

**Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, Baja California**



---

**Programa de Posgrado en Ciencias  
en Física de Materiales**

---

**Desarrollo de un bio sensor no invasivo tipo tatuaje**

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias

Presenta:

**David Shimomoto Sanchez**

Ensenada, Baja California, México  
2017

Tesis defendida por

# David Shimomoto Sanchez

y aprobada por el siguiente Comité

---

**Dr. Víctor Julián García Gradilla**  
Director de Tesis

**Dr. José Manuel Romo Herrera**

**Dr. Alejandro Huerta Saquero**

**Dr. Víctor Ruiz Cortes**

**Dr. Felipe Castellón Barraza**



---

**Dr. Leonel Susano Cota Araiza**  
Coordinador del Posgrado en Física de Materiales

---

**Dra. Rufina Hernández Martínez**  
Directora de Estudios de Posgrado

*David Shimomoto Sanchez © 2017*

*Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor*

Resumen de la tesis que presenta **David Shimomoto Sanchez** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Física de Materiales.

### **Desarrollo de un biosensor no invasivo tipo tatuaje para lactosa**

Resumen aprobado por:

---

Dr. Víctor Julián García Gradilla  
Director de tesis

Se ha desarrollado un biosensor no invasivo para detectar y cuantificar lactosa, semejante biosensor se basa en tecnologías impresas, específicamente en la técnica de impresión de electrodos por serigrafía utilizando tintas de plata-cloruro de plata (Ag/AgCl) y nanotubos de carbono dopados con nitrógeno (CNx). El método de detección es electroquímico en donde la enzima lactosa oxidasa esta inmovilizada por medio de adsorción para producir la oxidación de lactosa y así producir ácido glucónico y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), en este trabajo se mide la concentración de lactosa utilizando la técnica de amperometría, fijando un potencial que se investigó (600V), el biosensor detecta la presencia de peróxido de hidrógeno a partir de su reducción, produciendo una corriente negativa la cual es medible y cuantificable la cual esta intrínsecamente relacionada a la concentración de lactosa del usuario. Los resultados de este proyecto ayudarán a futuros trabajos experimentales para producir biosensores no invasivos de lactosa y de esta manera optimizar el tratamiento de pacientes diabéticos.

Palabras clave: **biosensor no invasivo, nanotubos, amperometría, lactosa oxidasa**

Abstract of the thesis presented by **David Shimomoto Sanchez** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Materials Physics.

**Development of a tattoo type non-invasive lactose biosensor**

Abstract approved by:

---

Dr. Victor Julián García Gradilla  
Thesis advisor

We have developed a non-invasive lactose biosensor for the detection and quantification of lactose; such biosensor is based on printed technologies, specifically in the screen printing technique using silver chloride (Ag/AgCl) inks and nitrogen doped nanotubes (CNx). The transduction method is electrochemical where the lactose oxidase enzyme is immobilized by adsorption to produce the oxidation of lactose and obtain gluconic acid and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). In this work, we measure the lactose concentration using the amperometry technique, we fix a potential which it was previously investigated; the biosensor detects the presence of hydrogen peroxide by its reduction; this produces a negative current that we can measure, and it's entirely related to the lactose concentration of the user. The results of this project will help future experimental works for the development of non-invasive lactose biosensors to optimize and assist the diabetic people.

Palabras clave: **non-invasive biosensor, nanotubes, amperometry, lactose oxidase**