

Espectroscopia de UV-Vis para la evaluación de la calidad del pimentón según el método ASTA 20.1

Desde la preparación de muestras hasta el análisis con el UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell



Autor

Yasurika Heenatigala
Agilent Technologies, Inc.

Resumen

El color intenso del pimentón es un indicador clave de su calidad y valor comercial. Evaluar su color mediante espectroscopia de UV-Vis es esencial para garantizar su autenticidad, la satisfacción de los consumidores y la conformidad con la normativa. Esta nota de aplicación muestra la eficacia del [espectrofotómetro de UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell](#) con el [software Agilent Cary UV Workstation](#) para una evaluación de la calidad rápida, fiable y estandarizada. Este estudio sigue el método ASTA 20.1 para determinar el color extraíble en los pimientos y sus oleorresinas.

Introducción

El pimentón es una especia muy utilizada, apreciada por su intenso color rojo y su sabor característico, lo que contribuye a su importancia tanto en aplicaciones culinarias como comerciales. Como producto muy demandado que se obtiene a partir de vainas de pimientos secos, el pimentón está sujeto a variaciones de calidad y adulteración, lo que puede comprometer la autenticidad del producto, la confianza de los consumidores y la conformidad con la normativa.

La espectroscopia UV-Visible (UV-Vis) es una técnica analítica rápida y reproducible para evaluar la calidad del pimentón mediante la cuantificación de la concentración de pigmentos. En el pimentón, la intensidad del color proviene principalmente de los compuestos carotenoides y se evalúa habitualmente mediante el método ASTA 20.1¹ – una norma industrial bien establecida que clasifica comercialmente las muestras de pimentón según un valor numérico de color ASTA.

En esta nota de aplicación utilizamos un espectrofotómetro de UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell y el software Agilent Cary UV Workstation para determinar el valor de color ASTA de dos muestras comerciales de pimentón. Los análisis se realizaron de acuerdo con el método ASTA 20.1 para la determinación del color extraíble en pimientos y sus oleorresinas.

Experimento

Preparación de muestras

Patrón de referencia: El método ASTA 20.1 requiere que se genere un factor de corrección del instrumento (If) para estandarizar los análisis de las muestras de pimentón y garantizar la reproducibilidad de los análisis. Para lograrlo, se utilizó un material de referencia certificado (CRM) trazable al NIST (Starna CRM 18294: filtro de metal sobre cuarzo al 30 %, con una absorbancia especificada por el NIST en el intervalo de 0,4 a 0,6 a 465 nm) según la norma ASTA 20.1.

Control de disolvente: Acetona, grado ACS (Sigma-Aldrich, número de referencia 179124, 2,5 l, número de CAS 67-64-1). Se transfirió una muestra de 3 ml de acetona de grado ACS a una cubeta de cuarzo estándar de 10 mm y se utilizó como blanco de la muestra.

Extracto de muestras de pimentón: Se pesaron aproximadamente 90 mg de la muestra de ensayo (adquirida localmente) con una precisión de 0,1 mg, en una navetilla de pesada limpia, seca y tarada (muestra 1: 92,5 mg, muestra 2: 90,5 mg). Cada porción de análisis se transfirió a un matraz aforado de 100 ml y se enrasó con acetona. Las soluciones se taparon, se mezclaron y se dejaron reposar durante 16 horas a temperatura ambiente, alejadas de la luz. Tras este periodo, los matraces se homogeneizaron y se dejaron reposar durante el tiempo suficiente para que las partículas se sedimentaran. Se transfirió una muestra de 3 ml de cada solución a una cubeta de cuarzo estándar de 10 mm y se designó como extractos de las muestras de pimentón.

Instrumentos

Una vez preparadas las muestras y los blancos, se configuraron los parámetros utilizando el UV-Vis Cary 3500 Multicell y el software Cary UV Workstation (Figura 1). El patrón de referencia se analizó aplicando los parámetros enumerados en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de adquisición de datos de UV-Vis para Starna CRM 18294 utilizando un espectrofotómetro de UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell para calcular el factor de corrección del instrumento (If).

