

# Internet Electronic Journal\*

## Nanociencia et Moletrónica

Diciembre 2006, Vol. 4, N°1, pp 651- 657

### Efectos de la Radiación LASER en Sistemas Biológicos

**R.B. López Flores<sup>1a</sup>, M.A. Hernández Espinosa<sup>1b</sup>, E.<sup>1a</sup> Molina Flores, A.<sup>1a</sup> Luis Ramos, N.<sup>2</sup> Korneev Zabello**

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias de la Electrónica, <sup>b</sup>Departamento de Investigación en Zeolitas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, c.p. 72570, 18 Sur y Av. San Claudio sin número, Col. San Manuel, Puebla, Pue. México,  
<sup>a</sup>[rey2002lalo@att.net.mx](mailto:rey2002lalo@att.net.mx), <sup>b</sup>[mighern@siu.buap.mx](mailto:mighern@siu.buap.mx)

INAOE, Departamento de Óptica, Av. Luis Enrique Erro No. 1, Sta. Ma. Tonantzintla, Puebla, Pue. México,  
[korneev@inaoep.mx](mailto:korneev@inaoep.mx)

recibido: 8 Noviembre 2005

revisado: 2 Febrero 2006

publicado: 30 Abril 2006

Citation of the article:

R.B. López Flores<sup>1a</sup>, M.A. Hernández Espinosa<sup>1b</sup>, E.<sup>1a</sup> Molina Flores, A.<sup>1a</sup> Luis Ramos, N.<sup>2</sup> Korneev Zabello,  
Efectos de la Radiación LASER en Sistemas Biológicos, Internet Electrón. J. Nanocs. Moletrón. 2006, 4(1), 637-649

---

copyright © 2006 BUAP

## Efectos de la Radiación LASER en Sistemas Biológicos

**R.B. López Flores<sup>1a</sup>, M.A. Hernández Espinosa<sup>1b</sup>, E.<sup>1a</sup> Molina Flores, A.<sup>1a</sup>  
Luis Ramos, N.<sup>2</sup> Korneev Zabello**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.  
Posgrado de la Facultad de Cs. de la Electrónica.  
Apdo. Post. # 1505, 72000 Puebla, Pue., México.  
e-mail: armando\_sac@ece.buap.mx

recibido: 8 Noviembre 2005

revisado: 2 Febrero 2006

publicado: 30 Abril 2006

---

*Internet Electron. J. Nanoc. Moletrón. 2006, vol.4 , No1, pags.651-657*

### Resumen

La luz del láser esta cobrando mucha importancia en muchas aplicaciones de la vida cotidiana. La luz visible es una energía útil para las plantas típicas para que ellas efectúen el fenómeno de la fotosíntesis. El objetivo del trabajo es plantear la posibilidad de realizar cultivos en invernadero, herbarios y otros utilizando luz visible de láser. Para ello planteamos la utilización de películas delgadas de materiales porosos llamados zeolitas. Haciendo experimentos con diferentes sistemas con láser hemos conseguido obtener luz polarizada no puntual por técnicas interferométricas, de difracción y dispersión de la luz. Por medio de robots con espejos móviles se consigue iluminar todos los bio-sistemas sin dañarlos. Esto hace que se puedan iluminar objetos de gran tamaño como por ejemplo un árbol o una vaca; haciendo la luz del láser agradable y útil para aplicarla en plantas o animales con la finalidad de estimular las líneas de producción. Hemos conseguido dispersión de la luz láser con películas hechas con extracto de aloe vera, zeolita (contiene nanoporos) y agua desionizada. Al iluminar el frente de la película con la radiación láser, hemos obtenido como resultado una mancha de luz de forma cónica polarizada linealmente en el eje vertical del mismo color del láser de entrada. También hemos obtenido una mezcla de colores en la región espectral visible utilizando las longitudes de onda de 455 nm, 465 nm, 475 nm, 490 nm, 514 nm y 633nm; recomendable para ser absorbida por sistemas biológicos.

