



Application Note AN-NIR-044

# Control de calidad multiparámetro de aceite de palma con espectroscopia NIR

Determinación respetuosa con el medio ambiente del contenido de FFA, índice de yodo, humedad, DOBI y contenido de caroteno

RESUMEN

La determinación de los principales parámetros de calidad del aceite de palma, a saber, los ácidos grasos libres (FFA), el índice de yodo (IV), el contenido de humedad, el índice de deterioro de la blanqueabilidad (DOBI) y el caroteno, requiere el uso de varios métodos analíticos diferentes, que son laboriosos y pueden carecer de precisión. Esta nota de aplicación demuestra que el XDS

RapidLiquid Analyzer que opera en la región espectral visible e infrarroja cercana (Vis-NIR) proporciona una **solución rentable y rápida** para la determinación de estos parámetros de control de calidad en aceite de palma. Con **no se necesita preparación de muestras ni productos químicos**, la espectroscopia Vis-NIR permite el análisis de aceite de palma en **menos de un minuto** y puede ser usado por cualquier persona.

EQUIPO EXPERIMENTAL

Las muestras de aceite de palma (aceite de palma crudo) se midieron en modo de transmisión con un XDS RapidLiquid Analyzer en todo el rango de longitud de onda (400–2500 nm). La adquisición del espectro reproducible se logró mediante el control de temperatura integrado (a 60 °C) del XDS RapidLiquid Analyzer. Por conveniencia, se utilizaron viales desechables con una longitud de paso de 8 mm, lo que hizo innecesaria la limpieza de los recipientes de muestra. El paquete de software Metrohm Vision Air Complete se utilizó para toda la adquisición de datos y el desarrollo del modelo de predicción.



Figure 1. XDS RapidLiquid Analyzer y una muestra de aceite de palma presente en un vial desechable de 8 mm.

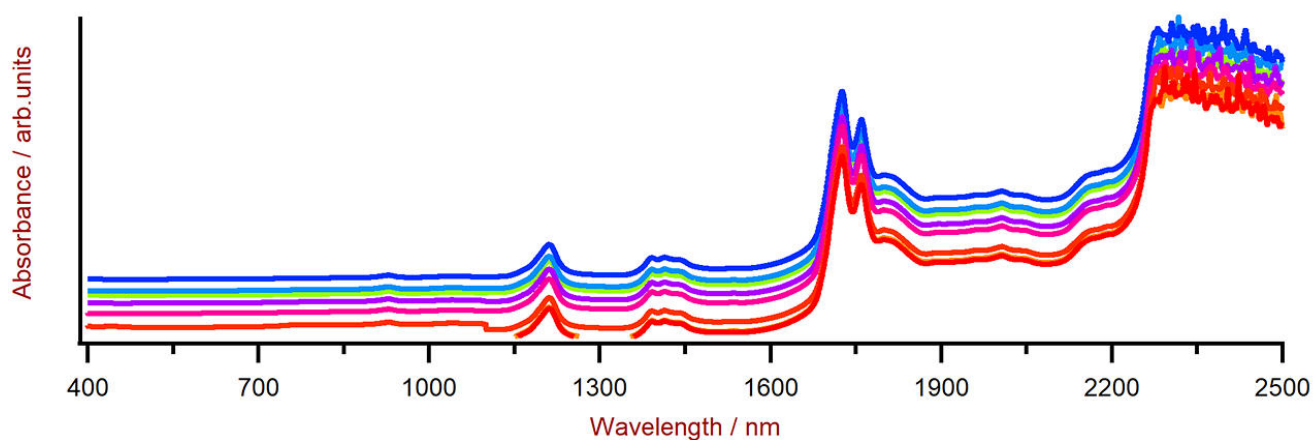
Tabla 1. Descripción general del equipo de hardware y software

Equipo	Número de metrohmios
Analizador de líquidos XDS Rapid	2.921.1410
Viales desechables, 8 mm de diámetro, transmisión	6.7402.000
Vision Air 2.0 completo	6.6072.208

