

SUMARIO

<i>Línea de investigación Genética Vegetal y Fisiología</i>	
Evaluación del rendimiento de grano y de los componentes del rendimiento en trigo harinero Evaluation of grain yield and its components in soft wheat <i>Angélica Torres-Ramírez, Sanjaya Rajaram-Devi, Andrés González-Huerta, Artemio Balbuena-Melgarejo</i>	69
<i>Línea de investigación Recursos Naturales y Protección Ambiental</i>	
Aceite de ricino (<i>Ricinus communis</i> L.) con aplicaciones en comunicaciones ópticas Castor oil plant (<i>Ricinus communis</i> L.) with applications in optical communications <i>Ernesto Díaz-López, Israel Jesús Orlando-Guerrero, Jesús Manuel Campos-Pastelín, Irma Brena-Hernández, Juan Manuel Loeza-Corte</i>	83
<i>Línea de investigación Sanidad Vegetal</i>	
Tácticas para el control del tizón gomoso del tallo en el cultivo de sandía Integration of tactics for the control of the gummy stem blight in the cultivation of watermelon <i>Jesús Pérez-González, Benedicto Martínez-Coca, Salvador Guadarrama-Valentín, Sonia Estrada-Terra, Danay Infante-Martínez, Yanisia Duarte-Leal, Claudio Esquivel-Álvarez</i>	89
<i>Línea de investigación Biotecnología</i>	
Caracterización molecular de 20 clones de <i>Hevea brasiliensis</i> del jardín de propagación del INIFAP en Tabasco Molecular characterization in 20 clones of <i>Hevea brasiliensis</i> in INIFAP propagation gardens at Tabasco state <i>José Luis Hernández-De la Cruz, Julia María Leshner-Gordillo, Armando Romo-López, José Miguel Hernández-Cruz</i>	97
Caracterización molecular de cuatro variedades de <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus, mediante microsátélites anclados y RAPDs Molecular characterization of four varieties of <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus, through anchored microsatellites and RAPDs <i>Amaury Martín Arzate-Fernández, José Luis Piña-Escutia, Luis Miguel Vázquez-García, Adolfo Carrillo-Velázquez</i>	107

CIENCIAS AGRICOLAS INFORMA

Año 22, No. 2, julio-diciembre 2013, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma del Estado de México, a través de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. Km 12.5, C.P. 50200, tel. y fax: (722) 296-55-18, 296-55-29 y 296-55-31 ext. 148, cieagrinfo@gmail.com. Editor responsable: Dr. Omar Franco Mora. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2006-102710130900-102, ISSN 1870-7378, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido No. 15510, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por CIGOME S. A. de C. V. Este número se terminó de imprimir el 15 de diciembre de 2013 con un tiraje de 200 ejemplares.

Cada autor es responsable del contenido de su texto. Se autoriza la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite el crédito literario de la fuente. Esta revista no responde por artículos no solicitados.

Aceite de ricino (*Ricinus communis* L.) con aplicaciones en comunicaciones ópticas

Oil from castor oil plant (*Ricinus communis* L.) with applications in optical communications

Ernesto Díaz-López,^{1*} Israel Jesús Orlando-Guerrero,¹ Jesús Manuel Campos-Pastelín,¹
Irma Brena-Hernández,¹ Juan Manuel Loeza-Corte¹

CIENCIAS AGRICOLAS INFORMA 2013

22(2): 83-87

Recibido: 9 de agosto de 2013

Aceptado: 1 de diciembre de 2013

RESUMEN

En la Cañada Oaxaqueña se colectaron semillas de ricino (*Ricinus communis* L.) de tres accesiones, de las cuales se obtuvo aceite para fabricar una fibra óptica monomodo, y se determinaron posibles aplicaciones en comunicaciones. Con el núcleo líquido de aceite se evaluó la pérdida y atenuación de luz respecto a la longitud de fibra, cuyo aislante fue vidrio crown con un índice de refracción 1,52 y utilizando como fuente luz blanca y un láser rojo He-Ne. Los resultados indican que la pérdida, así como la atenuación, son mayores a una longitud de 0,80 m en la fibra, lo que de alguna forma limita su uso en comunicaciones, pero puede tener otros usos como en endoscopía con aplicaciones médicas.