## 1 Introducción

Desde el primer láser el cual fue inventado en el año de 1960 de un material llamado rubí [1], ha sido de mucho interés para la humanidad seguir buscando cada vez más sus campos de aplicación; y actualmente existen una gran diversidad de láseres para diferentes aplicaciones: por ejemplo en el área de la medicina para reestructurar y moldear corneas, pulverizar cálculos, destapar arterias, eliminar tumores, reparar tejidos, reafirmar la piel [2, 3]. La salida de luz de los diversos sistemas láser que nosotros trabajamos es linealmente polarizada en la dirección vertical, esto implica un orden del campo eléctrico que se está aplicando a la muestra; también la luz de un láser es coherente, esto quiere decir que todas las ondas están en fase unas con respecto a otras [4]. La luz puntual del láser la pasamos a través de algún arreglo interferométrico (Michelson por ejemplo) como se muestra en la siguiente figura 1, después la dispersamos: ya sea con una película de zeolita (zeos significa hervir y lithos piedra) construida por nosotros mismos o bien pudiera ser por medio de un cristal foto-refractivo solamente que este es muy costoso, mientras que la película de zeolita es muy barata. La luz del láser se dispersa debido a la porosidad de la zeolita [5, 6] o bien debido a la auto-difracción generada en el cristal foto-refractivo [7] o a la difracción de la luz [8].



Fig. 1. En a) Fenómeno de interferencia de luz debido a un sistema con luz láser, en b) Difracción de la luz de un láser de argón multilínea (455 nm, 465 nm, 475 nm, 490 nm y 514 nm).

El láser en lo general tiene la particularidad de poder ser monocromático y de emitir luz en una determinada longitud de onda, así por ejemplo un láser de He-Ne emite en una longitud de onda de 632.8 nm, en la región espectral del rojo y un láser de argón emite típicamente en la longitud de onda de 514 nm, en la región espectral del verde. Debido a esto, nosotros pensamos que la luz láser puede sustituir a la luz de una lámpara de tungsteno si queremos ser selectivos en cuanto al color para iluminar a la planta. En esta forma nosotros planteamos que la luz del láser pudiera ser utilizada para observar una posible optimización del fenómeno de la fotosíntesis en plantas para beneficio de las mismas.

Por otro lado, en humanos y animales se han hecho pruebas con luz polarizada de todos los colores, haciendo pasar caminando a las muestras para que sean iluminadas en periodos de iluminación y descanso (retornando, yendo y viniendo) para que sean curadas de heridas, o quemaduras [2]. También con la adecuada manipulación de un láser de apuntador por un especialista, es posible quitar las arrugas de la cara de algún paciente [2].

En trabajos donde se aplica luz normal, [9, 10] en Internet sobre cultivos para los interesados en dedicarse a la producción de plantas; incluyen una investigación sobre la importancia que tiene la

iluminación para las plantas para la producción de alimentos. El plantea que se ilumine las plantas con filtros para los colores naturales obtenidos de luz blanca no polarizada del sol o artificiales de lámparas que emitan en el rango espectral visible. Dicho autor recomienda selectividad en el color de la luz para iluminar a las plantas, el utiliza un rango espectral entre los colores naranja y rojo (610 – 700 nm) para producir máxima actividad fotosintética y síntesis de clorofila y el rango espectral visible entre el violeta y verde (400 – 510 nm) para que las plantas se desarrollen por medio de la fotosíntesis secundaria y les crezcan tallos y hojas (es claro que también intervienen otros factores como el hecho de la nutrición de la planta, cuidado de predadores, parásitos, etc.), no recomienda luz ultravioleta para la planta [10]. Esto refuerza nuestra idea de hacer investigación con láseres, debido a que los colores verde o rojo son propios de un tipo especial de láser: por ejemplo el color verde puede ser obtenido de un láser de Nd:YAG (Itrio, Aluminio, Granate, dopado con neodimio) emitiendo en la longitud de onda de 532 nm. Mientras que el color rojo puede ser obtenido de un láser de He-Ne como dijimos más arriba.

