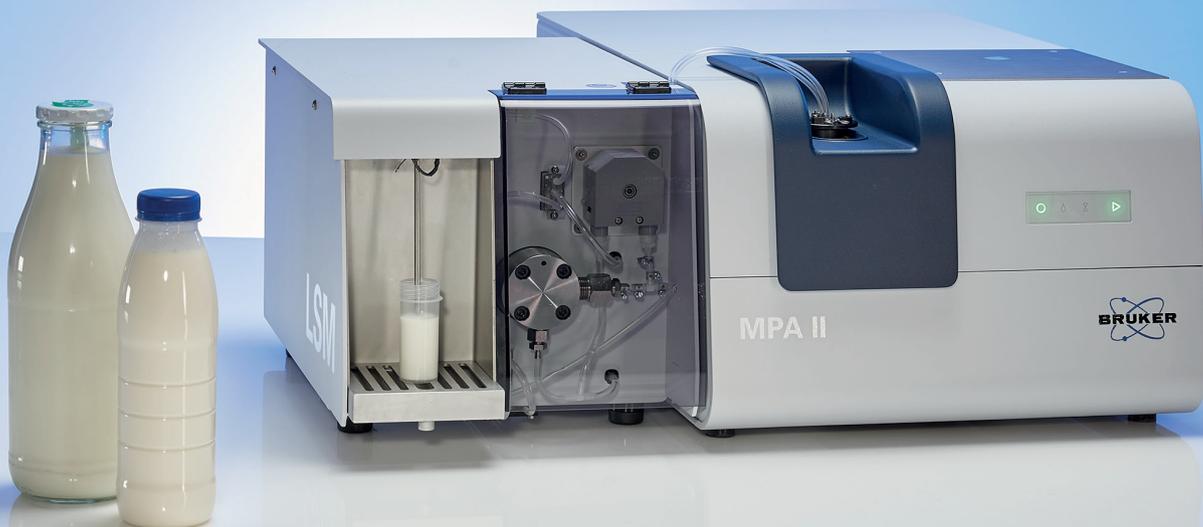




## Leche y productos lácteos

- Analizadores FT-NIR para el control de calidad en laboratorio y producción

# Espectroscopía FT-NIR para el análisis de Leche y Productos Lácteos



Los analizadores FT-NIR de Bruker Optics para el control de calidad en laboratorio y producción son fáciles de usar, fiables y rentables. Como todos están basados en la misma plataforma FT-NIR, el usuario puede elegir el analizador más apropiado sin tener que renunciar en precisión y exactitud, asegurando así la calidad de resultados hoy y en el futuro.

# ● Analizadores FT-NIR para Leche y Productos Lácteos

La gama de productos Bruker Optics para el sector lácteo va desde sistemas de pequeño tamaño con pantalla táctil a analizadores multicanal capaces de medir la gama completa de muestras lácteas, pasando por sistemas de proceso totalmente automatizados. Cualquier tipo de leche o producto lácteo puede ser analizado rápidamente a fin de:

- Mejorar la eficiencia del trabajo en el laboratorio
- Comprobar la identidad y calidad de las materias primas, además de optimizar su uso
- Optimizar la producción estrechando los rangos de tolerancia, prevenir productos fuera de especificaciones y reducir tiempos de espera
- Aumentar la calidad y consistencia del producto final
- Verificar las especificaciones del producto final y agilizar el cumplimiento de las especificaciones

## Analizar cualquier muestra en cualquier momento

Los parámetros típicos medidos por los analizadores FT-NIR de Bruker Optics para la industria láctea incluyen la cuantificación de grasa, proteína, lactosa, humedad, sólidos totales..., confirmación de la identidad/calidad de productos y materias primas y la medida de conformidad de lotes. Cualquier tipo de muestra, ya sea líquida, semisólida o sólida, puede ser analizada en segundos bien en el laboratorio, al lado de la línea de producción o directamente en procesos.

## Sistemas precalibrados para una fácil implementación

Todos los analizadores de Bruker Optics para el sector lácteo se suministran con calibraciones específicas para cada producto para una rápida y exitosa implementación. Se dispone de calibraciones para:

- Leche cruda, desnatada, procesada y condensada
- Suero y concentrado de suero
- Nata y suero de nata
- Proteína de suero y concentrado de lactosa
- Leche en polvo desnatada, entera y suero en polvo
- Quesos (duro, blando, en rodajas, procesado, queso blanco, cuajada, etc ...)
- Mantequilla (con sal, sin sal)
- Yogurt, postres y helados
- Bebidas lácteas

