

# Aplicación de la Electrónica Molecular en el aprovechamiento de la energía solar

Mariana Gómez

## Introducción

Uno de los métodos más comunes para generar energía limpia es a través de celdas solares. Este procedimiento tiene numerosos beneficios como el uso de energía renovable y amigable con el medio ambiente, sin embargo, también tiene desventajas, como el uso de materiales altamente contaminantes. Por lo anterior, la electrónica molecular ha propuesto la fabricación de celdas solares usando semiconductores orgánicos, que son menos agresivos para el medio ambiente, además de que su fabricación es simple y económica.

## Objetivo

Utilizar ftalocianina de zinc (ZnFt), como dopante de derivados orgánicos de la antraquinona. Estos compuestos, al ser dopados, se transforman en semiconductores orgánicos. Con estos materiales, fabricar películas flexibles y evaluar su comportamiento eléctrico y óptico al formar parte de los dispositivos solares.

## Resultados

Se evaluó la corriente eléctrica en función de la temperatura (Figura 2) para obtener la conductividad eléctrica en los dispositivos. Como se observa en las gráficas de la Figura 2, a medida que aumenta la temperatura, el semiconductor aumenta su actividad eléctrica. En la Figura 2 (b) a temperatura ambiente, se observa una disminución en la conductividad eléctrica y alrededor de 305 K la conductividad eléctrica aumenta. Finalmente, en la Figura 2 (c) se muestra un conductor eléctrico.