## 2 Desarrollo

Los arreglos experimentales que hemos utilizado para producir luz no puntual consisten en colocar un objetivo con un factor de magnificación 20x a la salida del arreglo interferométrico (cuando se usa un interferómetro) y colocar el objeto a una distancia alejada de la salida del sistema láser (2m por ejemplo) dependiendo del tamaño del objeto y del tamaño de la mancha que uno requiera. Ya por sí misma, la luz de algún haz láser diverge con la distancia y diverge más mientras más delgada es su cintura del haz [6], de manera que podemos hacer un tamaño de mancha de acuerdo a nuestra conveniencia. También hemos podido expandir el haz por medio de la difracción de la luz en zeolitas. Estos son materiales porosos y su tamaño de poro es de algunos nanómetros. Lo usamos en película delgada y transparente, consiguiendo dispersión de la luz (abrir el tamaño de la mancha en un cono de motas). También se ha conseguido la difracción de un láser de argón multilínea por medio de un prisma y colocando un hielo de agua muy transparente (de agua desionizada). Hemos conseguido diversos tipos de manchas, como en la figura 2) siguiente.

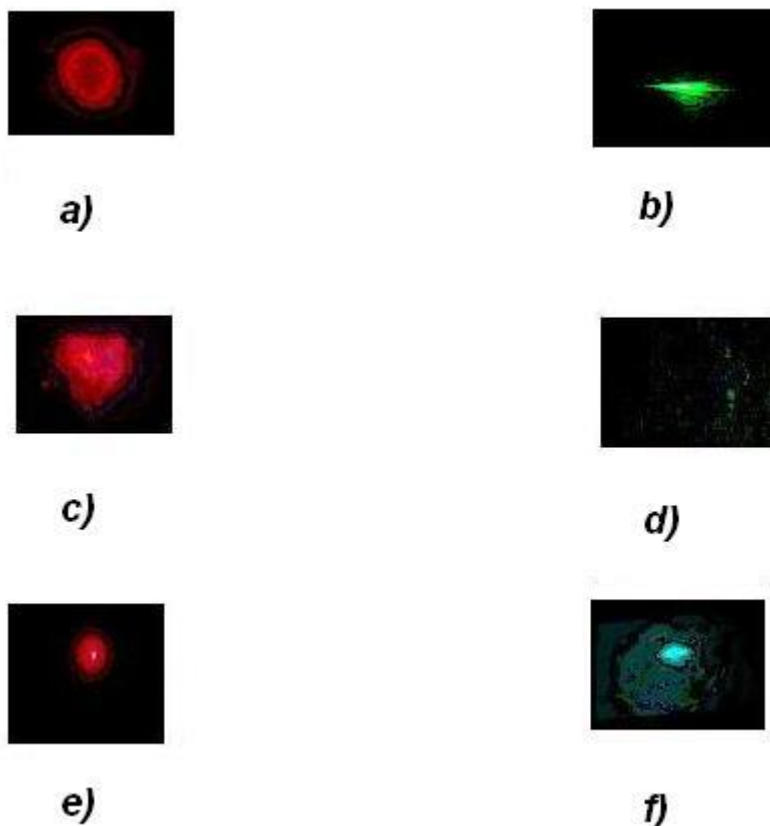


Fig. 2. Diversos tipos de Manchas, a) y b) de sistemas difractivos, c), d), e) y f) de sistemas interferométricos.