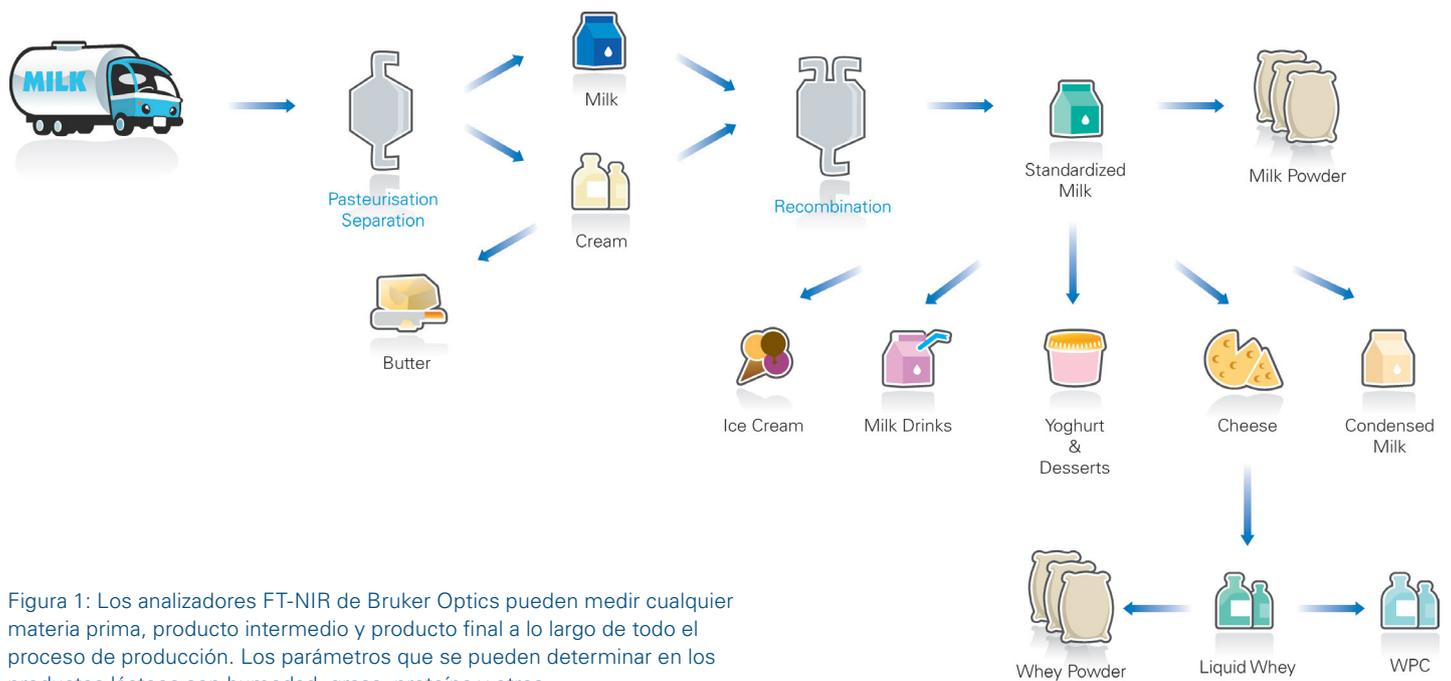


Figura 1: Los analizadores FT-NIR de Bruker Optics pueden medir cualquier materia prima, producto intermedio y producto final a lo largo de todo el proceso de producción. Los parámetros que se pueden determinar en los productos lácteos son humedad, grasa, proteína y otros

# ● Analizadores FT-NIR para Leche y Productos Lácteos

## Mejora tu negocio

El personal del laboratorio y operarios de producción pueden analizar muestras de forma rápida y sencilla, lo que se traduce un aumento muy importante del número de muestras que pueden analizarse cada día, especialmente si comparamos con los métodos analíticos convencionales. Por otra parte, los analizadores de proceso FT-NIR permiten monitorear las muestras de forma continua. De este modo, una analítica más frecuente se traduce en un control más estricto del producto, pudiéndose obtener ahorros de costes directos usando equipos FT-NIR con:

- Estandarización más precisa de la leche
- Control consistente del contenido de grasa en la nata
- Optimización del contenido en sólidos totales en queso, yogur y mantequilla
- Control más estricto de proteína, grasa y sólidos totales en torres de pulverización y contenido de humedad en leche en polvo directamente en secador
- Ajuste en tiempo real del contenido en sólidos totales en queso y requesón

Una inversión en este instrumento también le permitirá establecer protocolos de pruebas para:

- Verificar la identidad y calidad de las vitaminas y premezclas, emulsionantes, almidones, minerales, azúcares, edulcorantes...
- Analizar aceites para parámetros como índice de yodo, ácidos grasos trans y libres, perfil de ácidos grasos y el índice de peróxidos.
- Monitorizar la composición y eficacia de la limpieza y las soluciones desinfectantes.

