

ISSN 2410-3462

Volumen 7, Número 23 — Julio — Diciembre — 2020

# Revista de Simulación y Laboratorio

**ECORFAN®**

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Editor en Jefe**

SERRANO-PACHECO, Martha. PhD

### **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

### **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

### **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

## **Revista de Simulación y Laboratorio,**

Volumen 7, Número 23, de Julio a Diciembre - 2020, es una revista editada semestralmente por ECORFANBolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: SERRANO-PACHECO, Martha. PhD. ISSN: 2410-3462. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD, LUNA-SOTO, Vladimir. PhD, actualizado al 31 de Diciembre, 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

# **Revista de Simulación y Laboratorio**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Biología y Química, en las Subdisciplinas de movimiento, sonido, energía, termoeléctrica, fenómenos cuánticos, biología molecular, biología molecular de microorganismos, biología molecular de plantas, química microbiológica, morfología celular, química general, química cuántica.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Simulación y Laboratorio es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Bolivia, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de movimiento, sonido, energía, termoeléctrica, fenómenos cuánticos, biología molecular, biología molecular de microorganismos, biología molecular de plantas, química microbiológica, morfología celular, química general, química cuántica con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Biología y Química. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

CARVAJAL - MILLAN, Elizabeth. PhD  
École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier

CÓRDOVA - GUERRERO, Iván. PhD  
Universidad de la Laguna

LOPEZ - ZAMORA, Leticia. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

PINA - LUIS, Georgina Esther. PhD  
Universidad de la Habana

CASTRO - CECEÑA, Ana Bertha. PhD  
University of California

MELÉNDEZ - LÓPEZ, Samuel Guillermo. PhD  
University of California

JIMÉNEZ - MOLEÓN, María Del Carmen. PhD  
Universidad de Granada

NUÑEZ - SELLES, Alberto Julio. PhD  
Instituto Central de Análisis de Alimentos Utrecht

NAVARRO - FRÓMETA, Amado Enrique. PhD  
Instituto de Petróleo y Química Azerbaiján

ARMADO - MATUTE, Arnaldo José. PhD  
Universidad de los Andes

## **Comité Arbitral**

MARTÍNEZ - HERRERA, Erick Obed. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

DUARTE - ESCALANTE, Esperanza. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

CALVA - BENÍTEZ, Laura Georgina. PhD  
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca

LÓPEZ - MALDONADO, Eduardo Alberto. PhD  
Tecnológico Nacional de México

HURTADO - AYALA, Lilia Angélica. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VILLARREAL - GÓMEZ, Luis Jesús. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

COTA - ARRIOLA, Octavio. PhD  
Universidad de Sonora

BONILLA - BARBOSA, Jaime Raúl. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

RIVERA - ITURBE, Fernando Felipe. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

FRÍAS - DE LEÓN, María Guadalupe. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

HERNANDEZ - HERNANDEZ, Francisca. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Simulación y Laboratorio emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Bolivia considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de movimiento, sonido, energía, termoeléctrica, fenómenos cuánticos, biología molecular, biología molecular de microorganismos, biología molecular de plantas, química microbiológica, morfología celular, química general, química cuántica y a otros temas vinculados a las Biología y Química.

## **Presentacion del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Diseño del proceso de elaboración de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) enchipotlada envasada en frasco de vidrio*, por DIEGO, Oscar, CASO, Luis, HERNÁNDEZ, Soledad y MORALES, Ana, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, como siguiente artículo presentamos, *Efectividad de dos sanitizantes comerciales en la desinfección del cilantro en Maxcanu, Yucatán*, por CANUL, Divino & MOO, Mariel, como siguiente artículo presentamos, *Estudio del comportamiento del pH en el proceso de electrocoagulación con electrodos de hierro para la recuperación de oro y plata*, por PARGA-TORRES, José, FIGUEROA-MARTÍNEZ, Gabriela, VALENZUELA-GARCIA, Leobardo y VALENZUELA-SOTO, Alejandro, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Saltillo, como último artículo presentamos, *Síntesis de nanopartículas de Pt soportadas sobre BN*, por PULIDO, Eder, LUGO, Fabiola, CRUZ, Liz y ESPINOSA, Enrique, con adscripción en la Universidad Politécnica de Altamira.

## Contenido

| Artículo   | Página |
|--|--------|
| <b>Diseño del proceso de elaboración de Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) enchipotlada envasada en frasco de vidrio</b><br>DIEGO, Oscar, CASO, Luis, HERNÁNDEZ, Soledad y MORALES, Ana<br><i>Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros</i>   | 1-5    |
| <b>Efectividad de dos sanitizantes comerciales en la desinfección del cilantro en Maxcanu, Yucatán</b><br>CANUL, Divino & MOO, Mariel  | 6-9    |
| <b>Estudio del comportamiento del pH en el proceso de electrocoagulación con electrodos de hierro para la recuperación de oro y plata</b><br>PARGA-TORRES, José, FIGUEROA-MARTÍNEZ, Gabriela, VALENZUELA-GARCIA, Leobardo y VALENZUELA-SOTO, Alejandro<br><i>Instituto Tecnológico de Saltillo</i> | 10-16  |
| <b>Síntesis de nanopartículas de Pt soportadas sobre BN</b><br>PULIDO, Eder, LUGO, Fabiola, CRUZ, Liz y ESPINOSA, Enrique<br><i>Universidad Politécnica de Altamira</i>  | 17-21  |



## Diseño del proceso de elaboración de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) enchipotlada envasada en frasco de vidrio

### Design of the manufacturing process of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) packed in glass jar

DIEGO, Oscar†, CASO, Luis, HERNÁNDEZ, Soledad y MORALES, Ana

Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prol. Reforma 168, Col. Barrio de Santiago Mihuacán, Izúcar de Matamoros, Puebla. C.P. 74420.

ID 1<sup>er</sup> Autor: Oscar, Diego

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Luis, Caso

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Soledad, Hernández

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Ana, Morales

DOI: 10.35429/JSL.2020.23.7.1.5

Recibido 10 de Julio, 2020; Aceptado 30 de Diciembre, 2020

#### Resumen

El objetivo de estudio consistió en desarrollar la formulación del producto sometida a análisis sensoriales para determinar la de mayor agrado, mediante un análisis de varianza. Obtenida la formulación, se realizó el diagrama de proceso. Para determinar la inocuidad del producto se aplicó la NOM-129-SSA1-1995, realizando los análisis microbiológicos de Bacterias Mesófilas Aerobias, resultando 250 UFC/g, Bacterias Psicrófilas Aerobias, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *S. aureus*, obteniendo valores de < 10 UFC/g. Se realizó el estudio Tecno-económico para determinar costos de producción (\$ 118.77 kg) y el precio de venta (\$ 160 kg) generando utilidades (\$ 41.23) atractivas para el productor y un precio atractivo para el consumidor. Se determinaron indicadores financieros, TIR y VAN, resultando positivos, que indican que el proyecto es económicamente viable; la tasa de retorno de la inversión indica que en 5 meses se recupera dicha inversión. El análisis del Punto de Equilibrio determinó que la venta mínima mensual debe ser de 206 Kg, para cubrir costos de producción, estimando una producción mensual de 360 Kg. Podemos concluir el desarrolló un producto atractivo para productores, generando utilidades atractivas con la mínima inversión, y ofreciendo un producto inocuo y aceptación para el consumidor.