Palabras clave: Atenuación, Cañada Oaxaqueña, fibra monomodo, ricino.

ABSTRACT

In the Cañada Oaxaqueña, the castor oil plant seed (*Ricinus communis* L.) from three accessions were collected, Seed-oil obtained was used to fabricate a single-mode fiber, and its potential applications in communications was identified. With the liquid core of oil it was evaluated and compared the loss and light attenuation in respect to the fiber length, that fiber was insulated with crown glass, having a refractive index of 1.52 and a red He-Ne laser was uses as a source of white light. The results indicate that loss and attenuation, are higher at a length of 0.80 m in the fiber, which really limits its use in communications, but might have other uses such as in medical endoscopy applications.

Key words: Attenuation, Cañada Oaxaqueña, castor oil plant, single-mode fiber.

¹ Universidad de la Cañada, México.

*Autor para correspondencia: edl@unca.edu.mx.

INTRODUCCIÓN

El petróleo ha sido por muchos años la materia principal para sintetizar polímeros, los cuales tiene diferentes aplicaciones como: plásticos, hule espuma e incluso materiales que pueden transmitir ondas luminosas que tienen uso en comunicaciones, tal es el caso de las fibras ópticas (Meneses *et al.*, 2007). Actualmente, los suministros de este recurso no renovable han disminuido considerablemente, lo que obliga al ser humano a buscar nuevas fuentes de energía y materiales que puedan ser útiles en la fabricación de polímeros (Stevens, 2002). Una alternativa a esta problemática puede ser el uso de materiales de origen vegetal que crecen en ecosistemas áridos y secos como la Cañada Oaxaqueña, tal es el caso del ricino (*Ricinus communis* L.) multidendricaule (plantas que presentan múltiples ramificaciones) que tiene su origen en el sur del continente africano, y que fue introducido en América por los portugueses, principalmente en América del Sur de donde fue llevado a México por los españoles (Acevedo *et al.*, 1997). Esta planta fue utilizada por muchos años para la extracción de ácidos grasos de sus semillas, de las cuales se extrae un aceite secante de alta calidad. Con el incremento en la explotación del petróleo, después de la segunda guerra mundial, este cultivo fue marginado hasta quedar casi en el olvido (Acevedo y Lima, 2001). Se reconoce que el uso indiscriminado de hidrocarburos ha provocado un incremento en la temperatura mundial, fenómeno conocido como “calentamiento global” ocasionado por los gases de efecto invernadero que impiden la disipación del calor del planeta hacia el espacio, por ello surge la necesidad de encontrar nuevos recursos que funcionen como alternativas y sustitutos de los productos obtenidos del petróleo crudo, y que sean amigables con el ambiente (Laine, 2009), además de tener uso en las telecomunicaciones. Una posible solución a esto, puede ser la utilización de aceites vegetales como el del ricino, que posee algunas características de interés para las comunicaciones como la transmitancia de fotones por medio de fibras líquidas (Meier y Metzgerb, 2007; Cruz *et al.*, 2012). A este respecto, se han realizado investigaciones sobre las propiedades químicas de ácidos grasos y sus

