
ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA Y ABSORCIÓN COMO MARCADORES DE PUREZA EN ACEITES: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ACEITE DE OLIVA, ACEITE MINERAL Y ACEITE RECICLADO

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Daniel Esteban Patiño Rodríguez (dpatinoro@unal.edu.co) y Tania Estefanía Prieto Ramírez (tprieto@unal.edu.co)

Objetivos

- **Determinar la relación entre la fluorescencia y la pureza de aceites:** Evaluar cómo la fluorescencia se relaciona con la pureza en aceites de oliva, aceite mineral y aceite reciclado.
- **Analizar patrones de fluorescencia y absorción en mezclas de aceites:** Explorar fenómenos ópticos relacionados con la fluorescencia y la absorción en las diferentes configuraciones de mezclas de aceites.

Marco Teórico

Con el propósito de abordar aplicaciones físicas experimentales y formular problemas fundamentados en mediciones físicas, este estudio se centra en el análisis de la fluorescencia y absorción como indicadores de pureza en aceites. La investigación comparativa se enfoca en el Aceite de Oliva, Aceite Mineral y Aceite Reciclado.

En el marco de configuraciones experimentales, se implementarán tres diseños, cada uno conformado por subconfiguraciones que varían los volúmenes en mezclas de aceites específicas (aceite de oliva - aceite mineral, aceite de oliva - aceite reciclado y aceite mineral - aceite reciclado). El objetivo central es determinar la relación entre la fluorescencia y la pureza de los aceites, evaluando cómo este fenómeno óptico se vincula con la composición de los aceites de oliva, mineral y reciclado. Además, se busca analizar patrones de fluorescencia y absorción en las diferentes combinaciones de aceites, explorando fenómenos ópticos asociados con estos indicadores de pureza.

Antecedentes Teóricos:

Fluorescencia:

La fluorescencia es la emisión de luz después de la absorción de luz ultravioleta (UV) o visible por una molécula de fluorescencia o un fluoróforo. Los fluoróforos absorben energía en forma de luz a una longitud de onda específica y liberan energía en forma de luz emitida a una longitud de onda mayor. El aceite de oliva, al contener fluoróforos como vitamina E, clorofila y compuestos fenólicos, exhibe fluorescencia. En espectroscopia de fluorescencia, la intensidad de fluorescencia se relaciona con la concentración de sustancias mediante la ecuación

$$F = QI_0aCt$$

donde Q , I_0 , a , t y C se determinan experimentalmente [1].

Absorción (óptica):

La absorción de radiación electromagnética es el proceso por el cual dicha radiación es captada por la materia. Cuando la absorción ocurre dentro del rango de la luz visible, se denomina absorción óptica. Todos los materiales absorben en algún rango de frecuencias, y aquellos que absorben en todo el rango de la luz visible son llamados materiales opacos. La dispersión de Rayleigh, un fenómeno que explica la coloración azul del cielo, muestra que la intensidad esparcida es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda.

N	Aceite A	Aceite B
1	100 %	0 %
2	80 %	20 %
3	60 %	80 %
4	0 %	100 %

Cuadro 1: Muestras de mezcla de aceite de oliva y mineral.

Este marco teórico proporciona la base conceptual para la exploración experimental de la fluorescencia y absorción en aceites, con el objetivo de comprender y utilizar estos fenómenos como indicadores de pureza.

Polarización de Fluorescencia:

La polarización de fluorescencia es un fenómeno óptico que se manifiesta cuando la luz fluorescente emitida por un material se encuentra polarizada, es decir, las ondas luminosas oscilan en una dirección preferencial. Este fenómeno se observa en la interacción entre la luz excitadora y los fluoróforos presentes en la muestra. La polarización de fluorescencia proporciona información valiosa sobre la orientación y distribución espacial de las moléculas excitadas, permitiendo estudiar la estructura molecular y el entorno microscópico de la muestra[2].

En este contexto, se implementará un sistema adicional para medir la polarización de fluorescencia en las distintas combinaciones de aceites (aceite de oliva - aceite mineral, aceite de oliva - aceite reciclado y aceite mineral - aceite reciclado). Este análisis complementario contribuirá a comprender cómo la polarización influye en los resultados de fluorescencia, ofreciendo una perspectiva más completa sobre las propiedades ópticas de las mezclas de aceites[3].

Dispersión de Rayleigh:

La dispersión de Rayleigh es un fenómeno óptico que explica la dispersión preferencial de la luz en partículas pequeñas en comparación con la longitud de onda de la luz incidente. Este efecto, descubierto por Lord Rayleigh, es especialmente relevante en la interacción de la luz solar con las moléculas y partículas presentes en la atmósfera, dando lugar al color azul del cielo.

