

NO LINEALIDAD ÓPTICA DE LA HIBISCUS SABDARIFFA APLICADA EN LA PROTECCIÓN DE FOTODETECTORES

Crespo González Alejandra (1), Alvarado Méndez Edgar (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [ale.crespo.gonzalez@gmail.com]

2 [Departamento, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [ealvarad@ugto.mx]

Resumen

En la presente investigación se plantea el estudio de características ópticas no lineales (ONL) en películas delgadas de materiales orgánicos mediante la técnica Z-scan. El principal interés por estudiar este fenómeno en dichos materiales es el potencial que ofrecen en aplicaciones ópticas como pueden ser los limitadores ópticos, contraste de fase no lineal, sensores, visores térmicos entre otros. Es bien conocido que ya existen materiales comerciales con alta no linealidad pero también se sabe que no son económicos, así que otro objetivo importante de esta investigación es encontrar materiales no lineales más económicos pero con la misma o mayor calidad que los ya existentes. Basados en éste principio, trabajamos con *Hibiscus Sabdariffa* encontrando resultados prometedores mostrados a continuación.

Abstract

In this paper, we propose the study of the non-linear optical characteristics in thin films of organic materials using Z-scan technique. The main motivation to study these organic materials is the recent increase of potential applications in optics such as the optical power limiting, sensors, nonlinear contrast phase, thermal lens, optical waveguides, and others. We can find commercial material with high nonlinear behavior; however, it is also known that these materials are expensive. This is another reason to investigate these organic materials: to find new cheaper materials with the same, or maybe, better quality than the commercial ones. We propose the study of optical limiting with the *Hibiscus Sabdariffa* because it shows a high nonlinear response.

Palabras Clave

No linealidad; Z-Scan; Hibiscus Sabdariffa; Películas delgadas; Limitador óptico.

INTRODUCCIÓN

En óptica se presentan fenómenos donde, al hacer incidir altas intensidades de radiación electromagnética con algún tipo de materia, se observa algún tipo de fenómeno no lineal de gran interés. La linealidad o no linealidad es una propiedad del medio que sucede cuando el medio interacciona con la luz, el tipo de respuesta no lineal estará dado por la intensidad de la luz y del propio medio.

Estos materiales pueden presentarse en cualquier estado de la materia, como lo es en estado líquido, sólido o gaseoso. El gran interés del estudio de estos materiales que presenten actividad óptica no lineal es el reciente surgimiento de aplicaciones en la industria, tales como guías de onda, contraste de fase no lineal, limitadores ópticos o Interruptores ópticos. Si bien, es conocido que ya hay materiales comerciales que presentan una gran actividad óptica no lineal, también es bien sabido que estos materiales comerciales no son económicos, he aquí la importancia del estudio de nuevos materiales que presenten una actividad óptica no lineal ya sea igual a los materiales ya existentes o con mayor respuesta, pero con un menor costo.

En la naturaleza podemos encontrar una gran cantidad de materiales orgánicos que presenten esta interesante respuesta no lineal y algunos son de fácil acceso, lo cual se puede aprovechar para desarrollar nuevos y mejores materiales que los ya existentes. Materiales orgánicos son altamente prometedores, en este caso específico Jamaica, (*Hibiscus sabdariffa*), que es la que está sujeta a pruebas en esta investigación, la analizaremos debido a la facilidad de obtenerla, así como su bajo costo.

Muchas de las posibles aplicaciones de los materiales ópticos no lineales se basan en la dependencia de sus índices de refracción con la intensidad de la luz. Por ello, es fundamental disponer de técnicas adecuadas que permitan medir la respuesta no lineal de estos materiales. Dentro de las técnicas de caracterización más importantes se encuentra la técnica de Z-scan que

es muy utilizada por su simplicidad experimental y fácil análisis de resultados.

Además de trabajar con el material orgánico en medios líquidos, se hicieron pruebas en películas delgadas, su preparación se describe a continuación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la solución de *Hibiscus Sabdariffa*.

