



Application Note AN-NIR-104

# Análisis de granos de café verde por espectroscopía de infrarrojo cercano

## Resultados fiables de densidad, actividad del agua y humedad en segundos

Antes de que sean aptos para el consumo, los granos de café crudo (verde) deben tostarse. Para los tostadores, el análisis continuo de los granos de café verde permite mejorar la gestión del almacén. Esta información ayuda a los tostadores a priorizar el orden de los lotes a procesar y a optimizar la configuración de tueste para una mayor consistencia y eficiencia energética. Sin embargo, el tiempo, el esfuerzo y los flujos de trabajo algo complejos que se requieren cuando se utilizan métodos analíticos

tradicionales (p. ej., densímetros, analizadores de actividad del agua) pueden ser un inconveniente.

La espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) es un método analítico multiparámetro rápido adecuado para el análisis de la densidad, la actividad del agua y el contenido de humedad de los granos de café verde. No se requieren productos químicos ni preparación de muestras, lo que hace que NIRS sea fácil de usar en el almacén, cerca del tostador o en un laboratorio de control de calidad.

## EXPERIENCIA

Se analizaron hasta 31 muestras de granos de café verde en un analizador de sólidos DS2500 de Metrohm con el soporte DS2500 y vasos de muestra mini NIRS (**Figura 1**). Los granos de café verde se colocaron en las copas de muestra mini NIRS para el análisis en modo de reflexión difusa. La adquisición de datos y el desarrollo del modelo de predicción se realizaron con el paquete de software Vision Air Complete (**tabla 1**).

Los valores de referencia para la densidad, la actividad del agua y el contenido de humedad se obtuvieron con los métodos primarios respectivos. El análisis de la actividad del agua siguió la pauta de la norma ISO 18787, el contenido de humedad se determinó de acuerdo con la norma ISO 6673 y la densidad se determinó con un conjunto de determinación de densidad para una balanza Precisa.

**Tabla 1.** Resumen de equipos de hardware y software.

Equipo	Número de artículo
Analizador de sólidos DS2500	2.922.0010
Soporte DS2500	6.7430.040
Mini vasos de muestra NIRS	6.7402.030
Vision Air 2.0 completo	6.6072.208