En nuestro estudio, se abordará la dispersión de Rayleigh para comprender cómo afecta la intensidad y la dirección de la luz incidente en las diferentes combinaciones de aceites. Este fenómeno puede influir en la fluorescencia y absorción de los aceites, añadiendo un aspecto crucial al análisis de los indicadores de pureza en nuestro experimento. La exploración de la dispersión de Rayleigh [lamelas2020optical] contribuirá a contextualizar los resultados obtenidos y a interpretar de manera más completa la interacción luz-materia en nuestro estudio de fluorescencia en aceites.

Materiales y equipo

- Muestras de aceite de oliva, aceite mineral y aceite reciclado.
- Láser verde
- Polarizadores
- Cámara de celular y software Tracker.

Montaje Experimental

I. Preparación de Muestras:

- Seleccionar aceite de oliva, aceite mineral y aceite reciclado como muestras de estudio.
- Configurar tres combinaciones de aceites: (a) aceite de oliva - aceite mineral, (b) aceite de oliva - aceite reciclado y (c) aceite mineral - aceite reciclado.
- Variar los volúmenes de cada aceite en cada combinación para obtener diferentes proporciones. Registrar las proporciones utilizadas.

II. Montaje para Medición de Fluorescencia:

- Utilizar un láser verde como fuente de excitación para las muestras de aceite.
- Implementar un sistema de detección para medir la intensidad de fluorescencia generada.
- Aplicar polarizadores para variar la intensidad de la luz incidente y registrar la fluorescencia resultante para cada combinación de aceites y variación de intensidad [5].

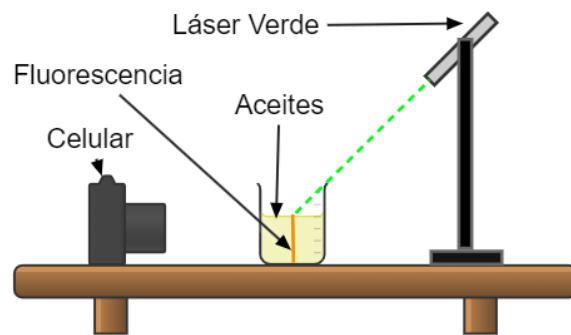


Figura 1: Montaje para determinación de fluorescencia en distintos aceites.

III. Polarización de Fluorescencia:

- Implementar un sistema adicional para la medición de polarización de fluorescencia.
- Realizar mediciones de polarización para cada combinación de aceites, explorando la influencia de la polarización en los resultados [6].

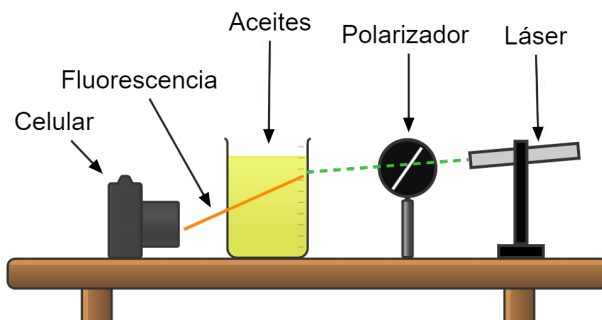


Figura 2: Montaje para el análisis de la fluorescencia en variación de la polarización

Variables Físicas y Método

I. Variables Respecto a Medición de Fluorescencia:

Variables Controlables	Variables No Controlables
<ul style="list-style-type: none"> – Concentración de aceite de oliva y mineral – Longitud de onda del láser – Distancia entre el láser y la muestra – Punto de incidencia del láser – Volúmenes y concentraciones – Posiciones para toma de datos o fotografías – Interferencia de luz ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> – Intensidad de onda del láser – Impurezas en los aceites de oliva y mineral – Cantidad de contaminación en el aceite usado – Fluorescencia – Índice de difracción – Sensibilidad de la cámara

Cuadro 2: Variables presentes en la determinación de la fluorescencia.

Manteniendo algunas condiciones iniciales constantes para replicar el montaje en las distintas concentraciones expuestas, se espera mejorar el resultado con ayuda de las siguientes variables controladas y sistemáticas expuestas a continuación:

Variables Controlables	Variables No Controlables
<ul style="list-style-type: none"> – Concentración de aceite de oliva y mineral – Longitud de onda del láser – Distancia entre el láser y la muestra – Punto de incidencia del láser – Volúmenes y concentraciones – Posiciones para toma de datos o fotografías – Interferencia de luz ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> – Intensidad de onda del láser – Impurezas en los aceites de oliva y mineral – Cantidad de contaminación en el aceite usado – Fluorescencia – Índice de difracción – Sensibilidad de la cámara

Cuadro 3: Variables presentes en la determinación de la fluorescencia.

