



Application Note AN-NIR-108

Control de calidad de azúcares en jugo de frutas.

Determinación rápida multiparamétrica de azúcares con NIRS

Los jugos de frutas se producen y consumen por su carácter refrescante, beneficios nutricionales y como una buena fuente de energía instantánea. Dado que los jugos son bebidas dulces, la determinación de los diferentes componentes del azúcar es muy importante en esta industria. En particular, los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa son controlados y monitoreados. Los análisis de laboratorio tradicionales para la determinación de estos azúcares en jugos de frutas implican el uso de cromatografía líquida, así como mediciones polarimétricas y de

índice de refracción. Esta combinación de técnicas requiere una cantidad significativa de tiempo para el análisis completo y requiere diferentes tipos de equipos de laboratorio.

La espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) es una técnica analítica que permite la determinación simultánea de glucosa, fructosa y sacarosa en jugos de frutas en menos de un minuto. Además, no se requieren productos químicos y la preparación de la muestra no es necesaria cuando se utiliza la espectroscopia NIR.

EXPERIENCIA

Se preparó un total de 27 muestras, incluidas soluciones acuosas de glucosa (0–8 g/100 mL), fructosa (0–8 g/100 mL) y sacarosa (0–8 g/100 mL), para crear una predicción modelo para la cuantificación. Todas las muestras se midieron en modo de transmisión en un analizador de líquidos Metrohm NIRS DS2500 (400–2500 nm, **Figura 1**) con soporte para viales de 2 mm. Por comodidad, se utilizaron viales desechables con un paso óptico de 2 mm, lo que hizo innecesaria la limpieza de los recipientes de muestra.

Se midieron muestras de 10 jugos de frutas diferentes con esta configuración. El contenido de glucosa, fructosa y sacarosa se predijo utilizando los modelos de predicción mencionados anteriormente. La cromatografía iónica (CI) se utilizó como método de referencia para medir la concentración de diferentes azúcares en las muestras de jugo. El paquete de software Metrohm Vision Air Complete se utilizó para toda la adquisición de datos y el desarrollo del modelo de predicción.

Tabla 1. Resumen de equipos de hardware y software.

| Equipo | Número de artículo |
|-------------------------------|--------------------|
| Analizador de líquidos DS2500 | 2.929.0010 |
| DS2500 Soporte viales de 2 mm | 6.749.2000 |
| Viales desechables, 2 mm | 6.7402.070 |
| Vision Air 2.0 completo | 6.6072.208 |



Figure 1. Metrohm NIRS DS2500 Liquid Analyzer utilizado para la determinación de varios azúcares en jugos de frutas.

RESULTADO

Los espectros Vis-NIR obtenidos (**Figura 2**) se utilizaron para crear un modelo de predicción para la cuantificación de glucosa, fructosa, sacarosa y azúcares totales. La calidad del modelo de predicción se evaluó mediante diagramas de correlación que muestran una correlación muy alta entre la predicción

Vis-NIR y los valores de referencia. Las respectivas cifras de mérito (FOM) muestran la precisión esperada de una predicción durante el análisis de rutina (**Figuras 3–6**). El error estándar de predicción (SEP) para cada componente medido en este estudio se muestra en **Figura 7**.