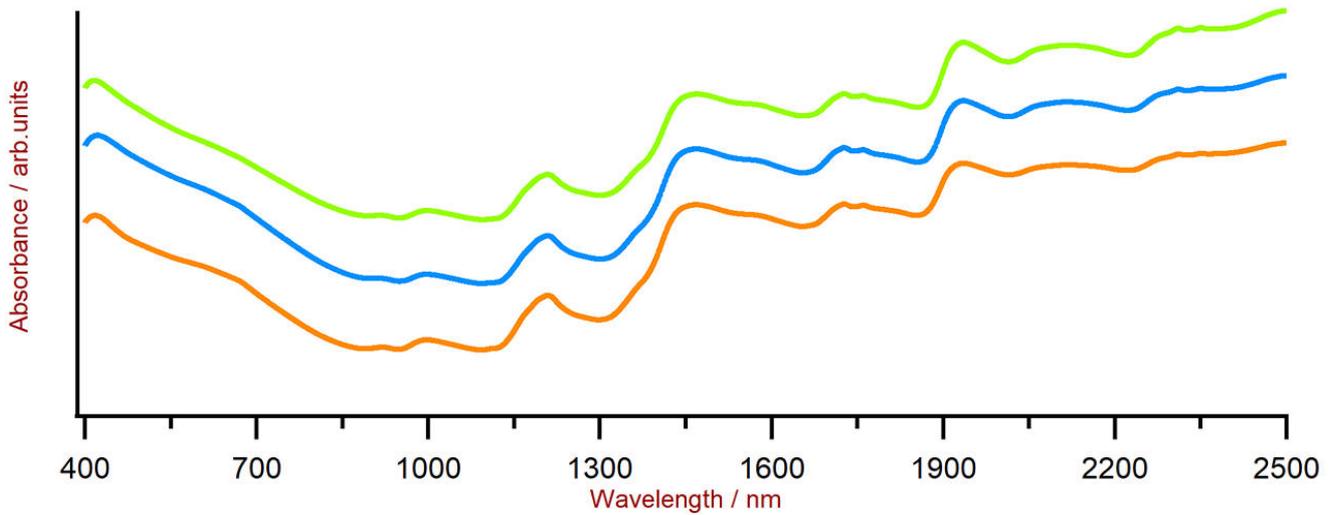


**Figure 1.** Un analizador de sólidos Metrohm DS2500 con granos de café verde en una mini taza de muestra NIRS.

## RESULTADOS

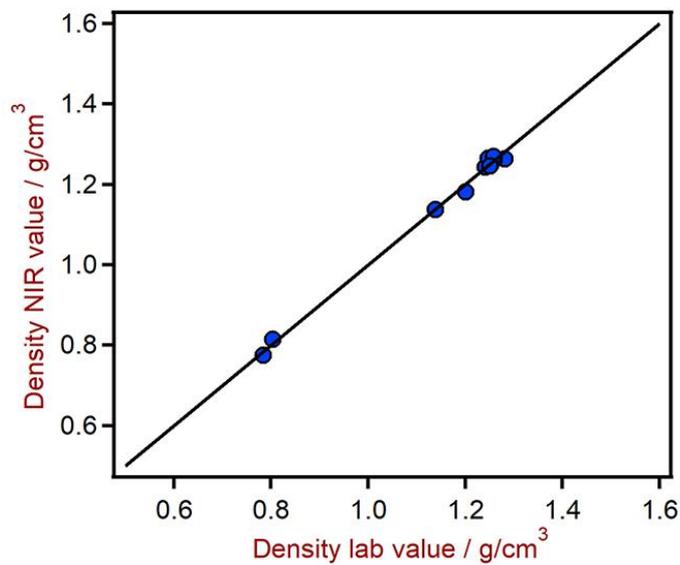
Los espectros Vis-NIR obtenidos (**Figura 2**) se utilizaron para crear modelos de predicción para los diferentes parámetros de referencia. Para verificar la calidad de los modelos de predicción, los conjuntos de datos de actividad del agua y humedad se dividieron en conjuntos de calibración y validación. Se

utilizó un procedimiento de validación de dejar uno fuera para la densidad. Los diagramas de correlación que muestran la relación entre la predicción Vis-NIR y los valores de referencia se muestran en **Figuras 3–5** junto con las respectivas figuras de mérito (FOM).



**Figure 2.** Selección de espectros Vis-NIR de muestras de granos de café verde. Los datos se obtuvieron con un analizador de sólidos DS2500. Se aplicó un desplazamiento de espectros con fines de visualización.

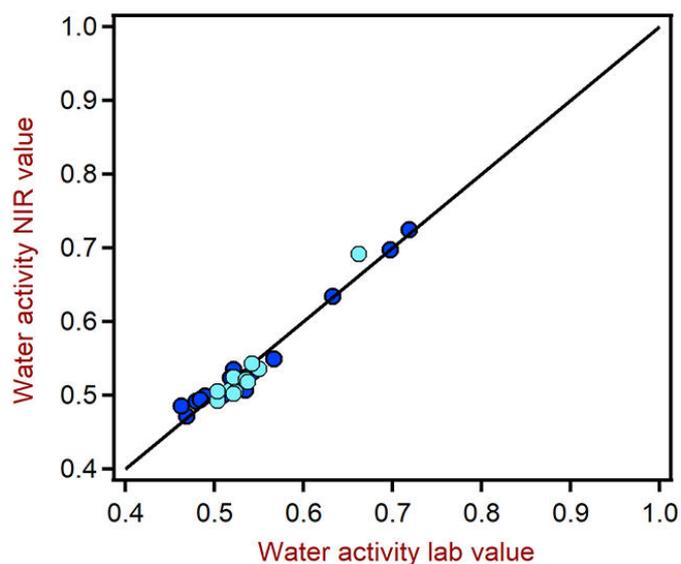
## RESULTADOS DENSITY IN GREEN COFFEE BEANS



Figures of Merit	Value
R <sup>2</sup>	0.99
Standard Error of Calibration	0.015 g/cm <sup>3</sup>
Standard Error of Cross-Validation	0.042 g/cm <sup>3</sup>

**Figure 3.** Diagrama de correlación y los respectivos FOM para la predicción de la densidad de granos de café verde utilizando un Analizador de Sólidos DS2500. Los valores de laboratorio se determinaron utilizando un conjunto de determinación de densidad para una balanza.