**Tilapia, Desarrollo de producto, Estudio tecno-económico**

#### Abstract

The aim of the study was to develop product formulation of tilapia which was subjected to sensory analysis to determine the most accepted by consumers. With the product formulation process diagram was performed. To determine product safety, shepherded the NOM -129-SSA1- 1995, sanitary specifications of fishery products, performing microbiological analyzes of Bacteria Mesophilic Aerobic, obtaining results of 250 CFU / g, Bacteria psychrophilic Aerobic, Total Coliforms, Fecal Coliforms and *S. aureus*, the latter values < 10 CFU / g were obtained. Techno - economic study where production costs (\$ 118.77 kg) were determined and determine the selling price (\$ 160 kg) generating attractive for producers and attractive final price to the consumer gross profits (\$ 41.23) was performed. The rate of return on investment indicates that in 5 months this investment is recovered; financial indicators, TIR and VAN, with positive results, indicating that the project is economically viable were determined. Finally, the Breakeven analysis in which we determine that the minimum monthly sales should be 206 Kg to cover production costs and from the next unit was performed to generate profits, estimating monthly production of 360 kg can conclude he developed an attractive product for Tilapia producers, generating attractive profits with minimal investment, providing a safe product and consumer acceptance.

**Tilapia, Product development, Techno-economic survey**

**Citación:** DIEGO, Oscar, CASO, Luis, HERNÁNDEZ, Soledad y MORALES, Ana. Diseño del proceso de elaboración de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) enchipotlada envasada en frasco de vidrio. Revista de Simulación y Laboratorio. 2020. 7-23:1-5.

†Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

El envasado en frascos de vidrio es un método de conservación de los alimentos que consiste en cerrar el frasco a una determinada presión y posteriormente calentarlos a una temperatura que destruya microorganismos presentes en el alimento (proceso de esterilización). (Ress & Bettinson, 1991). Este método, así como, enlatado, plástico o en bolsas herméticas, hace posible la obtención de alimentos fuera de temporada y que ofrecen una vida de anaquel mucho más amplia, (Desrosier, 1997).

La descomposición de todos los alimentos es causada por la acción de microorganismos como hongos, bacterias y levaduras, los cuales se encuentran en el mismo alimento, en el agua, aire y suelo. Para la conservación de alimentos es necesario detener la acción de estos organismos con la aplicación correcta del calor. Los frascos deben estar herméticamente cerrados y esterilizados después del proceso de envasado, para prevenir la entrada de estos organismos o la multiplicación de estos, (Mossel & Moreno, 2000).

En el caso de los productos enchipotlados, el chile (*Capsicum* spp.) en cualquiera de sus especies, es parte de la dieta del consumidor mexicano por lo cual se desarrolló esta formulación pensando en la gran aceptación que tienen los productos como son filetes, camarones, pollo, etc.

La formulación de tilapia enchipotlada empacada en frasco de vidrio ofrece grandes ventajas como son la aceptación del consumidor de productos enchilados y la vida de anaquel más amplia por ser un producto con el proceso de esterilización ventaja que ofrece a los productos enchipotlados que normalmente encontramos en restaurantes.

## Materiales y métodos

La mojarra Tilapia (*Oreochromis niloticus*) se adquirió con un productor del municipio de Tlapanalá, Puebla. El criadero cuenta con certificado en Buenas Practicas Acuícolas por parte de CONAPESCA.

Para obtener un producto con la mayor aceptación por parte del consumidor lo primero fue desarrollar una formula determinada y someterla a análisis sensorial, con los resultados y comentarios obtenidos se modifico el contenido de la salsa en cuanto a especies y se desarrollaron dos formulaciones más para obtener la de mayor aceptación (figura 1), aplicando la técnica de pruebas de aceptación (Anzaldúa-Morales, 2005),

A partir de esta formulación final se desarrollaron las etapas de proceso (figura 2) para la preparación del producto.

Como resultado de esta formulación y debido a la salsa de chipotle añadida al final del proceso tenemos un rendimiento de 126%.

Con la finalidad de determinar la inocuidad microbiológica durante el proceso, así como en el producto final (tabla 1), se realizaron los análisis microbiológicos como lo marca la NOM-129-SSA1-1995, la cual regula las especificaciones sanitarias de productos de la pesca: secos-salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados.

También se determinó también el punto dentro del proceso en dónde el riesgo microbiológico se cancela, es decir el Punto Critico de Control (PCC), los puntos muestreados fueron los siguientes: materia prima (tilapia cruda), posterior al proceso de pasteurizado y después de 24 horas de almacenado a 4°C. Para tal efecto, se cuantificaron: bacterias mesófilas aeróbias (BMA), NOM-092-SSA1-1994; bacterias coliformes totales (CT), NOM-113-SSA1-1994; *E. coli*, NOM-112-SSA1-1994 y *S. aureus*, NOM 115-SSA1-1994. De acuerdo con los resultados, se determinó que el PCC es el pasteurizado, por lo que éste paso deberá ser inspeccionado y observado cada vez en la elaboración de la tilapia enchipotlada. Además, debe asegurarse periódicamente que el proceso alcance 96°C durante 30 min. (Mossel & Moreno, 2000)

De acuerdo con el estudio técnico realizado que se muestra en la Tabla 2, se determinan los costos fijos y variables (Nahmias, 2007), esto a partir de los costos unitarios de todos los ingredientes utilizados, el material de envase, los energéticos como gas LP y energía eléctrica, mano de obra directa considerando que se necesita a una persona para la elaboración del producto y se calcula la depreciación de los equipos utilizados.

Una vez realizado estos cálculos se determina el costo de producción por Kg de producto y se sugiere el precio de venta por Kg, tomando en cuenta una ganancia atractiva para el productor y también de menor precio al de la competencia.

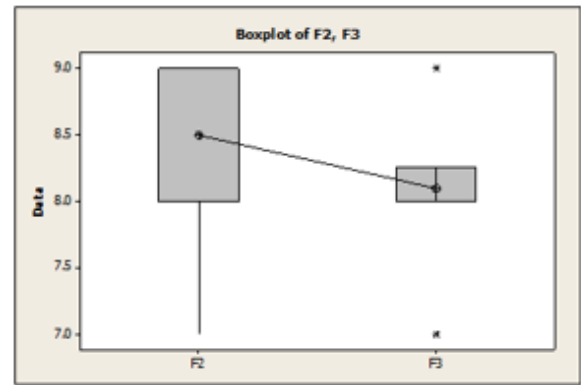
En la tabla 3 se muestran los indicadores financieros de la viabilidad del proyecto (Baca, 2010). Este estudio se realizó tomando en cuenta una tasa de inflación anual promedio del 5%, un incremento de ventas anual de 5% y una tasa de riesgo de 30%.

Se realizó el análisis de Punto de Equilibrio, figura 3, (Coss Bu, 2006), con la determinación de los costos fijos, los costos totales y el precio de venta, con la finalidad de saber la cantidad de Kg que se necesitan vender mensualmente para cubrir el total de costos y a partir de la siguiente unidad generar utilidades.

**Resultados**

Se desarrollo una formula preliminar que fue sometida a análisis sensorial y en la que se obtuvieron comentarios para mejorar la aceptabilidad del consumidor, posteriormente se desarrollaron otras dos formulaciones donde se modificaron los ingredientes de la salsa y se sometieron a análisis sensorial para determinar la de mayor aceptación.

Para esto los resultados obtenidos fueron procesados con el software Minitab 14 mediante un análisis de varianza y el método de comparación de Tukey, como se puede observar en la Figura 1, la formulación 2 fue la más aceptada.