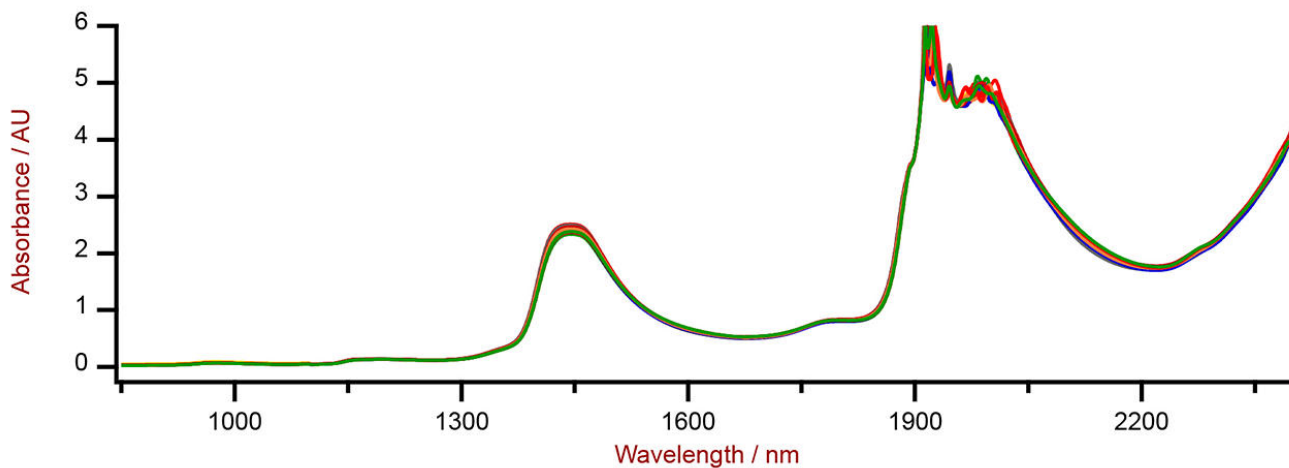


Figure 2. Selección de espectros Vis-NIR de una mezcla acuosa de glucosa, fructosa y sacarosa analizada en un analizador de líquidos DS2500.

RESULTADOS GLUCOSE CONTENT

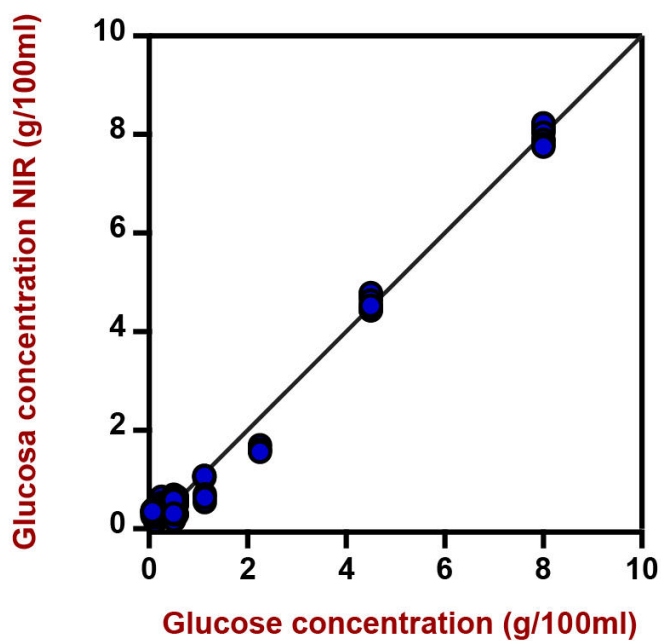


Figure 3. Diagrama de correlación y las respectivas cifras de mérito para la predicción de glucosa en una mezcla acuosa de azúcares usando un Analizador de Líquidos DS2500. El valor de laboratorio se evaluó con IC.

| Figuras de merito | Valor |
|-------------------|--------|
| R^2 | 0,9913 |

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Error estándar de calibración | 0,2586 (g/100 ml) |
| Error estándar de validación cruzada | 0,2633 (g/100 ml) |

RESULTADOS FRUCTOSE CONTENT

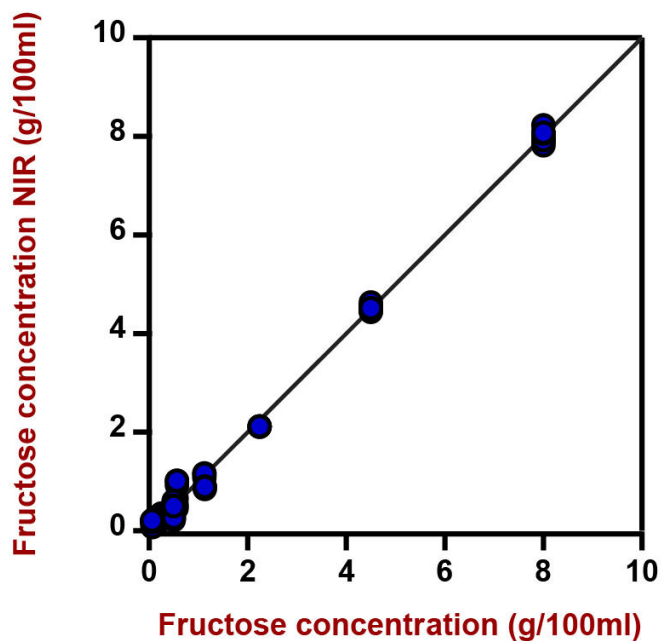


Figure 4. Diagrama de correlación y las respectivas cifras de mérito para la predicción del contenido de fructosa en una mezcla acuosa de azúcares usando un Analizador de Líquidos DS2500. El valor de laboratorio se evaluó con IC.