## Bruker – su socio para el análisis de productos lácteos

La motivación de Bruker durante más de 50 años es la de proporcionar siempre la mejor solución tecnológica para cada tarea analítica. Siendo una de las principales empresas de instrumentación analítica a nivel mundial, los analizadores Bruker cubren un amplio rango de aplicaciones en el campo de la investigación y desarrollo y también son utilizados en el control de producción industrial para garantizar la calidad y fiabilidad de los procesos.

Bruker Optics es líder mundial en la fabricación equipos FT-NIR para una amplia gama de industrias, incluyendo alimentación y fabricación de productos lácteos. Nuestros analizadores ópticos combinan una flexibilidad sin igual y fácil manejo con una tecnología de vanguardia. Sus módulos ópticos controlados mediante software, sus accesorios de muestreo optimizados y sus interfaces de usuario amigables, garantizan obtener excelentes resultados desde el primer día.

## Calidad certificada en toda la cadena de proceso

La más alta calidad y la excelencia en la fabricación son los valores clave que guían nuestro negocio. Un pleno compromiso sobre nuestro robusto sistema de calidad en toda la cadena de proceso nos ayuda a que alcancemos estas metas.

La continua vigilancia y mejora aseguran el cumplimiento total de la normal de calidad internacionalmente aceptada ISO 9001.



# • Aplicaciones

## Leche y productos líquidos

La leche, punto de partida de cualquier producto lácteo, es uno de los productos alimenticios mejor controlados del mundo. La composición de la leche cruda cambia por estación, región e incluso de una vaca a otra, lo que hace que la estandarización sea un paso necesario para mantener una calidad constante de leche durante las etapas del proceso.

La solución analítica óptima para la leche cruda y los productos lácteos líquidos es la combinación del equipo MPA II con el módulo de muestreo para líquidos (LSM), el cual permite un muestreo y limpieza del sistema de modo automático. El LSM es un sistema dual y puede, mediante control de software, cambiarse entre homogeneizador o bomba peristáltica para el tratamiento de muestra y transporte, dependiendo del producto y principalmente de su viscosidad. El concepto dual permite el análisis de leche líquida y productos lácteos de una manera óptima ya sea homogeneizada o no. A diferencia del resto de analizadores de leche FT-IR, todos los tipos de productos lácteos líquidos incluso viscosos podrán ser analizados debido a la gran longitud de su celda de flujo, que es de 1 mm (1,000 micras). En todos los casos, la muestra es precalentada a 40° C antes de medir, usando la celda de flujo de temperatura controlada.

### Leche cruda y otros tipos de leche

La leche cruda es precalentada y homogeneizada antes de medir para asegurar la máxima precisión y repetibilidad. En términos de precisión y repetibilidad, la aproximación con FT-NIR es equivalente a los sistemas de FT-IR tradicionales, y ofrece más versatilidad y aplicaciones. Las precisiones típicas están en el intervalo de 0,03% o mejor para grasa y proteína y las repetibilidades están en la magnitud de 0,001%.

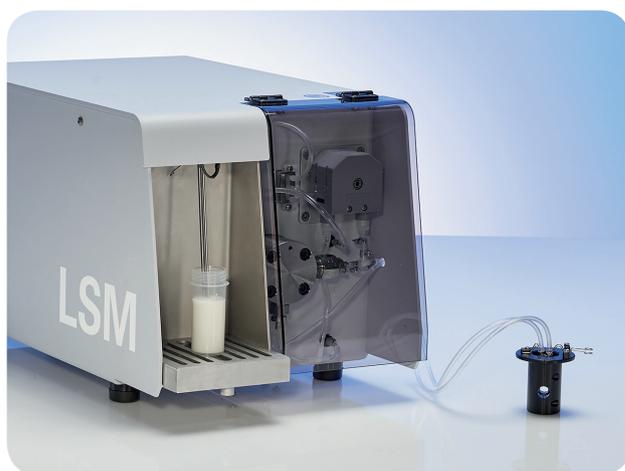


Figura 2: Análisis de leche líquida y productos lácteos líquidos usando el sistema LSM.



El equipo MPA II y LSM se suministra con paquetes de calibración específicos para cualquier tipo de leche, incluyendo calibraciones para leche cruda, leche desnatada, leche estandarizada y leche UHT.