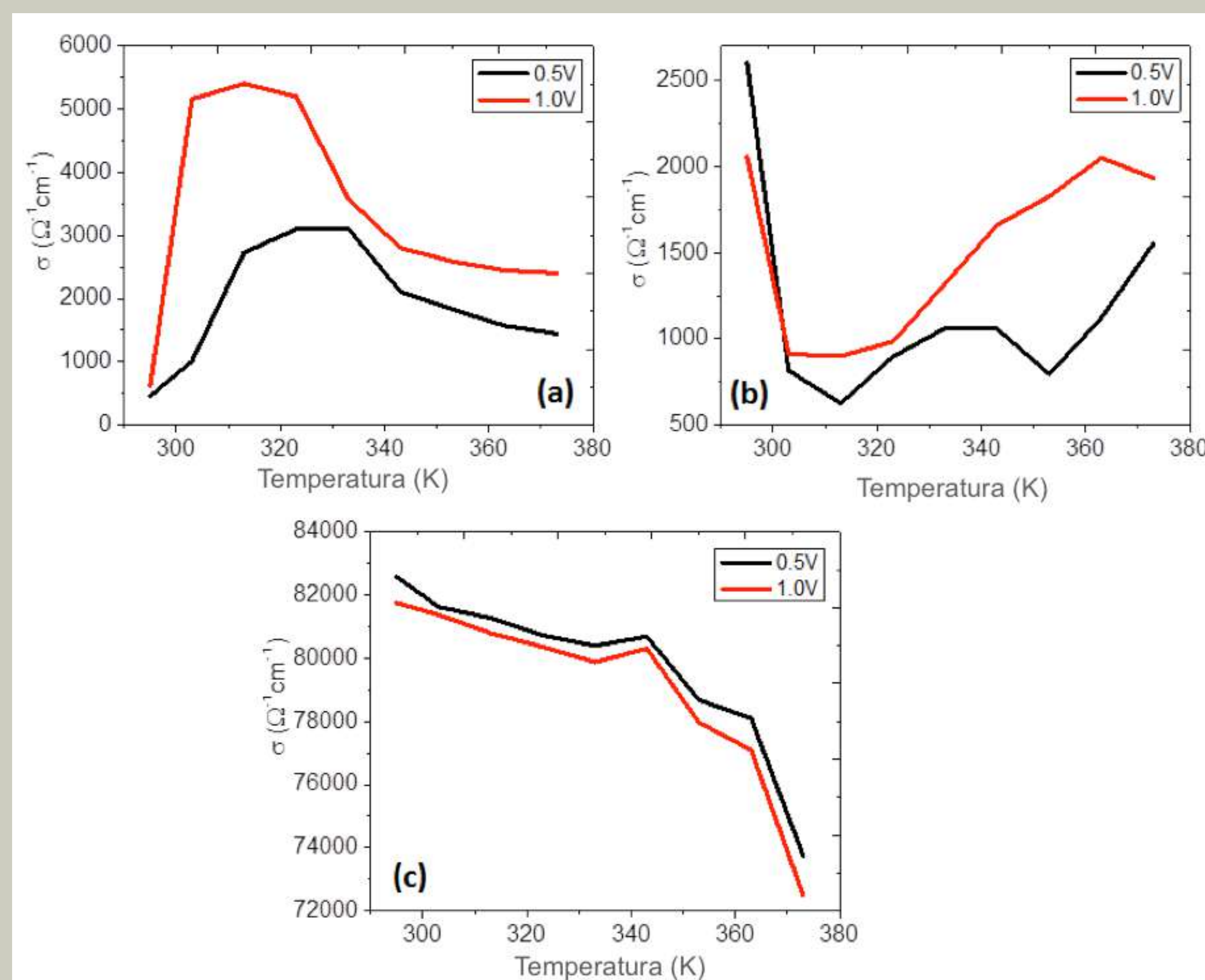


Figura 2. Gráficos de  $\sigma$ -T obtenidos para los dispositivos flexibles (PET/ITO/semiconductor dopado/Ag) con (a) Ia, (b) Ib y (c) Ic como capa activa.

## Conclusiones

Se obtuvieron semiconductores orgánicos, que pueden usarse como películas en la fabricación de dispositivos solares flexibles. Los semiconductores con DAQ y DHAQ (Ia y Ib), muestran un aumento considerable en la conductividad al ser dopados. Después del recocido, las películas no sufrieron degradación química, aunque su energía de activación óptica disminuyó. Los resultados muestran que las películas semiconductoras a base de antraquinona se pueden usar en la fabricación de dispositivos optoelectrónicos como los dispositivos fotovoltaicos.

## Metodología

Se agregaron 200 mg de ZnFt a 200 mg de DAQ (1,4-diaminoantraquinona  $C_{14}H_{10}N_2O_2$ ) (compuesto Ia), AQDH (Ácido antraflávido:  $C_{14}H_8O_4$ ) (compuesto Ib) y EAQ (2-etilantraquinona:  $C_{16}H_{12}O_2$ ) (compuesto Ic) respectivamente, y se disolvieron en etanol absoluto (ver Figura 1). El dopaje se llevó a cabo durante 25 minutos a 423 K en un reactor Monowave 50. Estos semiconductores se depositaron como películas, con ayuda de un sistema de evaporación a un vacío de 10<sup>-5</sup> torr. El depósito se realizó sobre sustratos de silicio monocristalino, cuarzo, vidrio Corning y tereftalato de polietileno (PET). Se fabricaron dispositivos flexibles como los mostrados en la Figura 1 que fueron evaluados por el método de 4 puntas.