| Figuras de merito | Valor |
|--------------------------------------|-------------------|
| R^2 | 0,9967 |
| Error estándar de calibración | 0,1682 (g/100 ml) |
| Error estándar de validación cruzada | 0,1876 (g/100 ml) |

RESULTADOS SUCROSE CONTENT

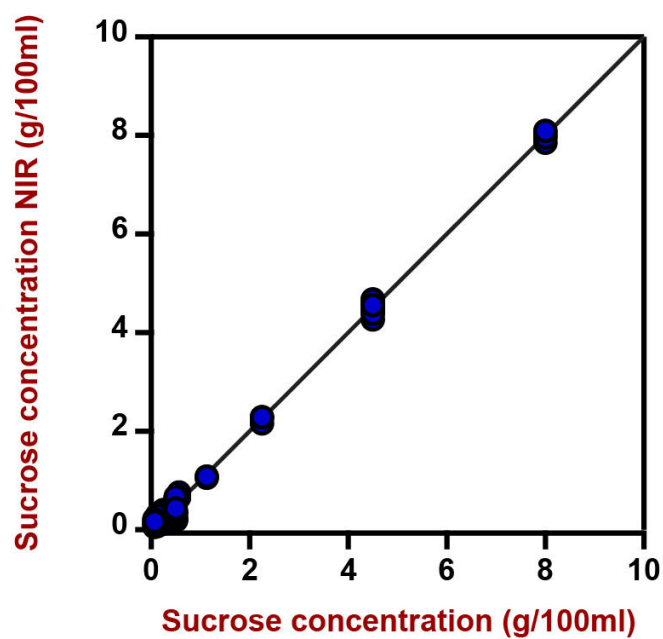


Figure 5. Diagrama de correlación y las respectivas cifras de mérito para la predicción del contenido de sacarosa en una mezcla acuosa de azúcares usando un Analizador de Líquidos DS2500. El valor de laboratorio se evaluó con IC.

| Figuras de merito | Valor |
|--------------------------------------|-------------------|
| R^2 | 0,9902 |
| Error estándar de calibración | 0,2390 (g/100 ml) |
| Error estándar de validación cruzada | 0,2401 (g/100 ml) |

RESULTADOS TOTAL SUGAR CONTENT

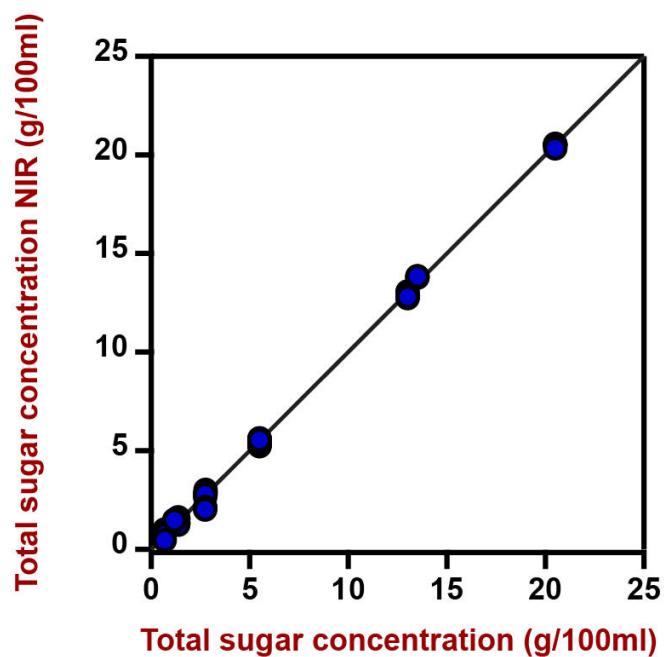


Figure 6. Diagrama de correlación y las respectivas cifras de mérito para la predicción de azúcares totales en una mezcla acuosa de azúcares usando un Analizador de Líquidos DS2500. El valor de laboratorio se evaluó con un refractómetro.