### Productos lácteos líquidos

Además de leche, pueden analizarse fácilmente con el equipo derivados líquidos de leche utilizando la misma configuración, con independencia de la composición del producto. Debido a la gran longitud del paso óptico de la celda (1 mm), se pueden analizar cómodamente muestras muy viscosas, tales como leche condensada y concentrados lácteos. Este tipo de muestras no requieren homogeneización e incluso no es recomendable que sean homogeneizadas antes del análisis.

El MPA II también es ideal para los productos que contienen azúcar como las bebidas de yogurt, batidos e incluso productos que tienen fibra, como la leche de gato.

El LSM está diseñado para analizar de modo ideal este tipo de muestras, permitiendo seleccionar el uso de la bomba peristáltica mediante un simple click de software. Esto permite a los usuarios seleccionar manera ideal de medir cualquier tipo de muestra sin tener que hacer ajustes en el hardware.

Además de los diferentes tipos de leche, los siguientes productos pueden ser analizados por el MPA II directamente y sin preparación previa. Las calibraciones estándar incluyen los siguientes productos:

- Suero y suero concentrado
- Proteína de suero y concentrado de lactosa
- Permeadores lácteos
- Nata y suero de nata
- Leche condensada normal y azucarada
- Batidos
- Helados

# ● Aplicaciones

## Productos sólidos y semi-sólidos

Los productos lácteos sólidos y semisólidos incluyen una gran variedad de tipos de productos como leches en polvo, quesos variados, yogures y otros semisólidos como productos intermedios en la fabricación de postres. Cualquier producto de este tipo podrá ser analizado mediante FT-NIR utilizando el análisis por reflexión. Ya sea en laboratorio o cerca de producción, el MPA II, MATRIX-I o TANGO con esfera integradora permiten una sencilla presentación de muestra y análisis. La muestra se coloca en una cubeta, placa Petri de cuarzo o de Poliestireno y se introduce en el equipo. El análisis por reflexión se realiza sobre la parte inferior y se hace girar la muestra durante la medición a fin de recoger más información de la muestra y equilibrar heterogeneidades.

Para el análisis directamente en proceso, hay a disposición una amplia gama de sondas y accesorios que permiten el análisis FT-NIR on-line e in-line de cualquier producto sólido o semisólido.

## Leche y suero en polvo

El NIR es un método ampliamente establecido para el análisis rápido y simultáneo del contenido en humedad, grasa y proteína para leche en polvo, tanto en laboratorio como en línea de proceso. Los parámetros como cenizas y lactosa también son analizados con alta precisión. Los fabricantes en la industria láctea monitorean estos parámetros para:

- Optimizar el contenido en humedad
- Incrementar la constancia del producto
- Hacer un uso más eficiente de la energía (ejem. Optimización del proceso de secado)
- Reducir la analítica en laboratorio del producto final

En laboratorio, la medida de leche en polvo se realiza por reflexión a través del cristal de cuarzo de la cubeta de medida. La cubeta se rellena con la muestra y después de la medida se limpia cómodamente con aire comprimido o usando una suave brocha. Las calibraciones cubren el rango completo de productos desde suero en polvo, leche en polvo desnatada, entera y nata en polvo.

## Yogurt, postres y helados

Muchas compañías fabrican un amplio catálogo de productos de diferentes sabores y texturas, desde yogures y postres simples a productos con sabor chocolate o frutas.

Con la espectroscopía NIR, los parámetros de calidad como grasa, proteína pueden determinarse de manera rápida al lado de la línea de producción. Solo se necesita una calibración para cada parámetro sin importar qué sabores o ingredientes se han añadido, por ejemplo un yogurt con cereales puede medirse con el mismo modelo que un yogurt sabor fresa o avellana.

Las muestras semisólidas se analizan generalmente con placas Petri de cuarzo. Si la limpieza de las placas es un problema, pueden sustituirse por placas Petri de Poliestireno, que son de usar y tirar.

Los postres líquidos y los helados derretidos que tengan una viscosidad media, pueden analizarse como un líquido usando el módulo LSM, que calienta y transporta la muestra a la celda de medida de líquidos de gran paso óptico.



## Quesos

Todos los equipos FT-NIR de reflexión de Bruker Optics, MPA II, MATRIX-I o TANGO, pueden utilizarse para medir parámetros importantes de calidad en quesos como grasa, proteína y sólidos totales en pocos segundos. Un mismo analizador es capaz de medir con precisión el rango completo de quesos desde duro, blando, en lonchas o de untar. Además, también pueden medirse otros parámetros como sal o pH en todos los tipos de quesos.

El queso rallado se espolvorea mientras que el queso blando se unta sobre la placa de medida. Cada usuario puede seleccionar la manera de muestrear que mejor se adapte a sus necesidades.