Ajuste	Parámetro
Intervalo de longitud de onda	De 350 a 800 nm
Longitudes de onda del análisis	465 nm
Tiempo promedio de la señal	0,1 s
Intervalo de datos	1 nm
Ancho de banda espectral	2 nm

A continuación, las muestras se analizaron aplicando los parámetros indicados en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de adquisición de datos de UV-Vis para el análisis del pimentón utilizando un espectrofotómetro de UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell.

Ajuste	Parámetro
Intervalo de longitud de onda	De 350 a 800 nm
Longitudes de onda del análisis	460 nm
Tiempo promedio de la señal	0,1 s
Intervalo de datos	1 nm
Ancho de banda espectral	2 nm

Ambos parámetros del método se configuraron utilizando un nuevo lote en la aplicación de barrido.



Figura 1. Espectrofotómetro de UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell y software Agilent Cary UV Workstation. El módulo de múltiples celdas proporciona ocho canales de análisis fijos.

Resultados y comentarios

Factor de corrección del instrumento (If)

El método ASTA 20.1 proporciona cálculos para determinar el If, lo que permite estandarizar los análisis de las muestras de pimentón y garantizar la reproducibilidad de los análisis. El factor se calcula como la relación entre la absorbancia declarada por el NIST para el CRM (0,4934 Abs) y la absorbancia observada en el laboratorio.

Para calcular el If, se utilizó la función de «análisis del final de la secuencia» del software Cary UV Workstation. Esta herramienta ayuda a los usuarios a producir y analizar cuantitativamente los resultados en la aplicación, simplificando el flujo de trabajo. De acuerdo con la norma ASTA 20.1, se introdujeron dos cálculos en el análisis del final de la secuencia en la página de configuración de secuencias.

- Se utilizó el análisis 1 (ValueAt(465)) para determinar la absorbancia a 465 nm
- Se utilizó el análisis 2 (0,4934/ValueAt(465)) para calcular el If

Se realizaron diez análisis independientes para establecer la desviación estándar relativa (DER), que fue de $1,9366 \times 10^{-2} \%$, lo que indica una variabilidad significativamente baja entre los análisis (Tabla 3). La norma ASTA 20.1 exige una DER (10 análisis) $<1,0 \%$ para confirmar la estabilidad del instrumento.

Tabla 3. Desviación estándar relativa de los 10 análisis independientes del material de referencia certificado (CRM).

Análisis estándar de referencia	Abs declarada por el NIST a 465 nm	Abs observada en laboratorio a 465 nm	Factor de corrección del instrumento (If)
Análisis 1	0,4934	0,4916	1,0036
Análisis 2	0,4934	0,4915	1,0038
Análisis 3	0,4934	0,4915	1,0038
Análisis 4	0,4934	0,4917	1,0035
Análisis 5	0,4934	0,4918	1,0032
Análisis 6	0,4934	0,4916	1,0037
Análisis 7	0,4934	0,4916	1,0037
Análisis 8	0,4934	0,4917	1,0035
Análisis 9	0,4934	0,4917	1,0035
Análisis 10	0,4934	0,4917	1,0034
Promedio	0,4934	0,4916	1,0036
Desviación estándar	No disponible	0,000095	0,00019
Desviación estándar relativa (DER), %	No disponible	0,019	0,019

Los resultados de los análisis 1 y 2 se registraron automáticamente en un informe de barrido (que se analiza más adelante en esta nota de aplicación). Esto facilitó la accesibilidad de los resultados para el análisis posterior del pimentón. El factor del instrumento podría utilizarse fácilmente en los cálculos para corregir el valor de color ASTA de una muestra de pimentón.

Análisis de muestras de pimentón

El método ASTA 20.1 mide la intensidad del color del pimentón extrayendo los pigmentos con acetona y registrando la absorbancia a 460 nm. A continuación, la lectura de la absorbancia, junto con el peso de la muestra, se utiliza para calcular el valor de color ASTA. El valor ASTA es un parámetro de calidad crucial para el pimentón y otras especias, ya que indica la intensidad y la viveza del color rojo, una característica clave para los consumidores y los fabricantes de alimentos.