propiedades físicas; Cano *et al.* (2008) mencionan que las propiedades físicas del aceite de *Monthostachys* dependen principalmente de la composición química, lo que trae como consecuencia que sus propiedades ópticas sean diferentes a las de otras especies del género. Fernando *et al.* (2012) comentan, por otro lado, que los aceites vegetales poseen altos índices dieléctricos en comparación con los aceites provenientes de derivados del petróleo, y concluyen que aquéllos pueden tener aplicaciones en electrónica, electricidad y óptica, debido a sus propiedades dieléctricas. Otros investigadores como Franco (2005) mencionan también que por su bajo índice de refracción, algunos aceites poseen propiedades importantes para refractar la luz y por ello se utilizan en microscopía como el aceite de inmersión con un bajo índice de refracción (1,517), el cual es empleado en microscopía de fluorescencia para identificar bacterias con la lente objetivo de 100X. Basados en estas investigaciones, el presente trabajo pretende argumentar a favor del uso de estos metabolitos y sus posibles aplicaciones en la fabricación de equipos, como las fibras ópticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la Cañada Oaxaqueña ubicada a 18° 06' de L.N. y 98° 06' L.W. y a 880 msnm, bajo un clima Bs₁e'g que corresponde a un clima seco, con una temperatura media anual que oscila entre 18 °C ≤ X ≤ 27 °C. La precipitación es de junio a septiembre con un total de 550 mm, oscilación de la temperatura mayor a 14 °C y el mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano, que para la región ocurre en abril (García, 2005). El material genético (semillas) fue colectado de tres accesiones localizadas en la comunidad de San Antonio Nanahuatipam, las cuales se encontraban en los límites de plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), ubicadas a 18° 07' L.N. y 98° 05' L.W. para la accesión uno, 18° 08' L.N. y 98° 04' L.W. para la accesión dos y 18°10' L.N. y 98° 03' L.W. para la tercera; estas localizaciones se realizaron con ayuda de un GPS (Garmín, modelo eTrex Legend HCX).

Las plantas madre (accesiones) fueron identificadas con las claves especializadas para la familia Euphorbiaceae, de las cuales se colectaron los frutos (cápsulas), que contienen aproximadamente cuatro semillas, éstas se transportaron en bolsas de papel previamente identificadas por accesión. De cada accesión se extrajo el aceite por el método de prensado, utilizando una prensa Cropland modelo CLB-300 con motor de 7,5 HP trifásico. Una vez extraído el aceite en bruto, éste fue separado con ayuda de un rota-vapor marca EG Technic modelo 9200 y un solvente (hexano), con el objeto de separar y obtener un mayor grado de pureza. A continuación se procedió a almacenarlo en recipientes de vidrio color ámbar, para posteriormente realizar la fibra óptica líquida; el llenado de ésta se llevó a cabo aplicando presión hidrostática constante con ayuda de una bomba de vacío para evitar la formación de burbujas, el aislante fue un capilar de vidrio crown cuyo índice de refracción fue de 1,52 y su diámetro interior de 0,006 m, el largo del tubo fue de un metro y el núcleo de aceite de ricino presentó un índice de refracción de 1,57, el cual se determinó utilizando un refractómetro portátil marca Atago. La luz blanca de un led y de un láser de Helio-Neón fue acoplado a la fibra óptica líquida utilizando un adaptador SX marca Edmund. Una vez lleno el capilar, se realizaron las pruebas (mediciones) de pérdidas de ancho de banda *vs.* atenuación y atenuación *vs.* longitud efectiva de fibra, para fines de caracterización de la fibra óptica. En la primera medición se obtuvieron gráficas de ancho de banda en un rango de 300-800 nm de longitud de onda contra pérdida espectral (dB m), y en la segunda se obtuvieron gráficas de atenuación para 632,8 nm contra longitud efectiva de la fibra (m). La primera medida fue realizada utilizando un analizador de espectro óptico con una resolución nominal de 5 nm. La pérdida de la fibra en función del ancho de banda se calculó utilizando la relación (Saleh y Teich, 1991):

$$p\acute{e}rdida (dB/m) = \frac{10}{L} \log_{10} \left(\frac{I_1}{I_2} \right)$$

Donde L es la longitud de la fibra, I_1 es la intensidad de entrada de la fibra y I_2 es la intensidad de salida de la fibra. La atenuación (dB/m) presente en la fibra

fue medida con la técnica “cutback method” o método reducido, la cual consiste en comparar la potencia de entrada y salida para segmentos de la fibra óptica. Esto se llevó a cabo con un láser de He-Ne cuya longitud de onda central es de 632,8 nm, las potencias de entrada y salida fueron obtenidas con un medidor de potencia con segmentos de fibra de 0,05 m. La atenuación sufrida por la fibra óptica para cada segmento se calculó utilizando la relación (Saleh y Teich, 1991):

$$atenuaci\acute{o}n(dB/m) = 10 \log_{10} \left(\frac{I_0}{I_1} \right)$$

Donde I_0 es la intensidad de entrada de la fibra y I_1 es la intensidad de salida de la fibra para cada segmento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra algunas características respecto a la pérdida espectral sufrida para diferentes longitudes de onda, en ella se puede observar que la fibra óptica líquida sufre pérdidas menores a 1,5 dB m⁻¹ para longitudes de onda que van de 500 a 800 nm, es decir, cerca de la región infrarroja. De este modo se afirma que la fibra puede transmitirse de forma adecuada dentro de esta región.