| Figuras de merito | Valor |
|--------------------------------------|-------------------|
| R^2 | 0,9985 |
| Error estándar de calibración | 0,2718 (g/100 ml) |
| Error estándar de validación cruzada | 0,2770 (g/100 ml) |

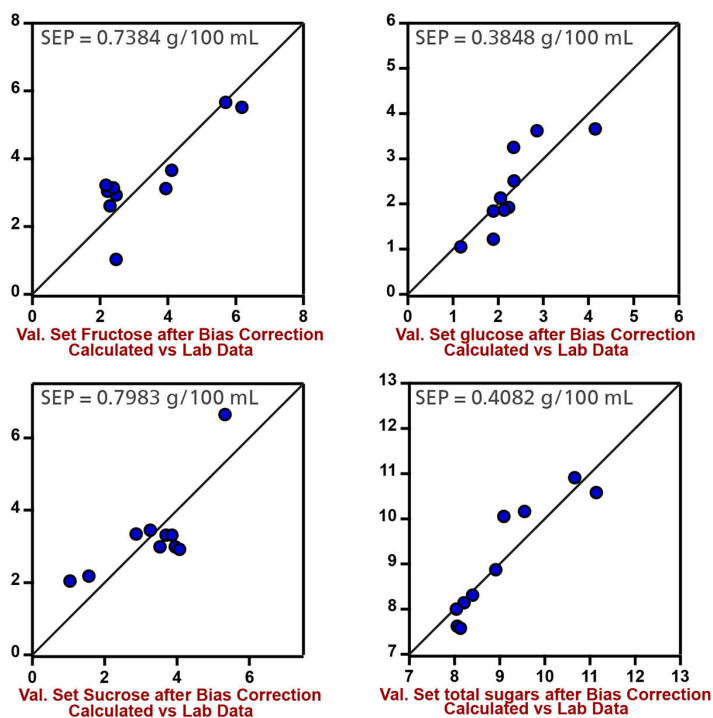


Figure 7. Parcelas de validación de fructosa, glucosa, sacarosa y azúcares totales en jugos de frutas 1 a 10 con SEP (Standard Error of Prediction).

CONCLUSIÓN

Esta nota de aplicación demuestra la viabilidad de determinar glucosa, fructosa, sacarosa y azúcares totales en jugos con espectroscopía de infrarrojo cercano. La espectroscopia Vis-NIR ofrece a los usuarios resultados rápidos y muy precisos sin

necesidad de analistas altamente capacitados, productos químicos o preparación de muestras. Por lo tanto, NIRS representa una alternativa adecuada a otros métodos estándar como la cromatografía líquida (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción general del tiempo de resultado para los diferentes azúcares comúnmente analizados en los jugos.

| Parámetro | Método | Tiempo de resultado |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| glucosa, fructosa, sacarosa | Cromatografía iónica | 5 min (preparación) + 40 min (CI) |
| Brix | Refractómetro | 1 minuto |

Internal reference: AW NIR CH-0071-042023

CONTACT

Metrohm Hispania
Calle Aguacate 15
28044 Madrid

mh@metrohm.es

CONFIGURACIÓN



DS2500 Liquid Analyzer

Sólida espectroscopía del infrarrojo cercano para control de calidad en el laboratorio y en el entorno de producción.

El DS2500 Liquid Analyzer es la solución probada y flexible para los análisis rutinarios de líquidos a lo largo de toda la cadena de producción. Su diseño robusto hace que el DS2500 Liquid Analyzer sea resistente al polvo, la humedad y las vibraciones, lo que hace que sea especialmente adecuado para el uso en entornos de producción adversos.

El DS2500 Liquid Analyzer cubre todo el rango espectral de 400 a 2500 nm, calienta las muestras hasta 80°C y es compatible con diferentes viales desechables y cubetas de cuarzo. El DS2500 Liquid Analyzer puede, por tanto, adaptarse a sus necesidades individuales de muestras y le ayuda a obtener resultados precisos y reproducibles en menos de un minuto. El reconocimiento integrado del portamuestras y el software intuitivo Vision Air garantizan además un funcionamiento fácil y seguro para el usuario.

En el caso de cantidades de muestra más grandes, la productividad se puede aumentar considerablemente utilizando una celda de flujo continuo en combinación con un robot de muestras Metrohm.