En este estudio, las dos muestras de pimentón extraídas se analizaron tres veces cada una para obtener resultados por triplicado (Tabla 4). La muestra 1 tenía un valor de color ASTA corregido de aproximadamente 103, y la muestra 2 tenía un valor de color ASTA corregido de aproximadamente 61, lo que indica una menor intensidad del color. El valor de color ASTA corregido se generó automáticamente en una tabla de valores fácil de leer y se exportó automáticamente un informe de barrido a una ubicación definida por el usuario.

Tabla 4. Resultados de ambas muestras de pimentón.

Análisis	Muestra 1		Muestra 2	
	Abs (460 nm)	Valor de color ASTA corregido	Abs (460 nm)	Valor de color ASTA corregido
Análisis 1	0,5771	102,6879	0,3349	60,9013
Análisis 2	0,5771	102,7045	0,3348	60,8997
Análisis 3	0,5768	102,6479	0,3343	60,8135
Promedio	0,5770	102,6801	0,3347	60,8715
		103		61

Para realizar este análisis de forma fácil y rápida, se utilizó la herramienta de análisis del final de la secuencia (Figuras 2 y 3) para realizar los cálculos automáticamente después de los análisis de las muestras, de la siguiente manera:

- Determinación de la absorbancia a 460 nm (análisis 1)
- Cálculo del valor de color ASTA utilizando la absorbancia a 460 nm y el peso de la muestra problema (análisis 2)
- Cálculo del valor de color ASTA corregido utilizando el valor de color ASTA y el If promedio calculado previamente (análisis 3)