Asimismo, en esta misma figura se puede observar que la fibra óptica líquida sufre pérdidas significativas para longitudes de onda de 300 a 500 nm, donde las pérdidas abarcan un rango de 7 a 1,5 dB m⁻¹, lo que hace que la fibra no sea viable para transmitir en esas longitudes de onda. Estos resultados coinciden con los reportados por Urrutia *et al.* (2006), Broeng *et al.* (1999), Gambling *et al.* (1972), Stone (1972a) y Stone (1972b), quienes mencionan que las pérdidas en dB en una fibra óptica tienen que ver con el material del cual está elaborado el núcleo, así se trate de fibras de cristal fotónico (FCF) o fibras líquidas, y especifican que el rango de pérdida oscila entre los 300 a 450 nm.

En la Figura 2 se muestra la atenuación contra longitud efectiva de fibra, y se puede apreciar que los datos obtenidos se ajustaron a un modelo lineal, con un coeficiente de

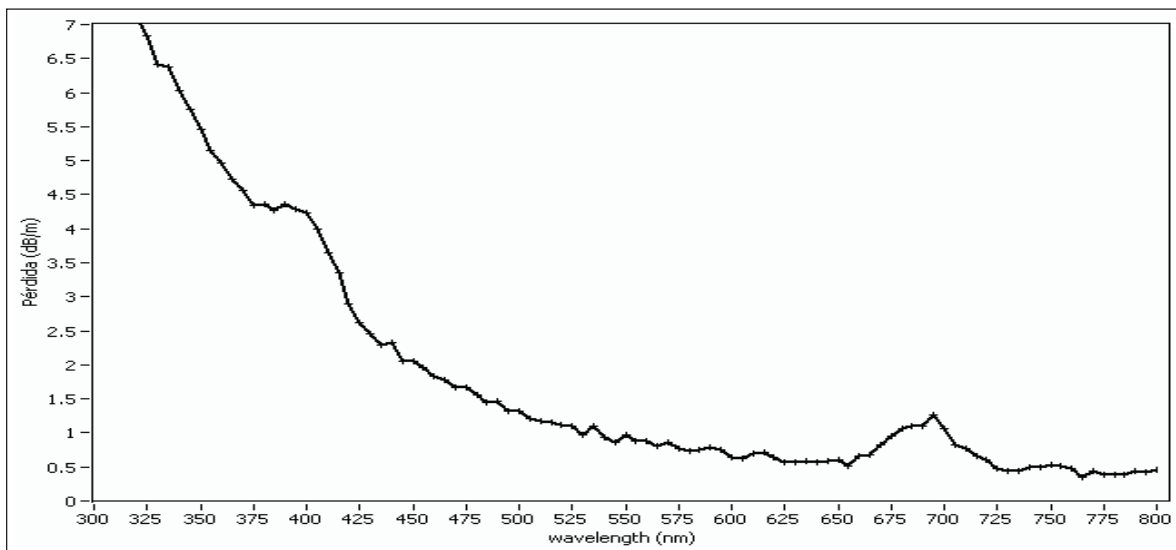


Figura 1. Pérdida espectral contra longitud de onda en una fibra líquida monomodo con núcleo de aceite de ricino (*Ricinus communis* L.), en la Cañada Oaxaqueña. Primavera 2013.