## Mantequilla

En la producción de mantequilla, es importante estar lo más cerca posible del valor objetivo en el parámetro de grasa, para maximizar el contenido de humedad pero sin estar fuera de especificaciones. La humedad y la grasa en mantequilla pueden ser fácilmente determinados usando la espectroscopía FT-NIR.

Para esta aplicación los espectrómetros de Bruker modelos MPA II, MATRIX-I y TANGO pueden utilizarse para medidas de este producto por reflexión. Las muestras de mantequilla se depositan en placas Petri de cuarzo o de Poliestireno desechables y se colocan en el equipo para ser medidas. Se utiliza un rotor para maximizar la cantidad de muestra que es escaneada durante la medida.

Puede medirse la humedad tanto en mantequilla con sal como sin sal. Además, puede determinarse el contenido en sal para la mantequilla salada.



# ● Control de proceso

## MATRIX-F: Control de producción on-line e in-line

La espectroscopía FT-NIR es la herramienta perfecta para el control de procesos. Medidas en continuo de los parámetros de calidad más importantes en varios puntos de medida, son enviados automáticamente al sistema de control de proceso, proporcionando una gran cantidad de información relevante. En lugar de conformarse con un simple dato de laboratorio, los operadores de proceso con acceso a resultados más frecuentes son capaces de reducir drásticamente las variaciones permitiendo ajustar el proceso en tiempo real, evitando fabricar productos fuera de especificaciones. Parámetros críticos y valiosos como son los sólidos totales en la producción de queso o la humedad en leche en polvo, pueden ser ajustados más cerca de valor objetivo con una desviación estándar más estrecha.

Durante el arranque o después de un ciclo de limpieza, los resultados del FT-NIR se usan para reducir la variación e incrementar el rendimiento lácteo. En comparación con el muestreo manual, las medidas en línea ayudan a las plantas a controlar los costes e incrementar el rendimiento del proceso, además de minimizar el riesgo de errores en producción.

Bruker Optics ofrece soluciones ideales on-line e in-line para el control de calidad de cualquier tipo de producto lácteo. El MATRIX-F puede usar cualquier tipo de sondas y cabezales de medida:

- Sondas de transmisión para líquidos transparentes y sueros
- Sondas de transfectancia para otros líquidos como leche y líquidos con alto contenido en sólidos.
- Cabezales de medida para análisis por reflexión sin contacto para cualquier producto sólido, por ejemplo leche en polvo o quesos
- Sondas de reflexión para productos sólidos y semisólidos

Hasta seis puntos de medida en el proceso pueden ser controlados secuencialmente con un mismo equipo usando un multiplexor. Cualquier combinación de sondas puede usarse con un mismo analizador, lo cual es una ventaja para aquellos procesos que comienzan con un líquido como materia prima y terminan con un producto sólido o semisólido.



## Mejora tu control de proceso y rendimiento

La producción de leche en polvo es un sector importante del mercado lácteo y la capacidad de las cámaras de secado de hoy en día es enorme. En este contexto la gran oportunidad de negocio es controlar el producto en la cámara de secado usando un analizador FT-NIR de procesos.

Especialmente importante es el análisis del producto en proceso ya que tiene un impacto directo en el rendimiento al analizar no solo humedad sino también otros parámetros clave como proteína, grasa y lactosa.

Normalmente el análisis de humedad se lleva a cabo en el laboratorio de producción y las muestras son analizadas cada pocas horas. Con un equipo FT-NIR de procesos los resultados de humedad son obtenidos cada minuto con una exactitud de 0.15% comparado con el método de referencia Karl-Fischer. Mediante un seguimiento del proceso en continuo, el contenido en humedad puede ser ajustado más cerca del valor objetivo con una mayor seguridad. Aquí los ahorros directos son obtenidos al mejorar el rendimiento y reducir los costes energéticos. Además, el riesgo de obtener producto fuera de especificaciones se minimiza, lo que reduce trastornos de reprocesamiento y retrasos. El retorno de inversión de esta solución es normalmente inferior a 12 meses.

Es factible conectar tanto sondas para sólidos como para líquidos con un mismo equipo, y podemos instalar hasta seis de ellas en un mismo equipo FT-NIR de Bruker Optics.

- Sondas de transflectancia en el tanque de preparación o a la entrada del sistema de secado.
- Sondas cabezales para la leche en polvo a la salida de la cámara de secado del mezclador.