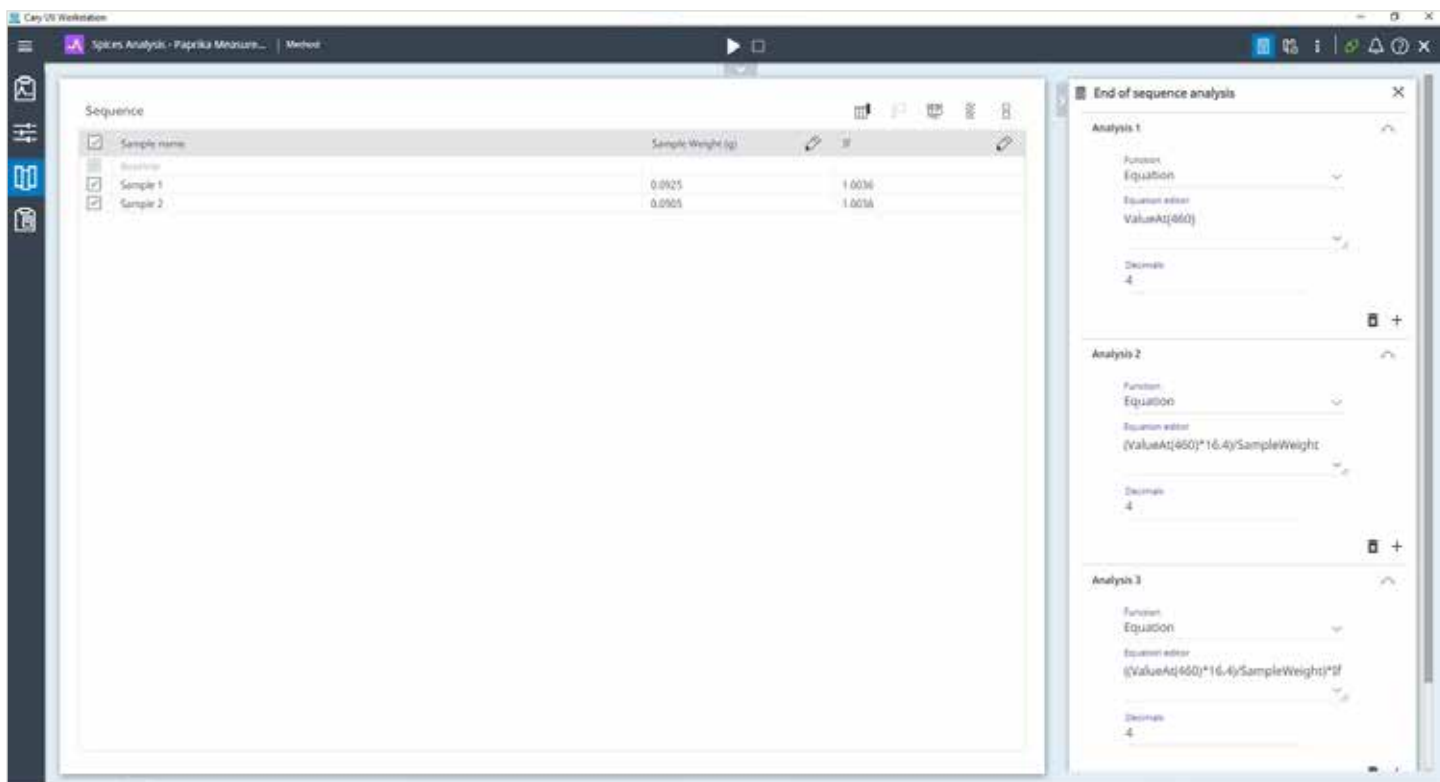


Figura 2. La página de secuencia para el análisis de muestras de pimentón, en la que se muestran parámetros como el peso de la muestra y el factor de corrección del instrumento (If), que pueden utilizarse directamente en los análisis del final de la secuencia para facilitar los cálculos.