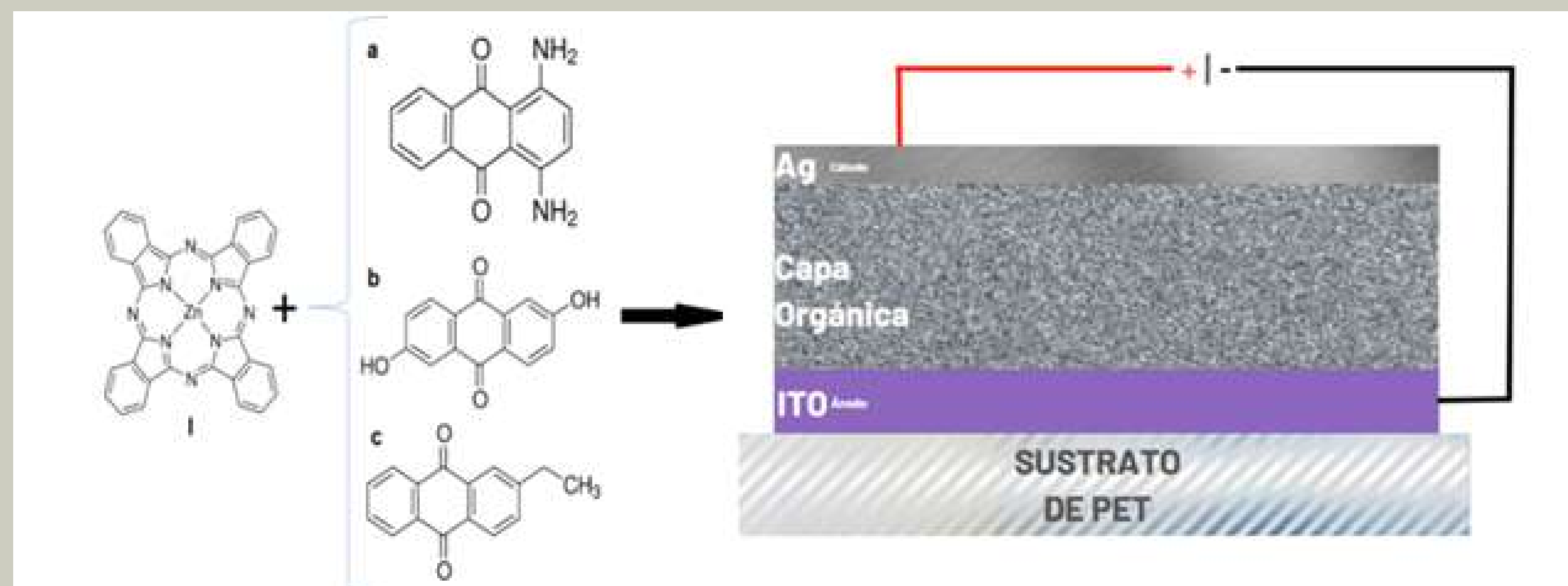


Figura 1. Representación de las estructuras investigadas y los dispositivos flexibles (PET/ITO/semiconductor dopado/Ag).

La energía de activación óptica ( $E_g$ ), controla la eficiencia de la absorción de luz en las células solares orgánicas. El  $E_g$  asociado a las películas se determina mediante una extrapolación de la tendencia lineal observada en la dependencia espectral de  $(\alpha h\nu)^{1/2}$  en un rango limitado de energías de fotones ( $h\nu$ ).

El coeficiente de absorción ( $\alpha$ ) y la frecuencia ( $\nu$ ) se obtienen experimentalmente del espectro UV-vis, así como también el grosor de la película, mientras que  $h$  es la constante de Planck. Para semiconductores orgánicos considerados en dispositivos fotovoltaicos se deben presentar valores entre 1.5 y 4.0 eV. Los valores determinados para las películas en este trabajo caen dentro de este rango. (Tabla 1).

Muestra	$E_g$ (eV)	$E_g$ (eV) recocido
Ia	2.51	1.88
Ib	1.4	1.38
Ic	1.53	1.4

Tabla 1. Energías de activación óptica de películas de antraquinona dopadas

## Referencias

- Fouriaux, S.; Armand, F.; Araspin, O.; Ruauzel-Teixier, A.; Maya, E.; Vazquez, P.; Torres, T. Effect of the Metal on the Organization of Tetraamidometallophthalocyanines in Langmuir-Blodgett Films. *J. Phys. Chem.* 1996, 100 (42), 16984-16988; DOI: <https://doi.org/10.1021/jp961225s>
- Alamri, S.N.; Joraid, A.A.; Al-Raqa, S.Y. Structural and optical properties of thermally evaporated 1,4,8,11,15,18,22,25-octahexylphthalocyanine thin films. *Thin Solid Films.* 2006, 510, 265-270; DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2005.12.303>
- El-Nahass, M.M.; Abd-El-Rahman, K.F.; Al-Ghamdi, A.A.; Asiri, A.M. Optical properties of thermally evaporated tin-phthalocyanine dichloride thin films. *SnPcCl2. Phys. B.* 2004, 344, 398-406; DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physb.2003.10.019>
- Seoudi, R.; El-Bahy, G.S.; El-Sayed, Z.A. FTIR, TGA and DC electrical conductivity studies of phthalocyanine and its complexes. *J. Mol. Struct.* 2005, 753 (1), 119-126; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2005.06.003>