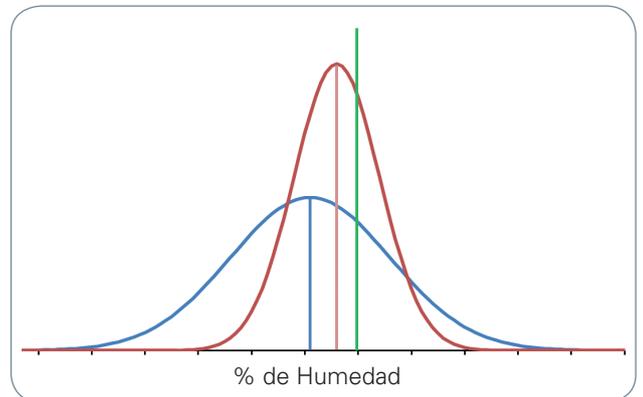


Figura 3: Control de proceso con FT-NIR que muestra un producto más constante al alcanzar una distribución más estrecha del contenido en humedad sobre el valor objetivo, mejorando así el rendimiento al mover la media más cerca del valor objetivo. (azul: con sistemas de control previo, rojo: con Bruker FT-NIR, verde: valor objetivo)

## Puntos de medida con FT-NIR en el Proceso de Producción de Leche en polvo

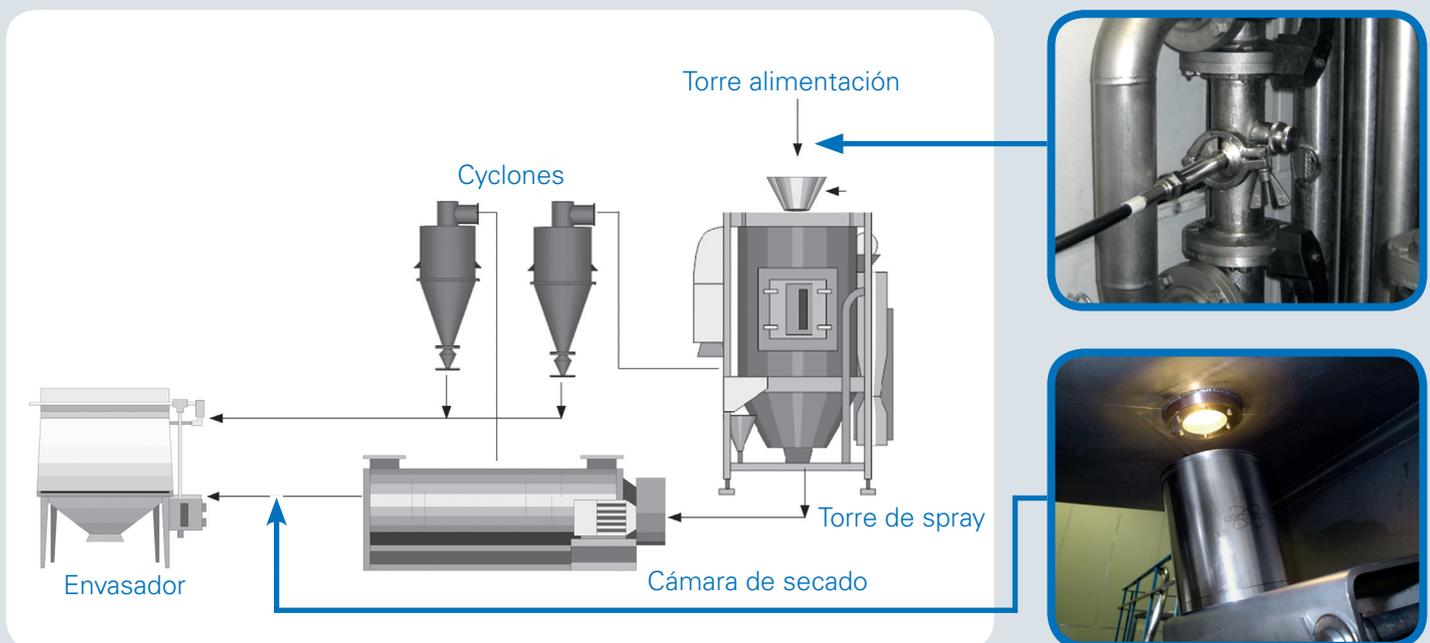


Figura 4: Análisis de proceso en la producción de leche en polvo. Arriba: Control de la alimentación de la de la torre o alternativamente en el tanque de alimentación mediante sondas de transflectancia. Debajo: análisis sin contacto de leche en polvo con sondas tipo cabezales en el mezclador o en la cámara de secado

## • Tecnología

### Tecnología de última generación de fácil manejo

La tecnología de Bruker FT-NIR incorpora óptica de última generación para un comportamiento y estabilidad sin igual. El corazón del instrumento es el interferómetro permanentemente alineado RockSolid de Bruker, con espejos de esquina de cubo, que proporciona resultados constantes de alta calidad y máxima estabilidad.