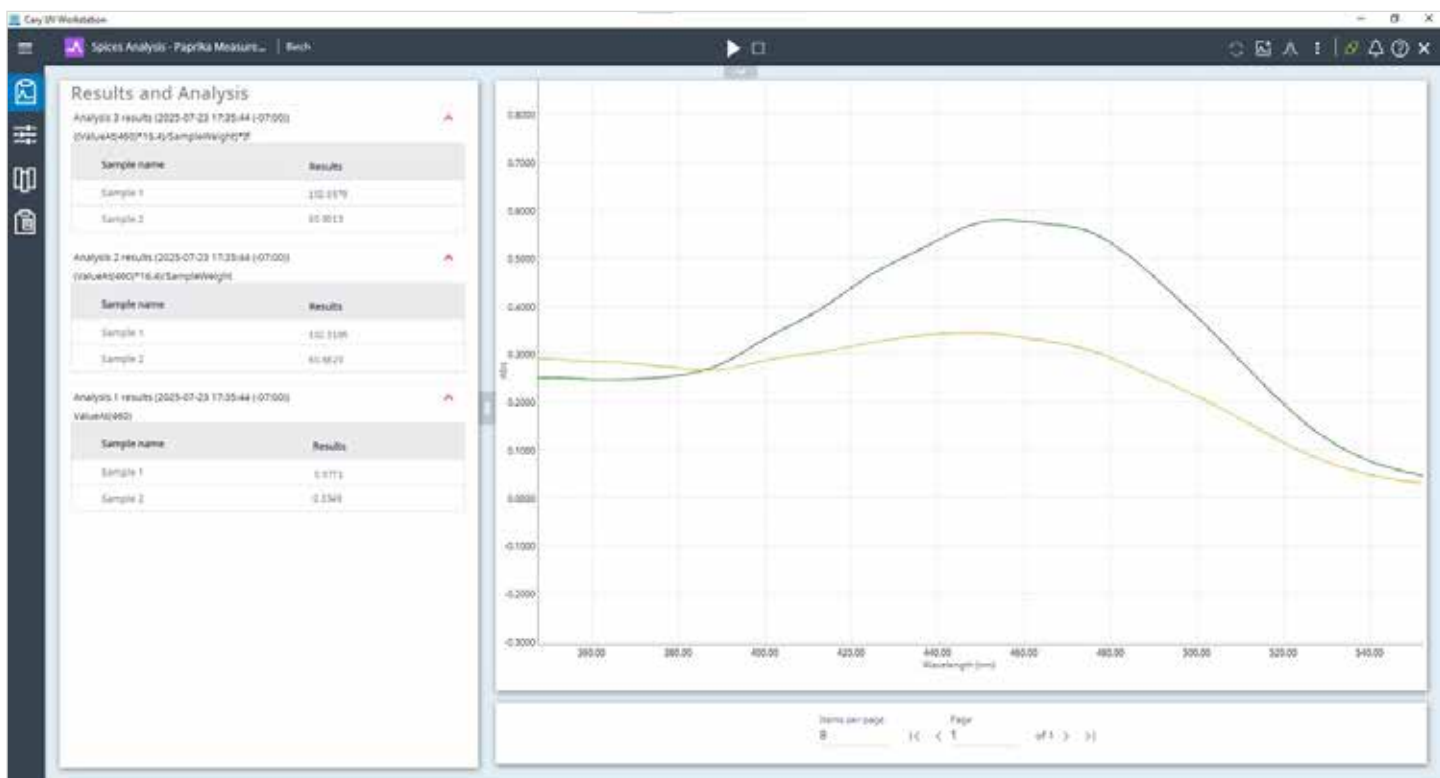


Figura 3. Resultados de los análisis. El software Agilent Cary UV Workstation realiza análisis cualitativos (gráficos de absorbancia) y cuantitativos (tablas de análisis del final de la secuencia) con una interfaz fácil de usar.

En un lote de barrido independiente, los espectros de las dos muestras se compararon con el análisis de una muestra cuyo espectro se adquirió previamente a 460 nm utilizando la función de software «cargar espectro». El gráfico ampliable ofrecía claridad visual en las comparaciones de la absorbancia. La Figura 4 muestra los pasos para comparar los análisis de cualquier muestra en la base de datos segura del software Cary UV Workstation.

Elaboración de informes

Una documentación precisa y trazable es esencial para la reproducibilidad analítica y la conformidad normativa. El software Cary UV Workstation facilita esta tarea gracias a un sistema de informes integrado.

El software generó automáticamente informes de barrido (PDF y/o CSV), en los que se consolidaba información crítica (como parámetros de instrumentación, configuración del método, información sobre las muestras, espectros de absorbancia para los analitos de interés y resultados cuantitativos), como se puede ver en la Figura 6. El informe de las muestras de pimentón se adaptó al contenido de la aplicación del usuario, utilizando las preferencias de informe (Figura 5). La escala del gráfico del espectro también se ajustó a 350-550 nm para garantizar su funcionalidad.

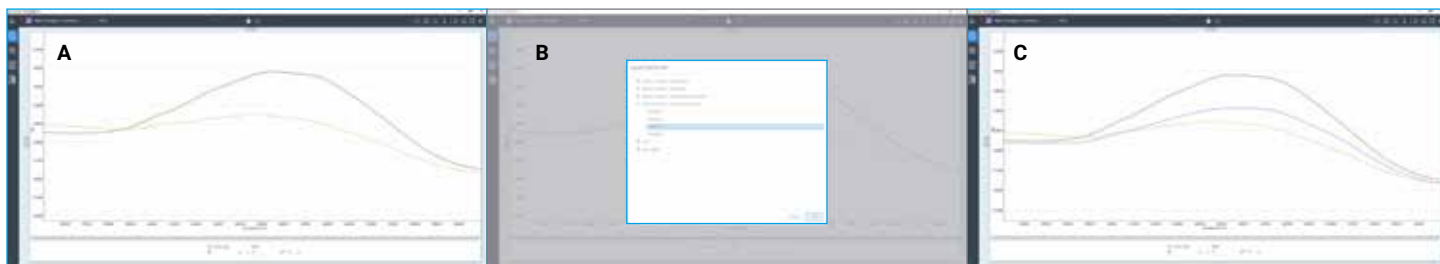


Figura 4. La función de «cargar espectro» facilita la comparación de espectros entre cualquier muestra analizada con el programa de barrido. Las muestras 1 (verde) y 2 (amarillo) se compararon con una muestra analizada previamente (rosa).