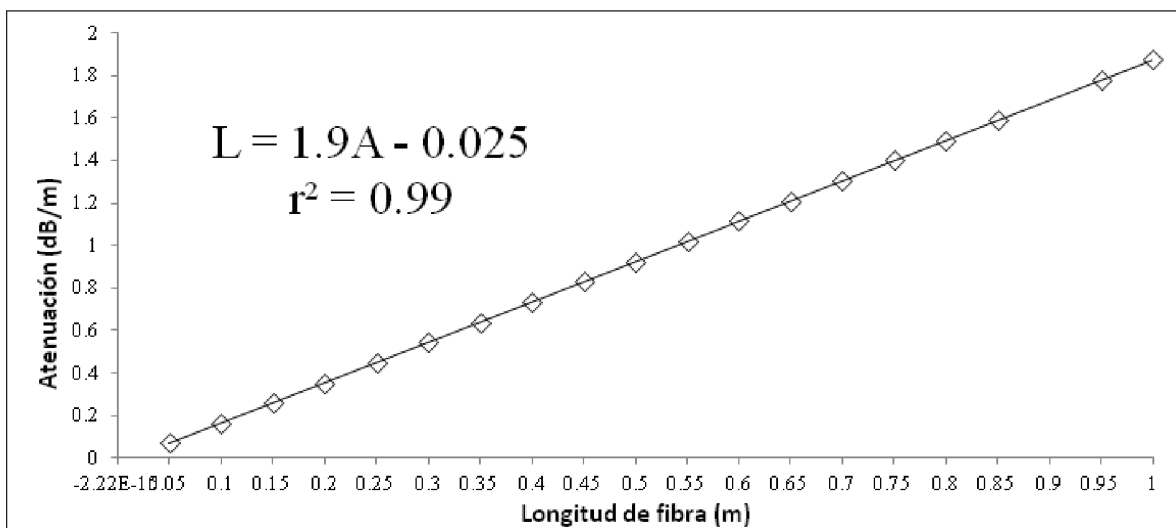


Figura 2. Atenuación contra tamaño efectivo de fibra con núcleo de aceite de ricino (*Ricinus communis* L.), en la Cañada Oaxaqueña. Primavera 2013.

determinación alto de 0,99, lo que indica que 99% de la atenuación en la fibra monomodo se debe a la longitud de la fibra. Respecto a la pendiente, ésta indica que por cada metro lineal de fibra, se tuvo una atenuación en la misma de 1,9 dB, demostrando así que el núcleo de ricino puede transmitir luz blanca y fotones emitidos por un láser rojo. Los resultados coinciden con los datos experimentales de Gutiérrez *et al.* (2009) y Wang *et al.* (1998), quienes aseveran que el ensanchamiento espectral de la atenuación en una

fibra se debe a la inestabilidad modulacional y al auto-desplazamiento de la frecuencia, y esto a su vez depende de la longitud de fibra y de la potencia de bombeo de la fuente. De acuerdo con lo encontrado en la presente investigación, la fibra monomodo con núcleo de aceite de ricino tendría pocas aplicaciones en comunicaciones debido a la pérdida y atenuación, ya que en este tipo se utilizan fibras de longitudes grandes. No obstante, la fibra monomodo con núcleo de aceite de ricino podría tener aplicaciones como

fuente de iluminación y tener uso en la endoscopia con aplicaciones médicas. A este respecto, se sugiere que en trabajos de esta índole se estudien diferentes materiales que sirvan como aislante al núcleo líquido de ricino y se analice su comportamiento en cuanto a la pérdida y atenuación.