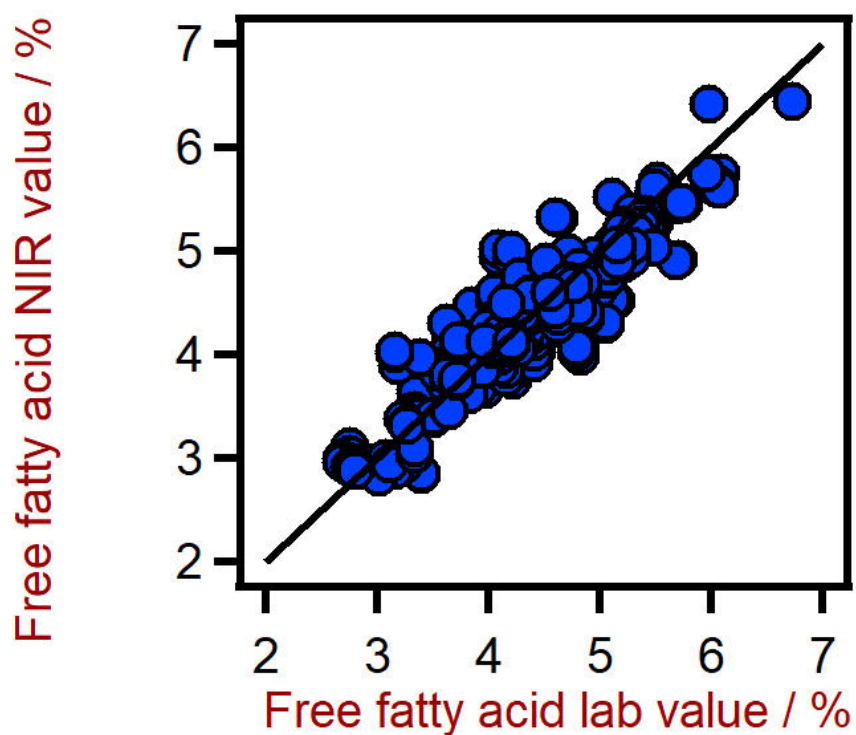
Los espectros Vis-NIR obtenidos (**Figura 2**) se utilizaron para crear modelos de predicción para la cuantificación de los parámetros clave individuales. La calidad de los modelos de predicción se evaluó mediante diagramas de correlación, que muestran la

correlación entre la predicción Vis-NIR y los valores del método principal. Las respectivas cifras de mérito (FOM) muestran la precisión esperada de una predicción durante el análisis de rutina.

## RESULTADOS



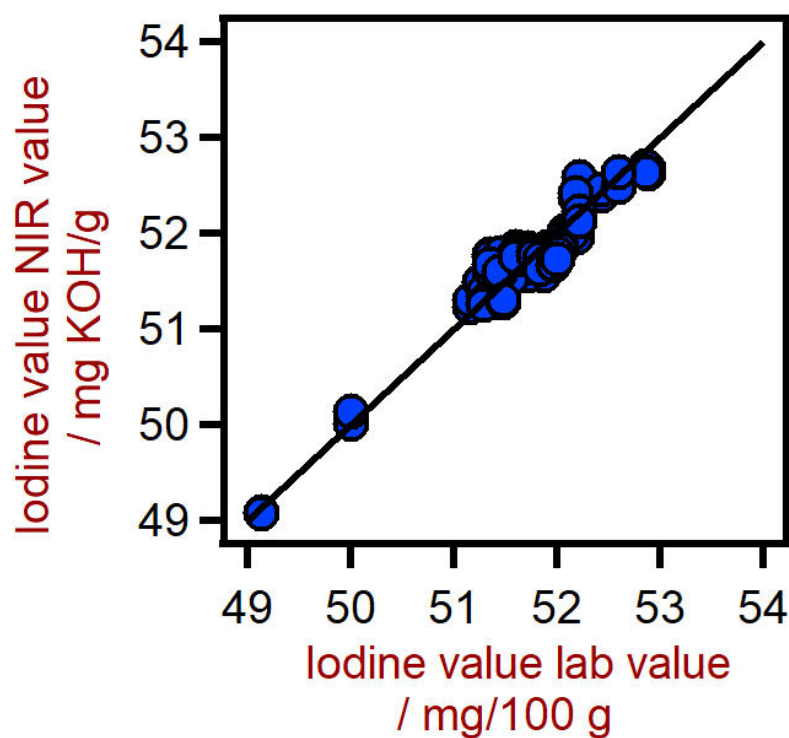
**Figure 2.** Selección de espectros Vis-NIR de aceite de palma obtenidos con un XDS RapidLiquid Analyzer y viales desechables de 8 mm. Por razones de visualización, se aplicó una compensación de espectros.