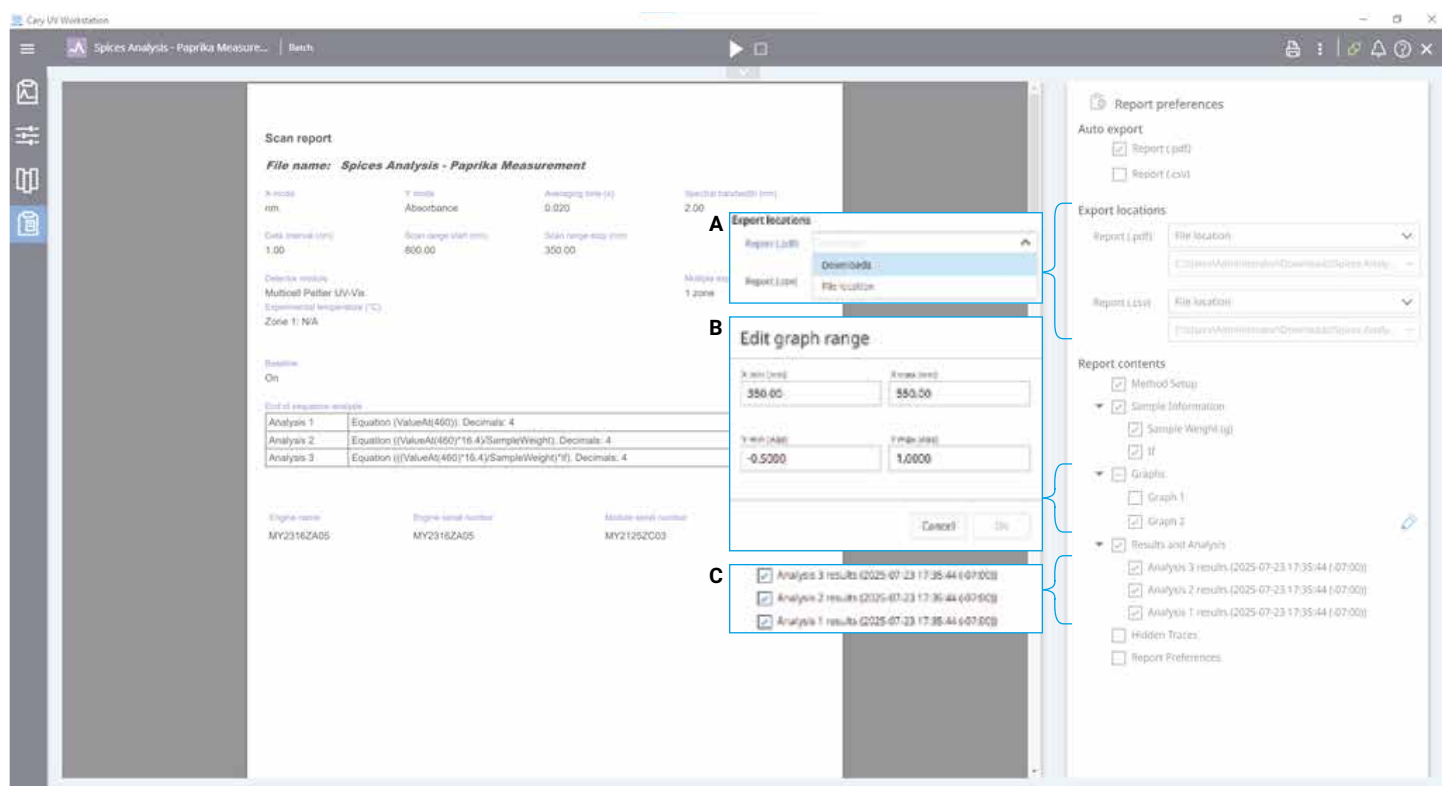


Figura 5. El software Agilent Cary UV Workstation permite al usuario seleccionar de forma preferente el contenido que se muestra en el informe de barrido. (A) El informe en PDF se exportó automáticamente a una ubicación definida por el usuario. (B) Se deseleccionó el gráfico 1 (espectro completo) y se seleccionó el gráfico 2, cuya escala se redujo para poder leer con mayor claridad la absorbancia a 465 nm. (C) La tabla de resultados de absorbancia a 465 nm (análisis 1), el valor de color ASTA (análisis 2) y el valor de color ASTA corregido (análisis 3) se conservaron para el informe final.