Variables Controlables	
Variable	Método
Longitud de onda del láser	Se adquiere un láser con una longitud de onda entre 320-668 nm para mantener una longitud de onda constante
Distancia entre el láser y la muestra	Se mide con una regla, distancias entre el brazo del láser, recipiente con muestra y cámara
Punto de incidencia del láser	Se realiza una pequeña marca con marcador de referencia en el recipiente de aceite para asegurar el mismo punto de incidencia
Interferencia de luz ambiental	Se elimina el exceso de luz ambiente con cortinas negras para mejorar la detección de fluorescencia
Variables Controlables Sistemáticas	
Concentración de aceites	Se determina la concentración mediante el uso de una pesa para realizar distintas concentraciones deseadas

Cuadro 4: Variables Controladas en la determinación de la fluorescencia

II. Variables Respecto al montaje polarización de fluorescencia:

Variables Controlables	Variables No Controlables
<ul style="list-style-type: none"> - Angulo de polarización - Intensidad de láser - Volúmenes y concentración de aceites - Distancias entre dispositivos - Punto de incidencia del láser - Condiciones de toma de fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas en los aceites de oliva y mineral - Cantidad de contaminación en el aceite usado - Intensidad de fluorescencia - Sensibilidad de la cámara

Cuadro 5: Variables presentes en la polarización de la fluorescencia

Algunas de las variables fueron mencionadas en el montaje experimental 1 anteriormente y descrito su método mediante el cual serán controladas, por ende en la descripción de este montaje experimental 2 únicamente se apreciarán en el siguiente cuadro nuevas variables.

Variables Controlables	
Variable	Método
Distancia entre dispositivos	Con ayuda de una regla determinaremos la distancia menor posible entre polarizadores y haz de luz para disminuir posibles errores.
Punto de incidencia del haz de luz	El haz de luz producido por la fluorescencia puede variar dado el índice de refracción de la muestra en las distintas concentraciones, por ende se ubicará el celular de la mejor manera donde obtenga una clara y amplia imagen del fenómeno.
Punto de incidencia del láser	Se realizará una pequeña marca con marcador de referencia en uno de los costados del recipiente de aceite para asegurar el mismo punto de incidencia respecto a la réplica del montaje.
Variables Controlables Sistemáticas	
Angulo de polarización	Con ayuda de un polarizador lineal realizaremos giros en una estructura giratoria que permitirá realizar una variación controlada del ángulo.
Intensidad del láser	Mediante dos polarizadores lineales se disminuirá a voluntad la intensidad del haz generado.

Cuadro 6: Variables controladas para la polarización de la fluorescencia.

Preguntas Curiosas

- ¿El método de verificación de fluorescencia aplicado a los aceites podría identificar el grado de contaminación presente en el aceite reciclado?
- ¿Cómo puede variar la absorción de un aceite bajo la influencia de sus impurezas?

Referencias

- [1] Prasetyo Listiaji. «Simple fluorescence imaging to identify the purity of olive oil: an activity in an optics course». En: *Phys. Educ.* 57 (2022), pág. 015006. DOI: 10.1088/1361-6552/ac2c95.
- [2] Alejandro del Mazo Viver. «Esparcimiento de Rayleigh». En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13.2 (2016). Recepción: 02 Noviembre 2015, Aprobación: 01 Marzo 2016, págs. 505-510.
- [3] A. Salsabila et al. «Fluorescence polarization method for detection of lard mixed with olive oil». En: *Journal of Physics: Conference Series* 1825 (2021). Published under licence by IOP Publishing Ltd, pág. 012076. ISSN: 1742-6596. DOI: 10.1088/1742-6596/1825/1/012076. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1825/1/012076>.
- [4] Frank Lamelas y Sudha Swaminathan. «Optical absorption, scattering, and multiple scattering: Experimental measurements using food coloring, India ink, and milk». En: *American Journal of Physics* 88.2 (2020), págs. 137-140.
- [5] Pasquale Onorato et al. «Using smartphone cameras and ambient light sensors in distance learning: the attenuation law as experimental determination of gamma correction». En: *Physics Education* 56.4 (2021). Published 29 April 2021 • © 2021 IOP Publishing Ltd, pág. 045007. ISSN: 1361-6552. DOI: 10.1088/1361-6552/abf5b0. URL: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abf5b0>.
- [6] Prasetyo Listiaji et al. «Error analysis in measuring physical quantities using various sensors on a smartphone». En: *Phys. Educ.* 56.4 (2021), pág. 043006. DOI: 10.1088/1361-6552/abfc49.