CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA

# Recubrimientos compositos Zn/AgPs: Síntesis, Evaluación de la corrosión en ambientes fisiológicos sintéticos y actividad antibacterial.

TESIS PRESENTADA POR:

**Ing. En Nanotecnología Berenice Castro Rodríguez**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**Maestría en Electroquímica**

Noviembre 2019

# Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

**REALIZADO POR:**

**Ing. En Nanotecnología Berenice Castro Rodríguez**

**DIRIGIDA POR**

**Dr. Gabriel Trejo Córdova**

**SINODALES**

Dr. Raúl Ortega Borges

Presidente

_____

Firma

Dra. María Yolanda Reyes Vidal

Secretario

_____

Firma

M. en C. José Mojica Gómez

Vocal

_____

Firma

Dr. Germán Orozco Gamboa

Vocal

_____

Firma

**Este trabajo fue realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), bajo la dirección**

**Dr. Gabriel Trejo Córdova**

**Proyecto: PN/2015-01-248**

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre Araceli Rodríguez Cruz, antes que a nadie, por el apoyo incondicional que me ha brindado, no solo en este proyecto, sino durante toda mi vida, por creer siempre en mí y darme las palabras de aliento necesarias para no rendirme ante las adversidades.

A mi padre Armando Castro Rocha, hermana Jaqueline Castro Rodríguez y abuela Blanca Rocha Cuesta, por su apoyo y por siempre hacerme sentir que estuvieron cerca de mí a pesar de la distancia que nos separó durante la realización de este trabajo.

A mi asesor, el Dr. Gabriel Trejo Córdova, por permitirme desarrollar este proyecto, por todo el conocimiento y experiencia que compartió conmigo, por esos correos donde las letras mayúsculas significaron que necesitaba prestar más atención en mi trabajo y sobre todo por su paciencia.

Agradezco a mis sinodales: Dra. María Yolanda Reyes Vidal, Dr. Raúl Ortega Borges y M. en C. José Mojica Gómez, por su colaboración en este proyecto, por sus consejos y por su dedicación en la revisión de mi tesis.

A mis amigos y compañeros de generación: Itzel, José Antonio, Jan-Carlo, Alejandro y Leonardo por su amistad, por amenizar mi estancia en CIDETEQ y por compartir sus conocimientos conmigo.

A mis amigos y compañeros de laboratorio, Julieta Acosta y Arturo Villa quienes permitieron que las horas de trabajo invertidas en el desarrollo de este proyecto fueran más ligeras y amenas.

A Marlet Plata y a Rosita Mauricio por su amistad, cariño y por hacerme sentir parte de sus familias.

Agradezco a mis tías y tíos: Hilda, Marisela, Luis y Roberto, por el apoyo incondicional que me brindaron desde que supieron que estaría en Querétaro.

Agradezco a CONACYT por la beca otorgada para mis estudios de maestría. Asimismo, agradezco a CIDETEQ por todas las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto.

El objetivo de este trabajo fue sintetizar un recubrimiento composito Zn/AgPs biodegradable variando la concentración de AgPs y evaluar su influencia ante la efectividad antibacterial y la resistencia a la corrosión en soluciones fisiológicas sintéticas. Por lo cual, este recubrimiento composito Zn/AgPs se propone como una alternativa para ser utilizados en la fabricación de implantes temporales, es decir, en implantes que sólo deban utilizarse durante un tiempo determinado para sanar la herida y posteriormente deban degradarse y bioabsorberse completamente para ser desechados por el cuerpo.

La investigación se llevó a cabo en tres etapas: i) Electrodeposición y caracterización de los recubrimientos compositos Zn/Ag, para comprender el efecto de las partículas de plata en los recubrimientos compositos Zn/Ag; ii) Estudio de la actividad antibacterial de los recubrimientos compositos Zn/AgPs ante *Bacillus subtilis* como modelo de bacteria Gram positivo y *Pseudomonas aeruginosa* como modelo de bacteria Gram negativo con la finalidad de comprobar la efectividad antibacterial de los recubrimientos compositos Zn/AgPs ante cada especie, alcanzando una efectividad en la inhibición del crecimiento del 88 % para *B. subtilis* y una efectividad en la inhibición del crecimiento del 100 % para *P. aeruginosa; iii)* Evaluación del comportamiento anticorrosivo en soluciones fisiológicas sintéticas (Hanks, Ringer, Tyrode y PBS) para observar la influencia de la concentración de partículas de plata (AgPs) en los recubrimientos compositos Zn/AgPs, sobre su comportamiento anticorrosivo. Dicha evaluación se realizó mediante la técnica de curvas de polarización lineal y pruebas de inmersión, quedando demostrado que las partículas de plata favorecen el comportamiento anticorrosivo de los recubrimientos compositos Zn/AgPs.

## ABSTRACT

The objective of this work was to synthesize a biodegradable Zn / AgPs composite coating by varying the concentration of AgPs and assessing their influence on antibacterial effectiveness and corrosion resistance in synthetic physiological solutions. Therefore, this Zn / AgPs composite coating is proposed as an alternative to be used in the manufacture of temporary implants, that is, in implants that should only be used for a certain time to heal the wound and subsequently must be degraded and completely bioabsorbed to be discarded by the body.

The investigation was carried out in three stages: i) Electrodeposition and characterization of Zn / Ag composite coatings, to understand the effect of silver particles on Zn / Ag composite coatings; ii) Study of the antibacterial activity of Zn / AgPs composite coatings before Bacillus subtilis as a model of Gram positive bacteria and Pseudomonas aeruginosa as a model of Gram negative bacteria in order to verify the antibacterial effectiveness of Zn / AgPs composite coatings for each species , achieving a growth inhibition effectiveness of 88% for B. subtilis and a growth inhibition effectiveness of 100% for P. aeruginosa; iii) Evaluation of the anticorrosive behavior in synthetic physiological solutions (Hanks, Ringer, Tyrode and PBS) to observe the influence of the concentration of silver particles (AgPs) on Zn / AgPs composite coatings, on their anticorrosive behavior. This evaluation was carried out using the technique of linear polarization curves and immersion tests, it being demonstrated that the silver particles favor the anticorrosive behavior of the Zn / AgPs composite coatings.

**Las siguientes páginas fueron eliminadas debido a que su contenido es información clasificada como confidencial de acuerdo con el Artículo 113 fracción II de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública 2017, y con el Artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública 2015.**