One-way ANOVA: F2, F3

| Source | DF | SS     | MS    | F    | P     |
|--------|----|--------|-------|------|-------|
| Factor | 1  | 2.400  | 2.400 | 6.89 | 0.011 |
| Error  | 58 | 20.200 | 0.348 |      |       |
| Total  | 59 | 22.600 |       |      |       |

S = 0.5901 R-Sq = 10.62% R-Sq(adj) = 9.08%

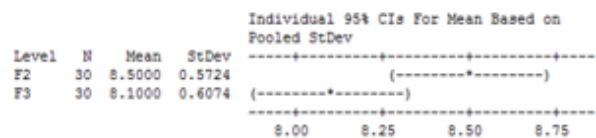


Figura 1 Comparación de las formulaciones 2 y 3

En la figura 2 podemos observar el proceso de elaboración propuesto para este producto, basado en la formulación de mayor aceptación.

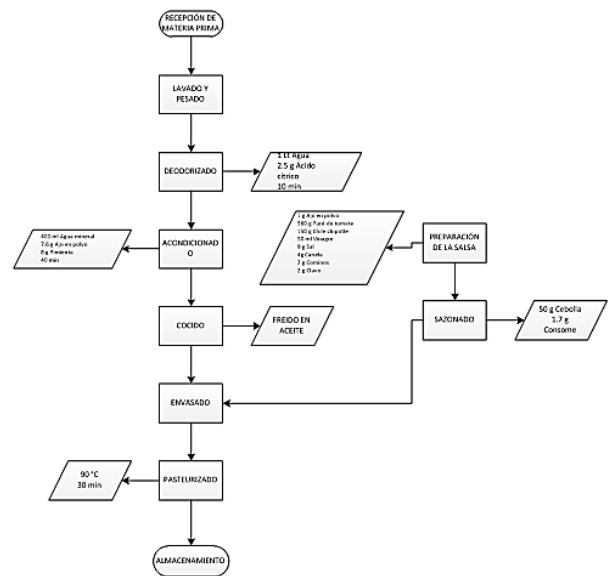


Figura 2 Diagrama de bloques del proceso de elaboración de tilapia enchipotlada

La tabla 1 muestra los resultados de los análisis microbiológicos del producto terminado, los valores se muestran en UFC/g salvo se especifique otra cosa. Los valores sombreados en gris muestran los límites permisibles por la NOM-129-SSA1-1995.

| Bacterias mesófilas aerobias | Bacterias psicrófilas aerobias | Coliformes totales | Coliiformes fecales | <i>S. aureus</i> |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 25x10 <sup>1</sup>           | <10                            | <10                | <10                 | <10              |
| 50x10 <sup>4</sup>           | -                              | -                  | <230 NMP/g          | 500              |

Tabla 1 Resultados de los análisis microbiológicos

De estos datos se desprende que el producto final satisface los criterios de la NOM-129-SSA1-1995, por lo que puede considerarse microbiológicamente seguro para el consumidor.

De acuerdo con el estudio tecno-económico que se muestra en la tabla 2 determinamos el costo de producción por kilo de tilapia enchipotlada que es de \$118.77. Con un precio de venta sugerido de \$160.00 por Kg, se obtiene una ganancia de \$41.23 por Kg. El precio de venta sugerido no es exorbitante, tomando en cuenta que en los supermercados se venden lomos de tilapia crudos empacados al vacío por caso \$200.00 por Kg.

| Concepto                | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Total    | Costos fijos | Costos variables |
|-------------------------|----------|------------------|----------------|----------|--------------|------------------|
| Materia prima           |          |                  |                |          |              |                  |
| Total                   | 2.070    | kg               | \$1,008.60     | \$78.60  |              | \$78.60          |
| Materiales indirectos   |          |                  |                |          |              |                  |
| Envase                  | 2        | Pza.             | \$7.60         | \$15.20  |              | \$15.20          |
| Etiqueta                | 2        | Pza.             | \$0.60         | \$1.20   |              | \$1.20           |
| Suministros             |          |                  |                |          |              |                  |
| Energía eléctrica       | 0.400    | kw               | \$0.87         | \$0.35   | \$0.35       |                  |
| Gas                     | 0.410    | kg               | \$13.00        | \$5.33   | \$5.33       |                  |
| Mano de obra            |          |                  |                |          |              |                  |
|                         | 1        | Persona          | \$6,000.00     | \$16.67  |              | \$16.67          |
| Otros                   |          |                  |                |          |              |                  |
| Depreciaciones y amort. |          | Equipo           |                | \$       | \$           |                  |
| Mantenimiento           |          | Servicio         |                | -        | -            |                  |
| Costo de producción:    |          |                  |                | \$118.77 | \$7.10       | \$111.67         |
| Precio de venta         |          |                  |                | \$160.00 |              |                  |
| Ganancias por producto  |          |                  |                | \$41.23  |              |                  |

Tabla 2 Estudio tecno-económico

Estimando un incremento en las ventas anual de un 5% se obtienen valores positivos tanto para el VAN como para la TIR, lo cual indica que el proyecto es económicamente viable, con un retorno de la inversión estimado en 5 meses, como se muestra en la tabla 3.

|   |                      |
|---|----------------------|
| Valor actual neto (VAN)                 | 194,171.43           |
| Tasa Interna de Retorno (TIR)           | 203.3%               |
| Período de recuperación de la inversión | 0.4661 (Cinco meses) |

Tabla 3 Indicadores financieros

En el Gráfico 1 se muestra el análisis del punto de equilibrio en el proceso de elaboración de la tilapia enchipotlada, el cual, se alcanza cuando se venden 206 Kg mensuales de una producción de 360 Kg en el mismo periodo.

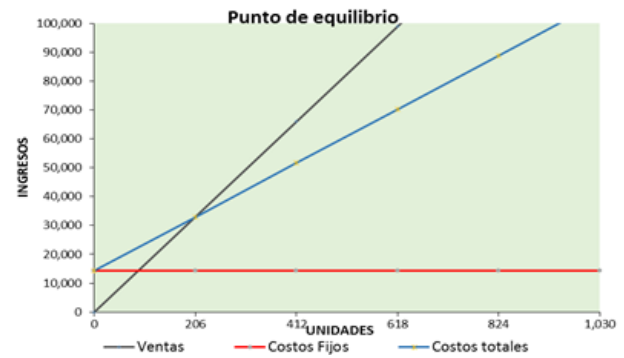


Gráfico 1 Análisis del punto de equilibrio

## Conclusiones

La formulación y proceso propuesto goza de gran aceptación por parte del consumidor, además de ser un proceso fácil de elaborar por los productores.

Los análisis microbiológicos realizados al producto nos indican que el producto es inocuo y las especificaciones se encuentran por debajo de la NOM-129-SSA1-1995.

En el estudio tecno económico nos indica que del precio de venta sugerido y los costos de producción, obtendremos atractivas utilidades y a un precio competitivo para beneficio del productor.

En el análisis de Punto de Equilibrio podemos determinar la generación de utilidades al cumplir con la venta mínima mensual de 206 kg.

Los indicadores financieros como VAN y TIR (positivos) nos indica la viabilidad del proyecto y con un tiempo del retorno de la inversión muy bajo (5 meses), haciéndolo un proyecto muy atractivo para los productores de tilapia de la región.

## Agradecimientos

Agradecemos al Programa de Apoyo al Desarrollo de la Educación Superior (PADES) 2013, por el financiamiento otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

Blank, L., Tarquin A. (2006). Ingeniería Económica (6ª ed). México: Mc Graw Hill.

Tucker, I. B. (2002). Fundamentos de Economía (3ª ed). México: Thomson.