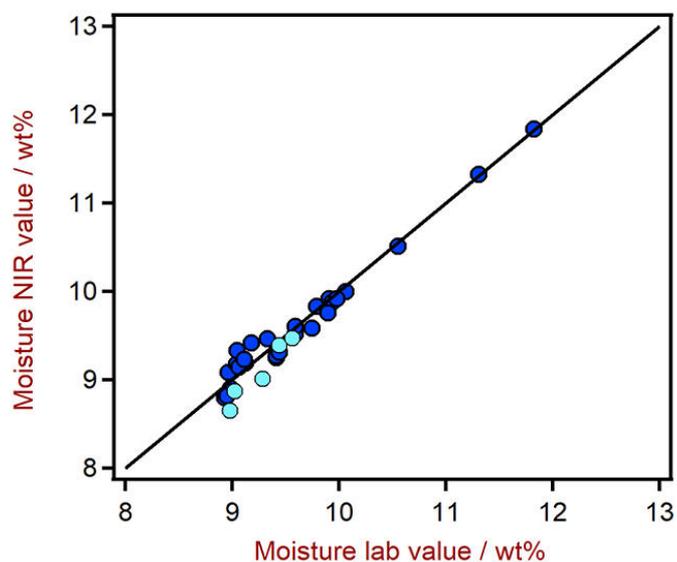
## RESULTADOS WATER ACTIVITY IN GREEN COFFEE BEANS



Figures of Merit	Value
R <sup>2</sup>	0.97
Standard Error of Calibration	0.014
Standard Error of Cross-Validation	0.017
Standard Error of Prediction	0.015

**Figure 4.** Diagrama de correlación y los respectivos FOM para la predicción de actividad de agua en granos de café verde utilizando un Analizador de Sólidos DS2500. Los valores de laboratorio se determinaron de acuerdo con las directrices de la norma ISO 18787.

## RESULTADOS MOISTURE IN GREEN COFFEE BEANS



Figures of Merit	Value
R <sup>2</sup>	0.97
Standard Error of Calibration	0.133
Standard Error of Cross-Validation	0.149
Standard Error of Prediction	0.205

**Figure 5.** Diagrama de correlación y los respectivos FOM para la predicción de humedad en granos de café verde utilizando un Analizador de Sólidos DS2500. Los valores de laboratorio se determinaron de acuerdo con las directrices de la norma ISO 6673.

## CONCLUSIÓN

Esta nota de aplicación muestra la viabilidad de la espectroscopia de infrarrojo cercano para el análisis de la densidad, la actividad del agua y el contenido de humedad en los granos de café verde. Sin utilizar ningún producto químico, estos parámetros de calidad se pueden medir con resultados obtenidos en menos de un minuto. Este método fácil de usar

permite a los tostadores mejorar la gestión del almacén al seleccionar los granos crudos para tostar en función de los indicadores de vida útil. Además, los ajustes de tueste se pueden optimizar para una mejor consistencia del producto y una mayor eficiencia energética.

Internal reference: AW NIR CH-0068-042023

## CONTACT

Metrohm México  
Calle. Xicotécatl 181, Col.  
Del Carmen, Alcaldía  
Coyoacán.  
04100. Ciudad de México  
México

[info@metrohm.mx](mailto:info@metrohm.mx)

## CONFIGURACIÓN



### DS2500 Solid Analyzer

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

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

El DS2500 cubre toda la gama espectral de 400 a 2500 nm y proporciona en menos de un minuto resultados precisos y reproducibles. El DS2500 Analyzer cumple los requisitos de la industria farmacéutica y gracias a su manejo sencillo ayuda al usuario a realizar las tareas rutinarias diarias.

Gracias a los accesorios perfectamente adaptados al aparato se logran los mejores resultados posibles incluso con los tipos de muestra más difíciles, por ejemplo, la materia sólida de grano grueso como los gránulos o las muestras semilíquidas como las cremas. Al medir la materia sólida, se puede aumentar la productividad con el uso de la MultiSample Cup, que permite realizar medidas automatizadas en serie de hasta 9 muestras.