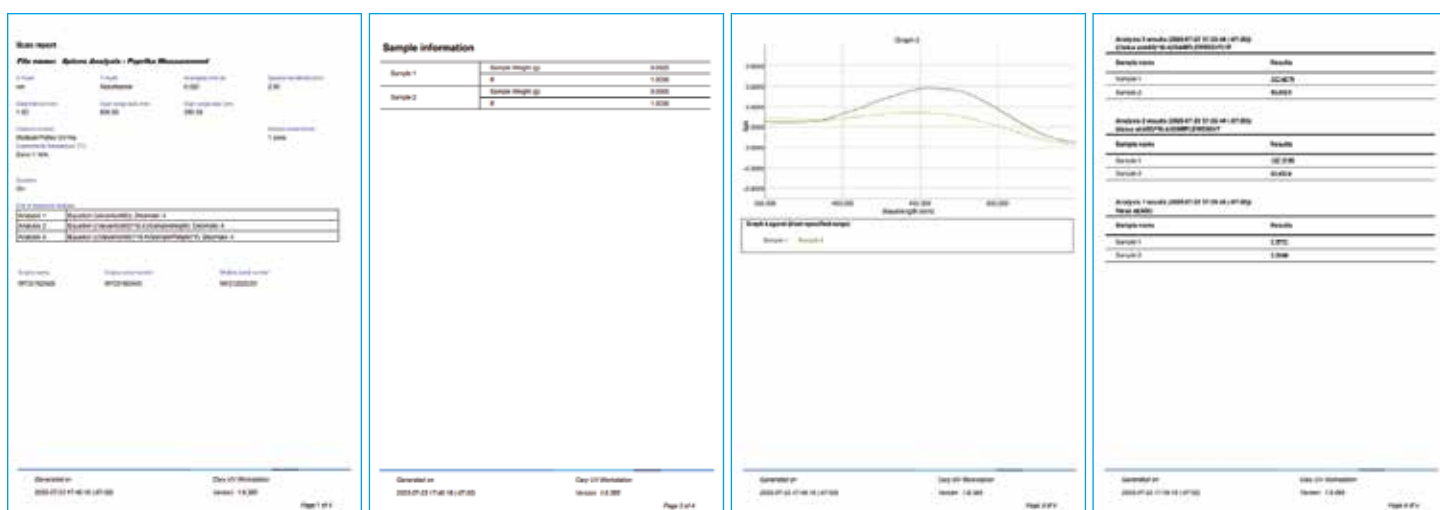


Figura 6. Informe de barrido generado por el software Agilent Cary UV Workstation.

Conclusión

El espectrofotómetro de UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell con el software Agilent Cary UV Workstation permitió realizar una evaluación rápida, fiable y estandarizada de la calidad de las muestras de pimentón. Utilizando el método industrial consolidado ASTA 20.1, el sistema Cary 3500 proporcionó una cuantificación precisa de los pigmentos carotenoides, lo que facilitó la clasificación por categorías.

El diseño de múltiples celdas, de elevada productividad, del espectrofotómetro de UV-Vis Cary 3500 Multicell permite analizar simultáneamente hasta siete muestras y una referencia, lo que mejora la eficiencia y minimiza la variabilidad. El software Cary UV Workstation simplifica la adquisición y el análisis de datos con funciones espectrales intuitivas, como la herramienta de análisis del final de la secuencia, que se puede aplicar automáticamente a cualquier método de barrido, y las comparaciones de espectros mediante la herramienta de «cargar espectro».

Desde la medición de la absorbancia de la muestra hasta la generación del informe final, el sistema Cary 3500 eliminó la necesidad de procesar los datos manualmente o de utilizar herramientas externas, lo que minimizó la complejidad y facilitó la fiabilidad.

www.agilent.com

DE-009374

Esta información está sujeta a cambios sin previo aviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2025
Impreso en EE. UU., 12 de septiembre de 2025
5994-8612ES

Más información

- Espectrofotómetro de UV-Vis Agilent Cary 3500 Multicell
- Software Agilent Cary UV Workstation
- Preguntas frecuentes sobre la espectrofotometría y la espectroscopia UV-Vis

Referencia

1. Método ASTA 20.1: Color extraíble en pimientos y sus oleorresinas. Revisado en octubre de 2004.