DIEGO, Oscar, CASO, Luis, HERNÁNDEZ, Soledad y MORALES, Ana. Diseño del proceso de elaboración de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) enchipotlada envasada en frasco de vidrio. Revista de Simulación y Laboratorio. 2020

Tawfik, L. Chavrel, A. M. (1992). Administración de la Producción. México: Mc Graw Hill.

Nahmias, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México: Mc Graw Hill.

Baca Urbina, G. (2010). Evaluación de Proyectos (6ª ed). México: Mc Graw Hill.

Coos Bu, R. (2006). Análisis y Evaluación de Proyectos de Investigación (2ª ed). México: Limusa.

Prescott, L. M., Harley, J. P., Klein, D. A. (2004). Microbiología. España: Acribia.

Leveau, J. Y., Bouix M. (2000). Microbiología Industrial. España: Acribia.

Anzaldúa-Morales, A. (2005). La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. España: Acribia.

Moll, M., Moll, N. (2006). Compendio de Riesgos Alimentarios. España: Acribia.

Rees, J. A. G., Bettison, J. (1991). Procesado Térmico y Envasado de los Alimentos. España: Acribia.

Desrosier, N. W. (1997). Conservación de Alimentos. México: CECSA.

Mossel, D. A. D., Moreno García, B. (2000). Microbiología de los Alimentos, Fundamentos Ecológicos para Garantizar y Comprobar la Inocuidad y calidad de los Alimentos. España: Acribia.

Jay, J. L. (2000). Microbiología Moderna de los Alimentos (4ª ed). España: Acribia.

## Efectividad de dos sanitizantes comerciales en la desinfección del cilantro en Maxcanu, Yucatán

## Effectiveness of two commercial sanitizers in the disinfection of coriander in Maxcanu, Yucatán

CANUL, Divino† & MOO, Mariel

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Divino, Canul*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Mariel, Moo*

DOI: 10.35429/JSL.2020.23.7.6.9

Recibido 15 de Julio, 2020; Aceptado 30 de Diciembre, 2020

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar dos agentes sanitizantes en la reducción de la carga microbiana del cilantro (*Coriandrum sativum*). Se utilizó como unidad experimental 20 g de follaje obtenido del mercado local de Maxcanu, Yucatan. Se generaron tres tratamientos por inmersión durante cinco minutos en las siguientes soluciones acuosas: Hipoclorito de sodio (300 ppm); Microdyn® (1.75 ml L<sup>-1</sup>); y el testigo (sin sanitizante). La evaluación microbiológica se realizó a través del método del filme seco rehidratarle (método 3M Petrifilm). Las variables de respuesta fueron Coliformes totales y *E. Coli*, expresado como log<sub>10</sub> unidades formadoras de colonia por gramo de muestra (log<sub>10</sub> ufc g<sup>-1</sup>). Se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (P≤0.05), sobresaliendo al reducir la carga microbiana el tratamiento con Microdyn®, al presentar los valores de 4.95 y 3.2 log<sub>10</sub> ufc g<sup>-1</sup> de Coliformes totales y *E. coli*, respectivamente, por lo que se recomienda para la desinfección de frutas y hortalizas consumidas crudas, la aplicación de 1.75 ml L<sup>-1</sup> de Microdyn® en el agua de lavado.

*E. coli*, Coliformes totales, Cilantro

### Abstract

The objective of the present study was to evaluate two sanitizing agents in reducing the microbial load of cilantro (*Coriandrum sativum*). It was used as experimental unit obtained 20 g of leaves local market Maxcanu, Yucatan. Three treatments were generated by immersion for five minutes in the following aqueous solutions: Sodium hypochlorite (300 ppm); Microdyn® (1.75 ml L<sup>-1</sup>), and the control (without sanitizing). The microbiological evaluation was performed by the method of rehydratable dry film (3M Petrifilm method). The response variables were total coliforms and *E. coli*, expressed as log<sub>10</sub> colony forming units per gram of sample (log<sub>10</sub> cfu g<sup>-1</sup>). Statistical differences between treatments (P <0.05), protruding to reduce microbial load treatment Microdyn®, the present values of 4.95 and 3.2 log<sub>10</sub> cfu g<sup>-1</sup> of Total Coliforms and *E. coli*, respectively, so that is recommended for disinfecting fruits and vegetables consumed raw, applying 1.75 ml L<sup>-1</sup> Microdyn® in the wash water.

*E. coli*, Total coliforms, Cilantro

**Citación:** CANUL, Divino & MOO, Mariel. Efectividad de dos sanitizantes comerciales en la desinfección del cilantro en Maxcanu, Yucatán. Revista de Simulación y Laboratorio. 2020. 7-23:6-9.

†Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

En la actualidad el consumo del cilantro (*Coriandrum sativum*) como hortaliza fresca es de suma importancia debido a su utilización como hierba aromática (Zapata y Garcia, 2002), sin embargo, en nuestro país no se aplican sistemas de gestión de calidad e inocuidad adecuada desde la siembra hasta la comercialización y consumo de este tipo de alimentos, tales como las buenas prácticas agrícolas (BPA), por lo que la utilización de estiércol y aguas residuales para su cultivo han traído como consecuencia la contaminación por microorganismos como *Escherichia coli* (*E. coli*), *Salmonella* y parásitos (Campos y Manzano, 2007).

La organización para la alimentación y agricultura menciona que es de suma importancia la sanitización de los vegetales consumidos en fresco ya que pueden reducir la incidencia de enfermedades. La sanitización consiste en la acción biocida de diferentes agentes oxidantes que interfieren con la síntesis de proteína celular; o ácidos orgánicos, que penetran en la célula provocando un efecto depresor del pH, inhibiendo al microorganismo presente (Beuchat et al., 2001; FAO. 2007). Las soluciones sanitizantes pueden ser orgánicas o químicas, como compuestos orgánicos Canul et al., (2014), evalúa el ácido cítrico en jicama minimamente procesada y reporta una reducción de la carga microbiana, sin embargo, las más utilizadas en la desinfección de hortalizas son el cloro y la plata coloidal. El mecanismo de desinfección de la plata coloidal actúa por la inactivación de las enzimas de las células bacterianas y hongos que usan oxígeno para su metabolismo, pues causa una disrupción celular, aunque en tiempos muy variables y dependientes de la temperatura.

La Revista del Consumidor al evaluar diferentes soluciones sanitizantes, reporta al microdyn como efectivo en la desinfección de agua, frutas y verduras contaminadas con bacterias (*Salmonella* causante de salmonelosis, tifoidea), *E. coli* (gastroenteritis) y *Vibrio cholerae* (cólera) (PROFECO, 2007). Un estudio de desinfección de melón con una solución de 200 ppm de cloro durante 2 minutos reporta una reducción de 2.6 ciclos logarítmicos en la superficie del melón (Ukuku, 2005).

En otro estudio donde se realizó inmersiones en una solución de 150 ppm de hipoclorito de sodio redujo el 90% de la carga inicial de las bacterias en la superficie de melón, sin embargo, la efectividad del producto dura hasta que el cloro residual se agota por lo que puede contaminarse después de este periodo (Barak et al., 2003). Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar dos agentes sanitizantes en la reducción de la carga microbiana en cilantro (*Coriandrum sativum*).

## Materiales y métodos

### Localización del proyecto:

El proyecto se desarrolló en el laboratorio de Tecnología de alimentos de la Universidad Tecnológica del Poniente, en el periodo de Enero-Abril, este se desarrollo en dos partes, en la primera parte se realizó el diagnóstico para determinar si se encuentra la presencia de coliformes totales y *E. coli*, en la segunda etapa se realizó la evaluación de los agentes sanitizantes más utilizados en la región, la selección de las muestras se realizó de manera aleatoria en los establecimientos que venden hortalizas frescas, antes de su utilización el follage fue almacenado a temperatura ambiente + 28°C hasta su utilización.