En un recipiente de vidrio se mezcla 20 g de *Hibiscus Sabdariffa* seca y limpia (flor de Jamaica) en 100 ml de agua destilada. Se deja reposar a temperatura ambiente por 24 hrs., posteriormente se realiza un filtrado para retirar los residuos de la flor de *Hibiscus Sabdariffa* y obtener el pigmento orgánico.

- Preparación películas orgánicas

Para las películas delgadas se emplearon cubre-objetos de vidrio (Corning), la concentración líquida de pigmento orgánico de *Hibiscus Sabdariffa*, gelatina sin sabor en polvo (Gelita bloom) y agua destilada.

En un recipiente se agrega 20 ml de agua destilada y 3 gr de Gelita bloom en polvo, los cuales fueron agitados hasta obtener una consistencia homogénea. En una estufa eléctrica (IKA C-MAG HS 7) se calentó a 80°C un recipiente con agua para baño maría "double boiler" y se introdujo un recipiente con la mezcla de gelita bloom y agua destilada. Se mantiene la mezcla a baño maría por 6 minutos y se separa del fuego.

Posteriormente se agrega 40 unidades de concentrado de pigmento orgánico de *Hibiscus Sabdariffa* y se agita hasta observar que se integra a la solución y comience el proceso de gelificado.

Finalmente, se preparan dos placas limpias y se vierte la mitad del concentrado final a cada una, esperando una concentración homogénea (tener presente que el gelificado se alcanza en unos cuantos segundos, para no estar agitando o moviendo las placas).

Se deja reposar a temperatura ambiente por 1 día y posteriormente se almacena en un refrigerador.

El resultado final del gelificado de la película se muestra en la figura 1.

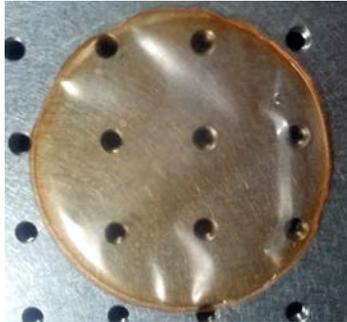


Figura 1: Película hibiscus sabdariffa.

- Implementación experimental

Para analizar las características de las películas obtenidas, se utiliza el método de barrido en Z (Z-Scan). El método consiste en que la muestra (*Hibiscus Sabdariffa*) recorra cierta distancia, en el eje "z", alrededor del radio mínimo que se encuentra en el foco, creado por una lente de 7.5 cm de distancia focal. Es utilizado un láser de Argón ($\lambda=514$ nm) de potencia variable y a su vez colocado a campo lejano el fotodetector para monitorear la salida de luz y obtener los valores característicos a través del entorno gráfico *Labview*. El arreglo experimental utilizado se muestra en la Figura 2.

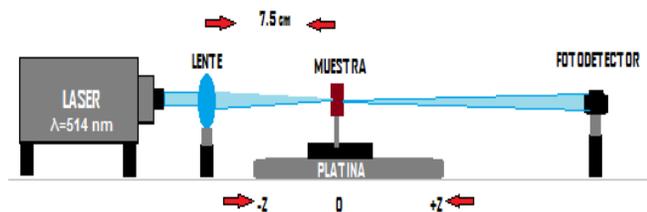


Figura 2: Arreglo Z-scan empleado.

La curva generalmente exhibe un comportamiento como se muestra en la Figura 3. Se presenta máxima transmitancia antes del foco (un pico), seguido por un mínimo de posfocal transmitancia (un valle), indica que la muestra tiene una índice

de refracción no lineal negativo. Esta es una característica muy útil de la técnica z-scan, porque el signo de la no linealidad se extrae directamente de la curva.