**Figure 3.** Diagrama de correlación para la predicción del resultado de ácidos grasos libres en aceite de palma utilizando un XDS RapidLiquid Analyzer. El valor de laboratorio de ácidos grasos libres se evaluó mediante titulación.

**Tabla 2.** Cifras de mérito para la predicción de ácidos grasos libres en aceite de palma usando un XDS RapidLiquid Analyzer.

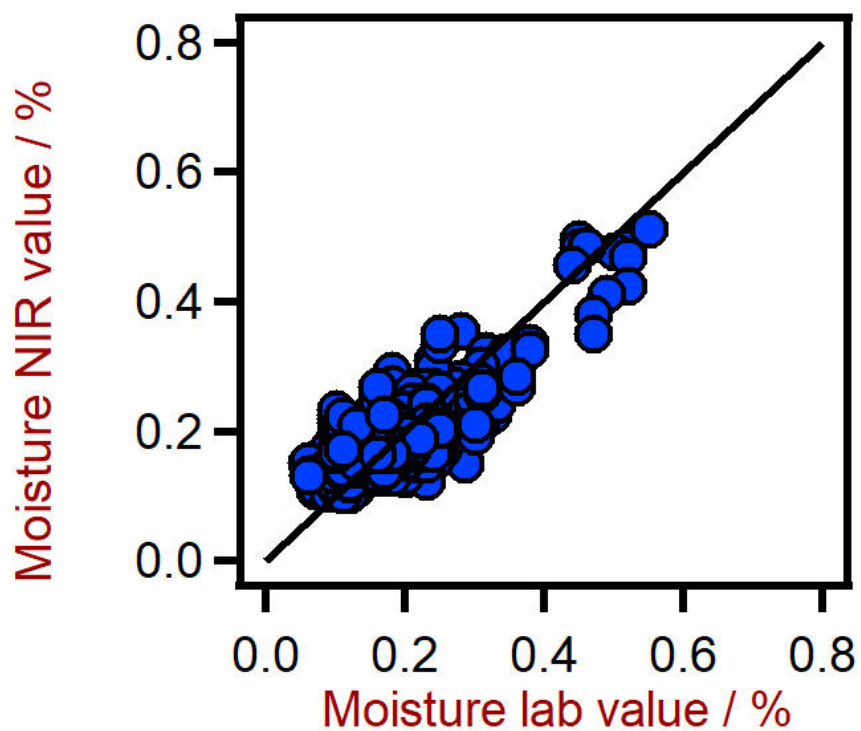
Figuras de merito	Valor
$R^2$	0,835
Error estándar de calibración	0,266%
Error estándar de validación cruzada	0,270%



**Figure 4.** Diagrama de correlación para la predicción del índice de yodo (IV) en aceite de palma usando un XDS RapidLiquid Analyzer. El valor de laboratorio de yodo se evaluó mediante titulación.

**Tabla 3.** Cifras de mérito para la predicción del índice de yodo en aceite de palma usando un XDS RapidLiquid Analyzer.