**Muestras:** Se analizaron 15 muestras de follage de cilantro obtenido de manera aleatoria del mercado local de Maxcanu Yucatan.

**Tratamientos:** Se utilizó un diseño completo al azar, generando tres tratamientos (Tabla 1) con cinco repeticiones cada una (20 g de follage); generando un total de 15 unidades experimentales haciendo inmersiones durante cinco minutos.

| Tratamientos | Sanitizante          | Concentración           |
|--------------|----------------------|-------------------------|
| T1           | Hipoclorito de sodio | 300 ppm                 |
| T2           | Microdyn©            | 1.75 ml L <sup>-1</sup> |
| T3           | Sin sanitizante      | 0                       |

**Tabla 1** Tratamientos evaluados en la desinfección de cilantro (*Coriandrum sativum*)

**Variabes de estudio:** las variables de respuesta fueron Coliformes totales y *E. coli*, expresado como log<sub>10</sub> unidades formadoras de colonia por gramo de muestra (log<sub>10</sub> ufc g<sup>-1</sup>), utilizando tablas para su conversión.

Análisis microbiológico: se realizó a través del método del filme seco rehidratable (método 3M Petrifilm). empleando placas para el recuento de Coliformes totales y *E. coli*, para ello en la campana de flujo laminar marca Ecosel® se maceró 20 g de follaje de cilantro con la ayuda de un mortero de porcelana previamente esterilizado, posteriormente con la ayuda de una micropipeta se midió 1 ml de jugo y disolvió en 9 ml de agua estéril para inocular, para la siembra se utilizó la tercera dilución tomando 1 ml ( $10^{-3}$ ) que fue depositado en las placas Petrifilm 3M, se incubó en un estufa de cultivo marca Ecosel® a 35°C durante 24 horas. Posterior a la incubación las placas fueron leídas con la ayuda de un contador de colonias marca Felisa®, el resultado fue expresado como  $\log_{10}$  ufc  $g^{-1}$  de muestra.

Análisis estadístico: El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete Statgraphics Plus para windows. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia  $P=0.05$ .

### Resultados y discusiones

En la Tabla 2 se muestra los resultados obtenidos al evaluar dos soluciones sanitizantes, encontrando diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P<0.05$ ), sobresaliendo en la reducción de la carga microbiana el tratamiento con Microdyn®, al presentar los valores de 4.95 y 3.2  $\log_{10}$  ufc  $g^{-1}$  de Coliformes totales y *E. coli*, respectivamente, resultados similares reporta la PROFECO (2007), al inocular las frutas y hortalizas con bacterias de *E. coli* y Coliformes totales y desinfectarlas con diferentes sanitizantes entre los que se encuentra el Microdyn®, reportando para este, una aceptable reducción de los organismos, con respecto al cloro, se redujo la carga microbiana con respecto al testigo con valores de 5.4 y 3.7  $\log_{10}$  ufc  $g^{-1}$  de coliformes totales y *E. coli*, respectivamente, diferenciando a lo reportado por Ukuku, (2005) y Barak et al., (2003), al evaluar la eliminación y reinfeksió de Salmonella en la superficie de melones, con diferentes tratamientos en la cual indican que el cloro reduce la carga microbiana, sin embargo el bajo nivel de efectividad pudo deberse al tiempo prolongado de remojo ya que durante mayor tiempo el cloro residual se agota y permite la reinfeksió de los organismos (Ritenour et al., 2007).

| Tratamientos | $\log_{10}$ ufc $g^{-1}$ |                         |
|--------------|--------------------------|-------------------------|
|              | Coliformes totales       | <i>E. coli</i>          |
| T1           | 5.40 <sup>b</sup> ± 4.0  | 3.70 <sup>b</sup> ± 2.7 |
| T2           | 4.95 <sup>c</sup> ± 3.9  | 3.2 <sup>c</sup> ± 2.5  |
| T3           | 5.55 <sup>a</sup> ± 4.15 | 3.9 <sup>a</sup> ± 2.7  |

Literales distancias en la misma columna indican diferencia significativa ( $p<0.05$ ), T1=Hipoclorito de sodio, T2=Microdyn®, T3=Testigo.

**Tabla 2** Coliformes totales y *E. coli* en cilantro (*Coriandrum sativum*)

### Conclusiones

Se recomienda para la desinfección de frutas y hortalizas consumidas crudas, la aplicación de 1.75 ml  $L^{-1}$  de Microdyn® en el agua de lavado.

### Referencias

- Barak. C. J., Chue, B. Mills, D. 2003. Recovery and sanitation of Surface bacteria on cantaloupes. Journal of Food Protection. 66 (10):1805-1810.
- Beuchat, L., Farber, J., Garrett, E., Harris, L., Parish, M., Suslow, T. Y Busta, F. 2001. Standardization of a method to determine the efficacy of sanitizers in inactivating human pathogenic microorganisms on raw fruits and vegetables. Journal of Food Protection. 64:1079-1084.
- Campos, D. M. y Manzano, P. W. 2007. Evaluación de métodos de desinfección para hortalizas que se consumen en crudo. Tesis de Ingeniería en Alimentos. Universidad de El Salvador. El Salvador. p. 90.
- Canul, D., Moo, M., y Cruz, M. (2014). Efecto del ácido cítrico sobre la calidad microbiológica de jícama mínimamente procesada. In Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook TV: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos (pp. 169-175). ECORFAN.
- FAO. 2007. Manual para el curso sobre procesamiento de frutas y hortalizas a pequeña escala en Perú. Aspectos microbiológicos. Food and Agriculture Organization of the United States. <http://www.fao.org/docrep/x5063S/x5063S04.htm#5.6%20la%20calidad>, accesada 01/06/2008.



PROFECO. 2007. Soluciones desinfectantes. Revista del consumidor. Procuraduría Federal del Consumidor. [http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_07/soluciones%20julio.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_07/soluciones%20julio.pdf), accesada 09/02/2015

Ritenour M.A., Sargent S.A., Bartz J.A. y Lon Kan, E.E. 2007. Uso del Cloro en las Líneas de Empacado de Productos Cosechados Frescos. Departamento de Horticultural Ciencias, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. HS1082

Ukuku, D. 2005. Effect of sanitizing treatments on removal of bacteria from cantaloupe Surface, and re-contamination with Salmonella. *Journal of Food Microbiology*. 23(3):289-293.

Zapata, A. y Garcia, J.R. 2002. Evaluación agronómica de sistemas de siembra para la producción de follaje en cilantro, *Coriandrum sativum* L. Colombia. p. 75.