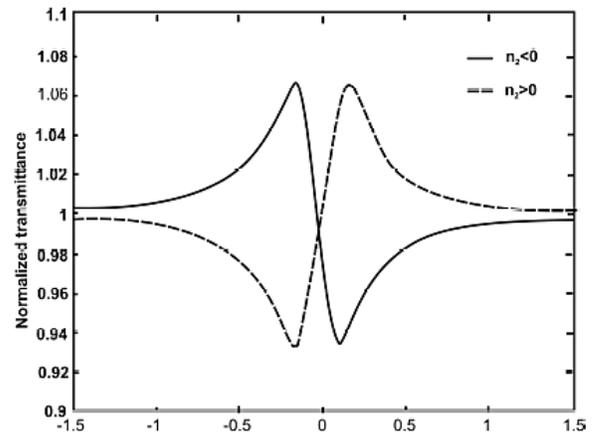


Figura 3: Curva típica Z-Scan, línea punteada índice positivo, índice negativo línea continua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestra una curva obtenida experimentalmente de la muestra de Hibiscus Sabdariffa:

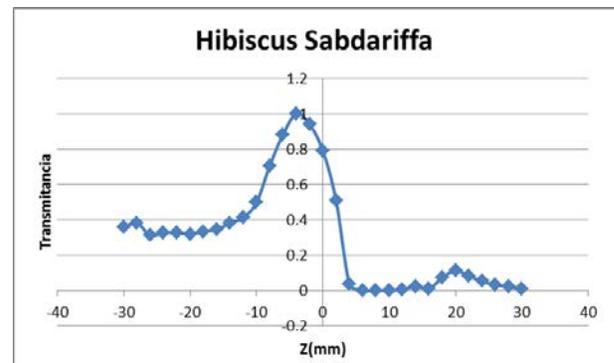


Figura 4: Curva normalizada Z-Scan, a 10mW de potencia.

A medida que aumentamos la potencia, la transmitancia se incrementa, esto físicamente significa que hay una contribución a la no linealidad por efecto difractivo. Pero alrededor del

foco ($Z = 0$) hay un descenso abrupto llegando a un mínimo. Posteriormente se incrementa un poco la intensidad, pero no es muy significativo. Físicamente representa que hay un ligero incremento en la absorción, pero el efecto dominante sigue siendo refractivo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó el proceso de preparación y caracterización de películas de Jamaica, obteniendo una buena respuesta no lineal, lo cual representa una gran oportunidad de trabajar con materiales orgánicos, los cuales reducen los costos de los materiales significativamente y el cual puede tener un sin fin de aplicaciones no solo en el campo de las comunicaciones, sino también en el campo de la robótica con el uso de fotodetectores, los cuales pueden llegar a ser muy sensibles y frágiles y se pueden dañar si se alcanza o sobrepasa la potencia máxima que el sensor soporta. Es por eso la importancia de desarrollar un “protector” que permita trabajar con el fotodetector sin temor alguno, con la ayuda del estudio de limitador óptico de la *Hibiscus Sabdariffa*.

AGRADECIMIENTOS

Extiendo un especial Agradecimiento al Doctor Alvarado Méndez, E. por los invaluable conocimientos compartidos para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] De La Torre, G., Sánchez, L., Nazario, M. (2002). Compuestos Orgánicos con Propiedades Ópticas No Lineales. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 1(2), 5-15.
- [2] Dialo, A., Zongo S., Mthunzi P., Rehman S., Alqaradawi S.Y., Soboyejo W., Maaza M.,(2014). Z-Scan an optical limiting properties of Hibiscus Sabdariffa dye, *Appl. Phys. B*, DOI 10.1007/s00340-014-5900-4.
- [3] Z-Scan for the Characterization of Transparent Optical Materials (2007). Technology and Applications Center Newport Corporation [pp. 1-8].

- [4] Sheik-Bahae M. (1998). Z-Scan Measurements of Optical Nonlinearities, Characterization Techniques and Tabulations for Organic Nonlinear Materials [pp. 4-18].