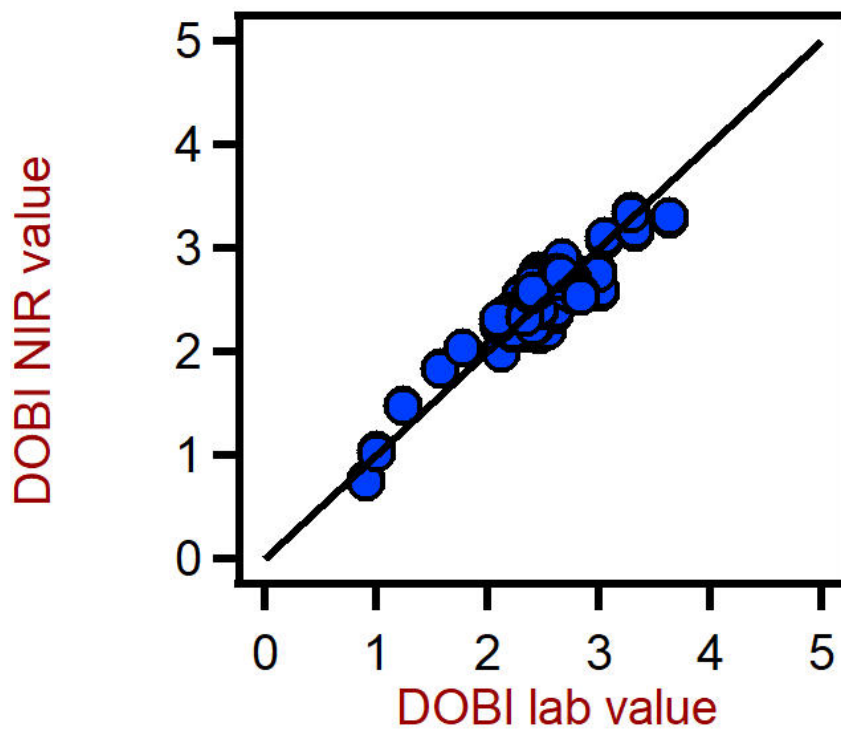
Figuras de merito	Valor
$R^2$	0,911
Error estándar de calibración	0,184 mg/100 g
Error estándar de validación cruzada	0,201 mg/100 g



**Figure 5.** Diagrama de correlación para la predicción del contenido de humedad en aceite de palma utilizando un XDS RapidLiquid Analyzer. El valor de laboratorio de humedad se evaluó usando la titulación de Karl Fischer (KF).

**Tabla 4.** Cifras de mérito para la predicción del contenido de humedad en aceite de palma usando un XDS RapidLiquid Analyzer.

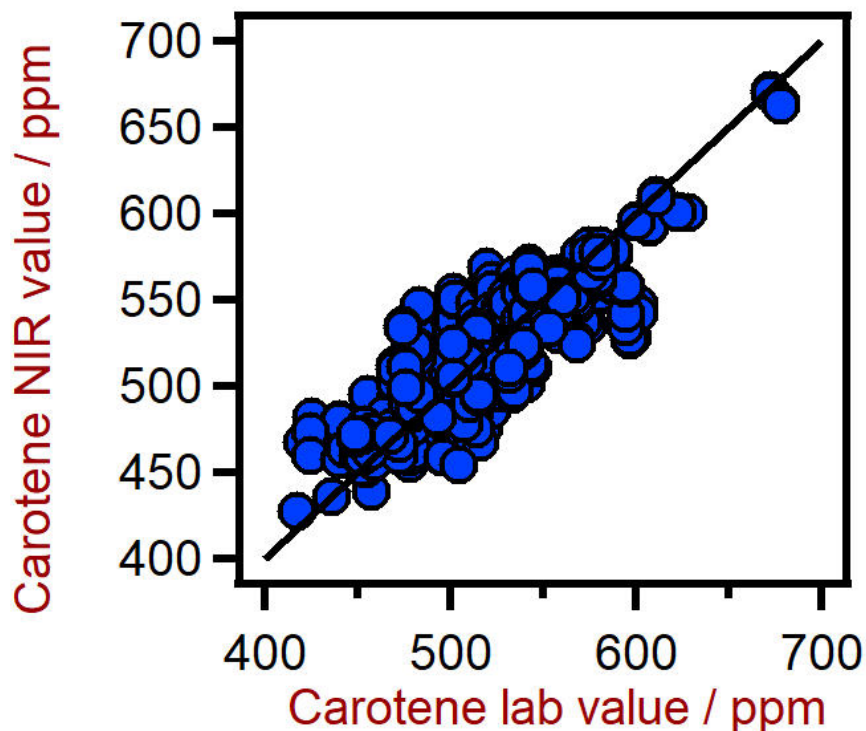
Figuras de merito	Valor
$R^2$	0,638
Error estándar de calibración	0,046%
Error estándar de validación cruzada	0,047%



**Figure 6.** Diagrama de correlación para la predicción del deterioro del índice de blanqueabilidad (DOBI) en aceite de palma utilizando un XDS RapidLiquid Analyzer. El valor de laboratorio DOBI se evaluó mediante fotometría.