## Estudio del comportamiento del pH en el proceso de electrocoagulación con electrodos de hierro para la recuperación de oro y plata

### Study of the behavior of pH in the electrocoagulation process with iron electrodes for the recovery of gold and silver

PARGA-TORRES, José†, FIGUEROA-MARTÍNEZ, Gabriela, VALENZUELA-GARCÍA, Leobardo y VALENZUELA-SOTO, Alejandro

ID 1<sup>er</sup> Autor: *José, Parga-Torres*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Gabriela, Figueroa-Martínez*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Leobardo, Valenzuela-García*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Alejandro, Valenzuela-Soto*

DOI: 10.35429/JSL.2020.23.7.10.16

Recibido 20 de Julio, 2020; Aceptado 30 de Diciembre, 2020

#### Resumen

La tecnología de electrocoagulación es conocida desde principios del siglo XX, donde esta ha evolucionado, siendo en la actualidad una tecnología eficaz para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo, esta técnica no ha sido probada en la recuperación de oro y plata de soluciones de cianuración, debido a esto se propone esta tecnología para la recuperación de metales preciosos ya que se han obtenido excelentes resultados en la recuperaciones de oro y plata superior al 93% en 20 minutos. Debido a esto, esta técnica es propuesta dadas sus ventajas como son: sus bajos costos de operación en comparación a los procesos convencionales de recuperación de metales preciosos como son el proceso Merrill Crowe y el proceso de Carbón Activado. El análisis de resultados de las técnicas X rays y de MEB, demuestran que las especies que se formaron son de tipo magnético identificadas como lepidocrocita, magnetita y oxihidróxidos de hierro amorfo. Este producto magnético adsorbe las partículas reducidas de oro y plata en su superficie debido a la atracción electrostática entre el material magnético y los dos metales. Finalmente, se concluye que el proceso de EC es una tecnología muy eficiente que se puede utilizar para la recuperación de oro y plata de soluciones de cianuración en corto tiempo.

**Electrocoagulación, Cianuración, Proceso Merrill Crowe**

#### Abstract

The technology of electrocoagulation has been known since the early twentieth century, where this has evolved, and is currently effective for the treatment of wastewater technology, but this technique has not been proven in the recovery of gold and silver solutions cyanide because of this technology for the recovery of precious metals is proposed as they have achieved excellent results in the recovery of gold and silver higher than 93% in 20 minutes. Because of this, this technique is proposed given its advantages such as: their low operating costs compared to conventional recovery processes precious metals are like the Merrill Crowe process and the process of Activated Carbon. The analysis of results of technical X rays and SEM show that the species are formed magnetic type identified as lepidocrocite, magnetite and amorphous iron oxyhydroxides. This product adsorbs reduced magnetic particles of gold and silver on its surface due to the electrostatic attraction between the magnetic material and the two metals. Finally, we conclude that the EC process is a very efficient technology that can be used to recover gold and silver from cyanide solutions in a short time.

**Electrocoagulation, Cyanidation, Merrill Crowe Process**

**Citación:** PARGA-TORRES, José, FIGUEROA-MARTÍNEZ, Gabriela, VALENZUELA-GARCÍA, Leobardo y VALENZUELA-SOTO, Alejandro. Estudio del comportamiento del pH en el proceso de electrocoagulación con electrodos de hierro para la recuperación de oro y plata. Revista de Simulación y Laboratorio. 2020. 6-23:10-16.

†Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

La búsqueda de metales preciosos como el oro y la plata fue uno de los estímulos para la exploración del nuevo mundo, luego vino la extracción de minerales no ferrosos y a partir de mediados del Siglo XX, los minerales no metálicos [1]. Actualmente México sigue siendo un país con grandes yacimientos de plata y también ha sido por varios siglos primer productor de plata en el mundo, pero sin embargo en la actualidad la mayoría de los metales, incluyendo los metales preciosos, se encuentran en la naturaleza en forma de compuestos y además se presentan en mezclas más o menos complejas de sulfuros, óxidos, carbonatos y silicatos en los cuales las recuperaciones son bajas [2].

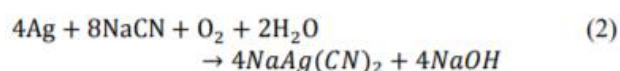
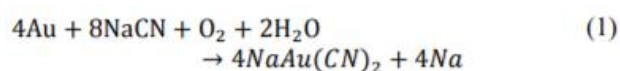
De forma general, el proceso de cianuración es el más utilizado para la extracción de oro y plata a partir de sus minerales. Este proceso electroquímico utiliza oxígeno que se encuentra en el aire como oxidante y al ion CN- como agente complejante [3]. Este método se basa en que el oro y la plata se disuelven fácilmente en una solución acuosa diluida de cianuro de sodio o de potasio, con relativa facilidad si se mantienen en la pulpa condiciones oxidantes favorables a un pH alcalino de 10 [4].

La cementación por zinc o proceso Merrill Crowe es el método más ampliamente usado para la recuperación de oro y plata de soluciones de cianuración, debido a que la operación es simple, fácil de operar y muy eficiente. Sin embargo, existen grandes.

La electroquímica es una tecnología que en las últimas décadas ha tenido muchas aplicaciones industriales y se ha desarrollado rápidamente ofreciendo varias alternativas que compiten ventajosamente con distintos procesos. La electrocoagulación, aunque no es una tecnología nueva, ha sido poco estudiada y desarrollada y se necesita entender a fondo sus mecanismos [6]. Pese a esto, ha logrado alcanzar un aprovechamiento comercial importante en el trabajo puntual de algunos contaminantes ubicándose como una técnica con mayores ventajas comparativas con respecto a las tecnologías tradicionales de tratamiento. Por esta razón en los últimos años ha despertado un interés científico, para utilizarse como proceso alternativo para la recuperación de oro y plata de soluciones acuosas.

## Proceso de cianuración

El proceso de cianuración era conocido en forma empírica por los alquimistas del siglo XVIII, donde estos sabían que el oro era soluble en una solución acuosa de cianuro de potasio, y los primeros joyeros probablemente usaron este descubrimiento para llevar a cabo la recuperación de oro y plata. El proceso de cianuración lo podemos representar por las siguientes ecuaciones propuestas por Elsner en su Journal Prakchen (1846) son las siguientes, para el oro [7]:



Desventajas en el proceso como: (1) La solución preñada necesita un tratamiento previo a la precipitación, (2) El proceso es sensible a la interferencia de iones disueltos, (3) baja concentración de metales preciosos en solución incrementa la cantidad de zinc requerido para precipitar una onza de material [5].

También fue de vital importancia, que Elsner fue el primero en reconocer que el oxígeno era esencial para la disolución efectiva del oro y la plata en los minerales que los contienen. La ecuación de Elsner's 1 y 2 muestra que el oxígeno es crítico para la disolución de oro. La estequiometría del proceso muestra que 4 moles de cianuro se necesitan para cada mol de oxígeno presente en la solución. A temperatura ambiente y presión atmosférica normal, aproximadamente 8.2 mg de oxígeno están presentes en un litro de agua, esto corresponde a  $0.27 \times 10^{-3}$  mol/L. La concentración de cianuro sodio correspondiente para la reacción completa (peso molecular de NaCN= 49) debe ser igual a  $4 \times 27 \times 10^{-3} \times 49 = 0.05$  g/L o 0.01% aproximadamente [7].

## Proceso de Electrocoagulación

La electrocoagulación es un proceso que utiliza la electricidad para eliminar contaminantes en el agua que se encuentran suspendidos, disueltos o emulsificados. La técnica consiste en inducir corriente eléctrica en el agua residual a través de placas metálicas paralelas de hierro al carbono o de aluminio.

La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz que provoca las reacciones químicas que desestabilizan las formas en las que los contaminantes se encuentran presentes, bien sea suspendidas o emulsificadas.

Es así como los contaminantes presentes en el medio acuoso forman agregados, produciendo partículas sólidas que son menos coloidales y menos emulsificadas (o solubles) que en estado de equilibrio. Cuando esto ocurre, los contaminantes forman componentes hidrofóbicos que se precipitan y/o flotan y se pueden remover fácilmente por algún método de separación de tipo secundario [8].