A diferencia de los espejos planos, los espejos de esquina de cubo son prácticamente inmunes a la inclinación (es decir, al movimiento angular del espejo). Esta es una consideración importante, ya que la luz que vuelve al divisor de haz debe ser recombinada con precisión para evitar pérdidas en estabilidad, resolución, la calidad espectral.

El interferómetro RockSolid incorpora espejos de esquina de cubo doble retroreflexión en una configuración de doble péndulo invertido. La condición de ausencia de desgaste en el interior del interferómetro RockSolid garantiza una excepcional estabilidad y fiabilidad.

Por otra parte, el instrumento mantiene en el tiempo la exactitud en longitud de onda, lo que es una condición indispensable para una transferibilidad perfecta de las calibraciones.

Todos los analizadores están diseñados para un fácil mantenimiento por parte del usuario, lo que permite reducir al mínimo el tiempo de

inactividad y los costes de mantenimiento. Los consumibles, como la lámpara, son módulos pre-alineados que pueden ser fácil y rápidamente cambiados por el usuario.

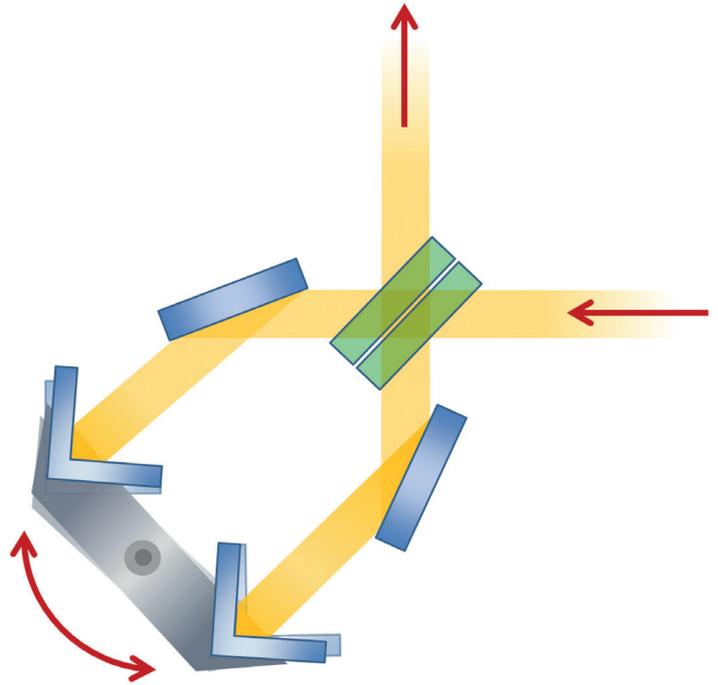


Figura 5: Interferómetro Rock Solid de Bruker con espejos de esquina de cubo.



# • Software

## OPUS - Optics de usuario

OPUS de Bruker Optics es una herramienta fácil de utilizar y un poderoso paquete de software de espectroscopia "todo en uno". Incluye la colección más completa de adquisición de datos, procesamiento y las funciones de evaluación que pueden ser completamente configurados para satisfacer sus necesidades, incluyendo las funciones de administración de usuarios y opciones de acceso.

Para la configuración de métodos hay tres funciones principales para:

- Desarrollo de calibraciones para la cuantificación de componentes y parámetros
- Configuración de librerías para la identificación de materias primas
- Tests de conformidad para control de calidad

## Multievaluación

Usando la función única de OPUS llamada Multievaluación (ME), los usuarios pueden configurar métodos jerárquicos para automatizar evaluaciones diversas y realizar cálculos adicionales. Con ME, a una etapa de identificación puede seguirle una etapa de cuantificación y una prueba de conformidad, o un paso de cuantifi-