**Tabla 5.** Cifras de mérito para la predicción del deterioro del índice de blanqueabilidad (DOBI) en aceite de palma usando un XDS RapidLiquid Analyzer.

Figuras de merito	Valor
$R^2$	0,842
Error estándar de calibración	0,17
Error estándar de validación cruzada	0,19



**Figure 7.** Diagrama de correlación para la predicción del contenido de caroteno en aceite de palma utilizando un XDS RapidLiquid Analyzer. El valor de laboratorio de caroteno se evaluó mediante fotometría.

**Tabla 6.** Cifras de mérito para la predicción del contenido de caroteno en aceite de palma usando un XDS RapidLiquid Analyzer.

Figuras de merito	Valor
$R^2$	0,677
Error estándar de calibración	22,9 ppm
Error estándar de validación cruzada	23,4 ppm

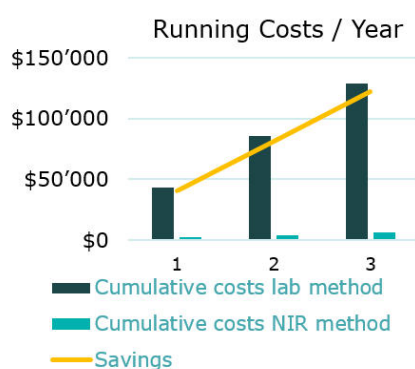
## CONCLUSIÓN

Esta nota de aplicación demuestra la viabilidad de la espectroscopia NIR para el análisis del contenido de FFA, índice de yodo, contenido de humedad, DOBI y contenido de caroteno en aceite de palma. En

comparación con los métodos químicos húmedos, los costos de funcionamiento son **significativamente más bajos** cuando se utiliza la espectroscopia NIR (Tabla 7 y Figura 8).

**Tabla 7.** Comparación de costes de funcionamiento para la determinación del índice de hidroxilo con valoración y espectroscopia NIR.

	método de laboratorio	método NIR
Número de análisis por día	10	10
Costo del operador por hora	\$25	\$25
Costos de consumibles y químicos (FFA, IV, humedad, DOBI, caroteno)	\$9	\$1
Tiempo empleado por análisis (FFA, IV, humedad, DOBI, caroteno)	22 minutos	1 minuto
Costos totales de funcionamiento por ano	\$42900	\$2063



**Figure 8.** Comparación de los costos acumulados durante tres años para la determinación de parámetros clave de calidad en aceite de palma con titulación/fotometría y espectroscopia NIR.

## CONTACT

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

info@metrohm.mx

## EQUIPO EXPERIMENTAL



### NIRS XDS RapidLiquid Analyzer

**Análisis rápidos y precisos de líquidos y suspensiones de toda clase.**

El NIRS XDS RapidLiquid Analyzer permite análisis rápidos y precisos de sustancias y fórmulas líquidas. Los resultados de medida precisos se obtienen pulsando un botón, lo que hace que el NIRS XDS RapidLiquid Analyzer se convierta también en una solución tan sencilla como fiable para el control de calidad en el laboratorio y el proceso. Las muestras se presentan en cubetas de cuarzo reutilizables o viales de vidrio desechables; una cámara de muestras con temperatura regulada proporciona unas condiciones de análisis reproducibles y por consiguiente unos resultados de medición exactos.



Vision Air 2.0 Complete

**Vision Air - Software de espectroscopía universal.**

Vision Air Complete es una solución de software moderna y fácil de usar para su empleo en entornos regulados.

Las ventajas de Vision Air son las siguientes:

- Aplicaciones de software individuales con interfaces de usuario personalizadas para garantizar un manejo intuitivo y fácil
- Fácil creación y mantenimiento de procedimientos operativos
- Base de datos SQL para una gestión de datos segura y sencilla

La versión Vision Air Complete (66072208) incluye todas las aplicaciones para el aseguramiento de la calidad mediante la espectroscopía Vis-NIR:

- Aplicación para la gestión de datos y aparatos
- Aplicación para el desarrollo de métodos
- Aplicación para análisis rutinarios

Más soluciones Vision Air Complete:

- 66072207 (Vision Air Network Complete)
- 66072209 (Vision Air Pharma Complete)
- 66072210 (Vision Air Pharma Network Complete)