De manera general este proceso tiene las siguientes ventajas:

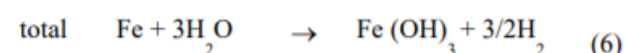
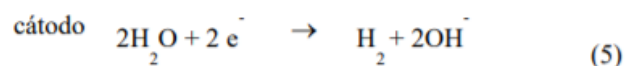
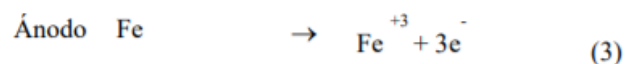
Los efluentes tratadas son libres de impurezas como son color, olor, y sólidos; como se aplica un campo eléctrico pueden removerse partículas coloidales facilitando con esto la clarificación de la fase acuosa; la unidad de tratamiento no es muy voluminosa y el mantenimiento de la misma es muy fácil ya que no tiene partes en movimiento; finalmente esta tecnología se puede utilizar en áreas remotas del país donde se tengan problemas de electricidad, ya que se puede utilizar la energía solar para llevar a cabo este proceso.

La electrocoagulación cuenta con solo unas pocas desventajas, las cuales no representan un problema mayor: a) El ánodo de sacrificio requiere remplazarse periódicamente; b). Si están presentes fenoles y productos en descomposición, el cloro puede dar mal aspecto y olor; c) Un óxido impermeable puede formarse en el cátodo, pudiendo interferir con la operación o funcionamiento correcto de la celda electroquímica de electrocoagulación [9].

### Reacciones en el proceso de electrocoagulación

El mecanismo de la electrocoagulación es altamente dependiente de la química del medio acuoso, especialmente de la conductividad. Otros factores como el pH, tamaño de partícula y concentración de los reactivos químicos también influyen en el proceso. Los materiales comúnmente utilizados como electrodos en la electrocoagulación son de hierro y aluminio.

La remoción de iones por EC se puede explicar mediante las siguientes reacciones generales en el caso de electrodos de hierro:



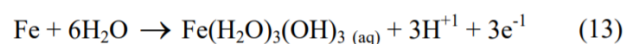
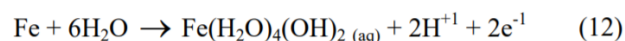
### Reacción global en proceso EC en electrodos de hierro (Fe)

Las reacciones químicas que ocurren en los electrodos se presentan a continuación, donde la generación de H<sub>2</sub> ocurre en el cátodo, y la de iones férricos o féreos y O<sub>2</sub> en el ánodo. La electroquímica depende de la cinética y termodinámica. La EC puede ser considerada como un proceso de corrosión acelerada. La velocidad de la reacción dependerá de la eliminación [H<sup>+</sup>] vía evolución de H<sub>2</sub>.

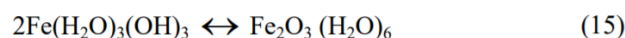
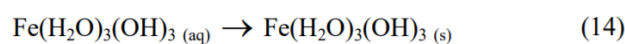
Para pH4 < pH<7



Comentarios: el hierro también sufre hidrólisis



El hidróxido de Fe (III) comienza a precipitar con un floculo de color amarillo.

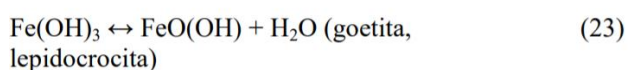
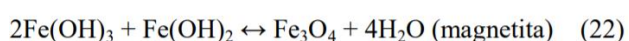
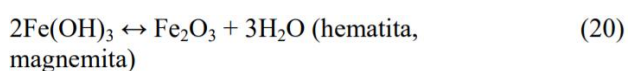
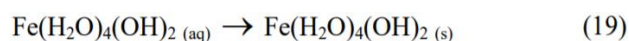


Para pH 6<pH<9



La precipitación del hidróxido de Fe (III) continua, y la precipitación del hidróxido de Fe (II) también ocurre presentando un floculo verde oscuro.

El pH para la solubilidad mínima de Fe (OH)<sub>n</sub> está en el intervalo de 7-8. El floculo electro coagulado es formado debido a la polimerización de oxihidroxidos de hierro.

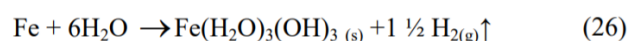
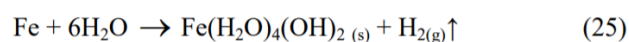


Hematita, magemita, magnetita, lepidocrocita y goetita han sido identificadas por EC por Parga [10] y Gomes [11].



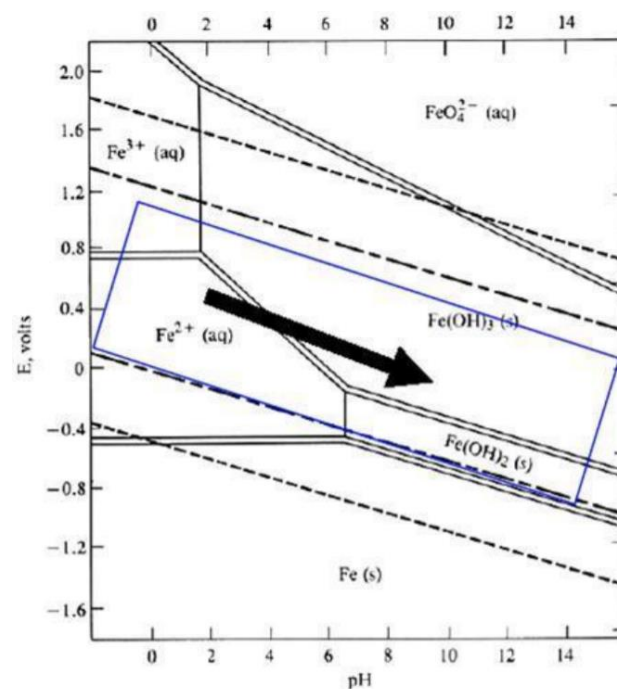
La evolución del hidrógeno toma mayor lugar, pero los [H<sup>+</sup>] ahora provienen de la hidrólisis de hierro y ácidos débiles.

Otras reacciones son:



Las concentraciones en la celda no son constantes, las especies y el pH están cambiando. Esto puede ser ilustrado en la Figura 1 con un diagrama de Fe de pourbaix. Las líneas punteadas en los diagramas de pourbaix representan los límites en los que son estables las soluciones acuosas, puesto que dichas líneas se refieren a los valores de potencial fuera de los cuales (por encima de la línea superior o por debajo de la inferior) el agua se oxida o se reduce formando O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> respectivamente. El área encerrada por dichas líneas se conoce como —la ventana de estabilidad del agua. En un diagrama de pourbaix las especies básicas se localizan en la parte derecha del diagrama, las más ácidas en la parte izquierda, las especies oxidantes se localizan en la parte superior del diagrama y las especies reductoras se localizan en la parte inferior del diagrama.

Si se fija el pH en un valor determinado se puede hacer un análisis concerniente a la reactividad de las especies presentes [12].



**Figura 1** Diagrama de pourbaix para Fe, mostrando la región y dirección en la cual procede la electrocoagulación [12]

### Reactor de Electrocoagulación en arreglo bipolar

El reactor utilizado para realizar la electrocoagulación en una operación por batch, en su forma más simple, está formado por una celda electroquímica con un ánodo y un cátodo dispuestos en forma vertical y conectada a una fuente de energía externa. El material anódico se corroe eléctricamente debido a la oxidación, mientras que el cátodo permanece pasivo.

El sistema para la electrocoagulación requiere de una fuente de corriente directa, un regulador de densidad de corriente y de un multímetro para leerlos valores de corriente. En la Figura 2 el reactor para el proceso de electrocoagulación con electrodos en paralelo [13].