CONCLUSIONES

Las mayores pérdidas, así como los valores de atenuación en la fibra líquida monomodo con núcleo de aceite de ricino, se presentaron en longitudes de 0,80 m, por ello se infiere que este tipo de fibras presenta grandes limitaciones para ser utilizadas en comunicaciones, pero pueden funcionar como fuentes luminosas que podrían usarse en medicina con uso en endoscopia. A este respecto, los ecosistemas con climas secos como la Cañada Oaxaqueña, pueden ser una alternativa para producir materiales aplicables en la industria e incluso en la medicina, al sembrar plantas como el ricino que prosperan en ambientes donde otras especies no lo harían y obtener así aceite útil en aspectos como se mencionaron anteriormente. De manera general, el ricino puede ser una fuente importante para fabricar fibras líquidas monomodo que podrían emplearse como fuentes luminosas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente estudio agradecen el apoyo económico recibido del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) para el proyecto con clave IDCA 11749.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acevedo, D. M. P. y E. F. Lima. 2000. O agronegocio da mamona no Brasil. Embrapa informacao tecnológica. Brasília, Brasil. 350 p.
2. Acevedo, D. M. P., E. F. Lima, F. A. S. Batista, N. E. Beltrao, J. J. Soares, R. M. Viera y J. A. Moreira. 1997. Recomendacoes técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil. Circular Técnica 25. EMBRAPA-CNPA. Campina Grande, Brasil. 39 p.
3. Akahashi, H. 1985. Optical transmission loss of liquid-core silica fibers in the infrared region. *Optical Comm.* 53: 164-168.
4. Broeng, D., D. Mogilevstev, S. E. Barkou and A. Bjarklev. 1999. Photonic crystal fibers: A new class of optical waveguides. *Optical Fiber Tech.* 5: 305-330.
5. Cano, C., P. Bonilla, M. Roque y J. Ruiz. 2008. Actividad antimicótica *in vitro* y metabolitos del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys Millis* (Muña). *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública.* 25: 298-301.
6. Cruz, A. K., G. A. Sáenz, S. J. Montañez, A. C. Noé y L. E. Flores. 2012. Aceites vegetales: una fuente renovable y económica para obtener plásticos. *Rev. Cient. Univ. Aut. Coahuila.* 4: 1-8.
7. Fernando, N. D., R. H. Cadavid y E. D. Fernando. 2012. Aplicación del aceite dieléctrico de origen vegetal en transformadores eléctricos. *Ingeniería y Universidad.* 16: 201-223.
8. Franco, C. Y. 2005. Reseña de la microscopía de fluorescencia y su aplicación en el diagnóstico de bacterias fitopatogénicas. *Fito-sanidad.* 9: 65-68.
9. Gambling, W. A. 1972. Dispersion in low-loss liquid-core optical fibres. *Electr. Lett.* 8: 2-3.
10. García, E. 2005. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. 217 p.
11. Gutiérrez, J. G., T. M. Vargas, S. C. Romero, F. O. Hernández, E. A. Kuzin, A. M. Estudillo, C. R. Grajales, L. R. Rojas, y Z. F. Gutiérrez. 2009. Influencia de la inestabilidad modulacional en la generación de un espectro continuo en fibras ópticas con pulsos de nanosegundos. *Rev. Mex. Física.* 55: 359-366.
12. Laine, J. 2009. Ciento cincuenta años de combustión de hidrocarburos fósiles: las alternativas emergentes. *Ingeniería y Ciencia.* 5: 11-31.
13. Meier, M. A. R. y J. O. Metzgerb. 2007. Plant oil renewable resources as green alternatives in polymer science. *Chem. Soc. Rev.* 36: 1788-1802.
14. Meneses, J., C. M. Corrales y M. Valencia. 2007. Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *Rev. Esc. Ing. Antioquia.* 8: 57-67.
15. Saleh, B. E. A. and M. C. Teich. 1991. *Fundamentals of photonics.* John Wiley & Sons. New York, USA. 966 p.
16. Stevens, E. S. 2002. *Green plastics: an introduction to the new science of biodegradable plastics.* Princeton University Press. New Jersey, USA. 238 p.
17. Stone, J. 1972a. Optical transmission in liquid-core quartz fibers. *Appl. Physics Lett.* 20: 239-240.
18. Stone, J. 1972b. Optical transmission loss in liquid-core hollow fibers. *IEEE J. Select Topics Quantum Electron.* March: 386-388.
19. Urrutia, L. M., D. González, L. C. Lomer, P. B. Quintela, A. García, y H. M. López. 2006. Sensibilidad de fibras de cristal fotónico con sus parámetros estructurales: su aplicación en sensores. En: XXI Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio. Oviedo, España (cd).
20. Wang, W. 1998. Spectrophotometry with liquid-core optical fibre in aqueous solution phase in the ultraviolet region. *Anal. Chem. Acta.* 375: 261-267.