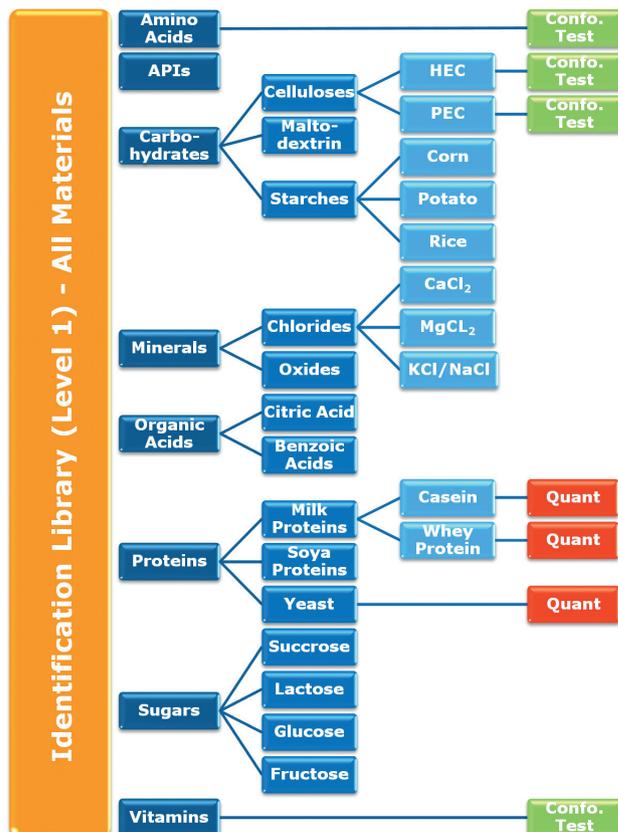


Figura 6: Ejemplo esquemático de un método de Multievaluación con Identificación Jerárquica seguido de Tests de Conformidad o Evaluaciones Quant2.



ción puede ser seguido por una etapa de cuantificación adicional dependiendo de los resultados del primer paso. Los resultados son mostrados en pantalla, los informes personalizables se almacenan y se imprimen.

## En el laboratorio

El paquete OPUS / LAB es una interfaz de software intuitiva y fácil de usar para tareas de análisis en rutina. Puede ser utilizado por los operadores de rutina que son rápidamente entrenados para llevar a cabo los análisis. Los resultados se visualizan en pantalla y se guardan en formato PDF y archivos legibles por sistemas tipo LIMS.

## En el proceso

OPUS/PROCESS es un software que permite fácilmente la configuración de escenarios con múltiples opciones de medida así como secuencias de análisis para un mejor control del proceso. Las instrucciones y resultados obtenidos pueden ser intercambiadas mediante sistemas PCS usando conexiones tipo Profibus DP, Modbus, 4-20mA ó OPC.

## Seguridad de datos

OPUS garantiza la seguridad e integridad de sus datos.

- No hay pérdida de datos o sobre escritura de información
- Totalmente compatible con GMP/GLP, y conforme a 21 CFR Parte 11
- Historial de datos generado automáticamente (pista de auditoría)
- Todos los datos relevantes (parámetros de medición, manipulaciones, resultados de evaluación, informes, etc) se almacenan en un archivo de datos unitario

## Diagnósticos del espectrómetro

Solamente un espectrómetro monitoreado permanentemente puede garantizar la obtención de datos fiables.

OPUS incluye:

- Diagnósticos en línea permanentes
- Visualización del estado del instrument en tiempo real
- Informes de status y tests integrados (OQ, PQ)

## • Servicio y Soporte

Bruker Optics es una compañía de expertos científicos e ingenieros con amplia experiencia en instrumentación y aplicaciones. Nuestros especialistas de producto le asistirán en el desarrollo de metodologías tanto con servicios remotos como en su laboratorio. Los científicos de aplicaciones FT-NIR le asistirán en la selección y utilización de accesorios de muestreo, elección de componentes ópticos, manejo y uso de software. También le ofrecemos la posibilidad de realizar cursos especializados y paquetes de soporte para ajustarnos a sus necesidades.

Los espectrómetros de Bruker Optics están diseñados para proporcionar muchos años de operatividad sin necesidad de reparaciones. No obstante, si algún problema ocurriese, disponemos de una completa red de filiales y distribuidores alrededor del mundo preparadas para responder a sus necesidades. Instalaciones profesionales, soporte en aplicaciones y eficiente servicio técnico post-venta, son estándares que Bruker Optics proporciona a sus clientes.



[www.bruker.com/optics](http://www.bruker.com/optics)

• **Bruker Optics Inc.**

Billerica, MA · USA  
Phone +1 (978) 439-9899  
Fax +1 (978) 663-9177  
[info.bopt.us@bruker.com](mailto:info.bopt.us@bruker.com)

**Bruker Optik GmbH**

Ettlingen · Germany  
Phone +49 (7243) 504-2000  
Fax +49 (7243) 504-2050  
[info.bopt.de@bruker.com](mailto:info.bopt.de@bruker.com)

**Bruker Española S.A.**

Rivas Vaciamadrid · España  
Phone +34 91 655 90 13  
Fax +34 91 656 62 37  
[info.bopt.es@bruker.com](mailto:info.bopt.es@bruker.com)