Nosotros hemos aplicado una mancha de luz representada por la figura f) obteniendo resultados satisfactorios en flores silvestres con la luz multilínea del láser de argón (debido a que son las únicas muestras que hemos probado utilizando siempre en cada caso una de referencia sin iluminar con luz láser), pensamos que conseguimos obtener plantas que utilizaron menos agua cuando se iluminaron con luz láser (se probó resistencia a falta de agua durante una semana), debido al fenómeno de la fotosíntesis pensamos que la planta iluminada con láser almacena más energía y gasta menos agua debido a que la luz láser que se aplicó a las plantas de unos  $(0.25 \text{ mW}/\text{cm}^2)$  aproximadamente, es más fresca comparada con la del sol y las lámparas del laboratorio. Las expuestas a la luz láser consiguieron recuperarse y sólo requerimos de un tiempo de 2 horas de exposición a intensidades tolerables para nuestra propia piel, después (guardadas en la sombra del laboratorio durante una semana). Hablando ahora con respecto a las muestras no expuestas a luz láser (las cuales después de marchitarse murieron), quizás por una deficiencia de luz y precarias condiciones de laboratorio para su subsistencia. No obstante estos son aún resultados preliminares que requieren de una caracterización e investigación más amplia, aplicando luz láser a un mayor número de muestras en distintas condiciones.



Fig. 3. Un plantío de aloe vera en el campo

El alto costo de un láser puede ser despreciable si consideramos grandes volúmenes de producción y apoyos económicos gubernamentales para la agricultura y la ganadería.

### 3 Conclusiones

Iluminar con luz láser a plantas y animales es una técnica novel que da buenos resultados y que debiera hacerse investigación con la finalidad de obtener plantas más fuertes y saludables para ser consumidas por los seres humanos. En particular debido a que el aloe vera puede ser utilizado en quemaduras, sería interesante investigar si además sumando la luz láser a una muestra con quemaduras esta pudiese sanar de mejor manera y más rápido, respecto de las muestras que sólo usan o bien luz láser o solamente aloe vera.

Se conoce que el aloe vera no pudo sembrarse en la época colonial de manera natural en los países nórdicos, debido a que de manera natural esta es de regiones templadas y calidas, sería bastante bueno iluminar plantíos completos con la técnica planteada con la finalidad de poder obtener una cosecha.

En este trabajo se plantea la posibilidad de poder aplicar la luz láser a plantas y animales.

Se plantea producir diversos artículos relacionados con el aloe vera: por ejemplo, para beneficios en el área de la salud, industrias químicas para el crecimiento de películas delgadas hechas en base a zeolitas y aloe para producir elementos ópticos dispersivos de tamaños pequeños que retroalimenten y sanen más rápido las heridas de plantas y animales por medio de técnicas láser o algunas otras técnicas alternativas a esta.

Estamos firmemente convencidos de que algunos de los problemas de salud y nutrición pudieran ser resueltos, mediante la utilización de este tipo de técnicas aplicadas en cultivos de una gran variedad de plantas; también pudieran ser aplicados a la ganadería para fines terapéuticos.

### Referencias

- [1] Hecht J; "Understanding Lasers", ed. IEEE PRESS, Indianapolis 1988
- [2] Visto en unos programas recientes de los canales de TV: discovery channel y discovery health.
- [3] Deutsch Thomas F., "Medical applications of lasers", Physics Today, OCTOBER (1988), 56-63.
- [4] Collet E., "Polarized Light", ed. Marcel Dekker, New York 1993
- [5] Doebelin N., Armbruster T., "Stepwise dehydration and change of framework topology in Cd-exchanged heulandite", Microporous and Mesoporous Materials **61** (2003) 85-103.

- [6] Flores Ramírez O., Korneev N., López Flores R.B., García Olivares R., Hernández Espinosa M.A., “Caracterización óptica de algunas zeolitas disueltas en H<sub>2</sub>O”, XIX Congreso de Instrumentación, Pachuca Hidalgo, 25-29 de Octubre de (2004), OFR19159.
- [7] Menzel R., “Photonics”, Ed. Springer, Berlin 2001
- [8] Goodman J.W., Introduction to Fourier Optics, ed. McGraw-Hill, New York 1968
- [9] [www.aloeveraplanet.com](http://www.aloeveraplanet.com)
- [10] [www.elrincondelvago.com](http://www.elrincondelvago.com)