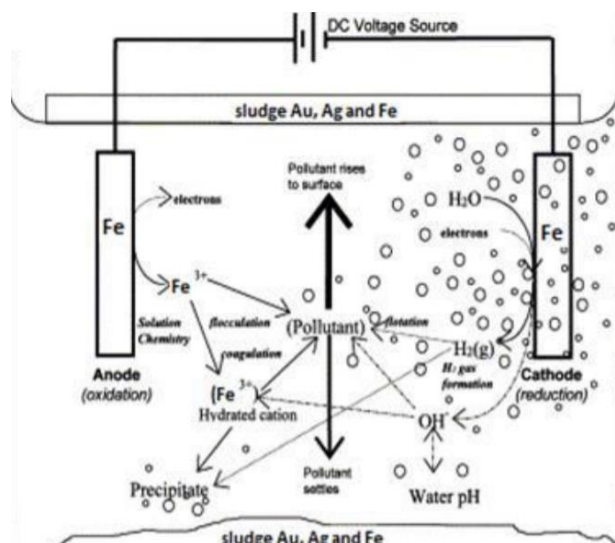


Figura 2 Reactor para el proceso de electrocoagulación

Durante el proceso, las burbujas producidas por los gases formados por electrolisis pueden adsorber las partículas o coágulos que contienen al oro y la plata, siendo transportadas a la parte superior del reactor donde son concentradas y removidas. También los iones metálicos pueden reaccionar con los iones producidos de OH en el cátodo en la cual ocurre la evolución de hidrogeno y forma un hidróxido insoluble que adsorbe los contaminantes de la solución y también contribuye a la coagulación debido a la neutralización de las partículas coloidales de oro y plata. Este comportamiento de aglomeración de partículas se debe también a la influencia de las fuerzas de atracción de Van der Waals [14].

### Desarrollo Experimental

Inicialmente se obtuvo una muestra proveniente de la cianuración, esta solución viene con un pH de 12.5 por lo cual se utilizó ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) para ajustar el pH a 7, 8, 9 y 10 para determinar a qué pH trabaja mejor el proceso de electrocoagulación, posteriormente se colocaron 500ml de solución en un vaso de precipitado con los electrodos dispuestos en paralelo con una separación entre ellos de 5mm, se enciende el agitador magnético.

Se aplica la corriente y voltaje, controlando la conductividad con NaCl. Finalmente se filtra la solución para separar los sólidos de la solución acuosa, los sólidos depositados en los filtros que se secan a temperatura ambiente.

### Equipo experimental

Se utilizó un agitador magnético Marca Corning Modelo PC-310, una fuente de poder regulada (modelo PRL-25 marca Steren), se registró el pH con un pH metro marca CWR científica u modelo 8005, la filtración se realizó con papel filtro whatman No. 42, diámetro 125 mm. La Figura 3 muestra el equipo que se utilizó en el proceso de Electrocoagulación.



Figura 3 Equipo de laboratorio para la electrocoagulación

### Resultados y Discusión

La identificación y determinación cuantitativa de todos los elementos se realizó mediante análisis químico por medio de Espectroscopia de Absorción Atómica. Los elementos determinados del concentrado se muestran en la Tabla 1.

| Solución inicial | Au (ppm) | Ag (ppm) | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Fe (ppm) |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                  | 4.27     | 283      | 5899     | 8766     | 3997     |

Tabla 1 Valores iniciales del proceso de Electrocoagulación

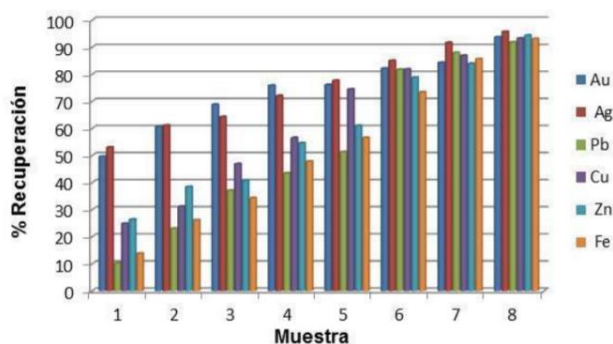
Se llevaron a cabo experimentos para determinar a qué pH es más eficiente el proceso de electrocoagulación. Se tomaron 8 muestras representativas, las cuales se llevaron a un estudio por microscopia de absorción atómica después del tratamiento. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 2.

| No. muestra | (%) |     |     |     |     |     | tiempo | pH |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|----|
|             | Au  | Ag  | Pb  | Cu  | Zn  | Fe  |        |    |
| 1           | 49. | 53. | 10. | 24. | 26. | 13. | 10     | 7  |
|             | 64. | 02. | 21. | 83. | 38. | 82. |        |    |
| 2           | 60. | 61. | 23. | 31. | 38. | 26. | 20     | 7  |
|             | 65. | 13. | 05. | 20. | 42. | 16. |        |    |
| 3           | 68. | 64. | 37. | 46. | 40. | 34. | 10     | 8  |
|             | 85. | 31. | 06. | 91. | 78. | 33. |        |    |
| 4           | 75. | 72. | 43. | 56. | 54. | 47. | 20     | 8  |
|             | 87. | 08. | 49. | 56. | 62. | 82. |        |    |
| 5           | 76. | 77. | 51. | 74. | 61. | 56. | 10     | 9  |
|             | 11. | 66. | 32. | 46. | 03. | 56. |        |    |
| 6           | 82. | 85. | 81. | 81. | 78. | 73. | 20     | 9  |
|             | 2.  | 03. | 75. | 83. | 8.  | 42. |        |    |
| 7           | 84. | 91. | 87. | 86. | 83. | 85. | 10     | 0  |
|             | 3.  | 69. | 96. | 92. | 95. | 61. |        |    |
| 8           | 93. | 95. | 91. | 93. | 94. | 93. | 20     | 0  |
|             | 74. | 74. | 85. | 28. | 39. | 07. |        |    |

**Tabla 2** Resultados del proceso de Electrocoagulación

De acuerdo con los resultados se puede observar que se obtiene recuperación por arriba del 90% para las muestras con un pH de entre 9 y 10, esto demuestra que el proceso de electrocoagulación puede ser utilizado para la recuperación de metales preciosos. Este proceso de EC puede ser una sustitución del proceso Merrill Crowe y Carbón activado utilizado hasta la fecha para la recuperación de oro y plata. Lo que hace atractivo al proceso de Electrocoagulación son sus bajos costos de operación.

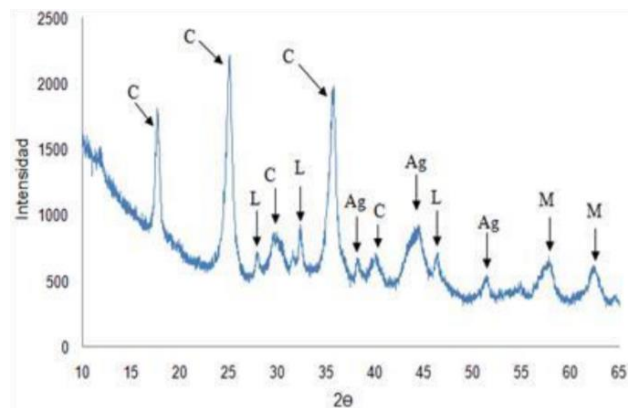
A continuación, se muestran una gráfica representativa de las recuperaciones obtenidas por el proceso de Electrocoagulación.



**Figura 4** Gráfico de porcentaje de disolución de oro y plata

Para la determinación de las especies que se encuentran en el producto proveniente del proceso de electrocoagulación se analizó por medio de difracción de Rayos X. Las especies determinadas en el producto de electrocoagulación fueron las siguientes:

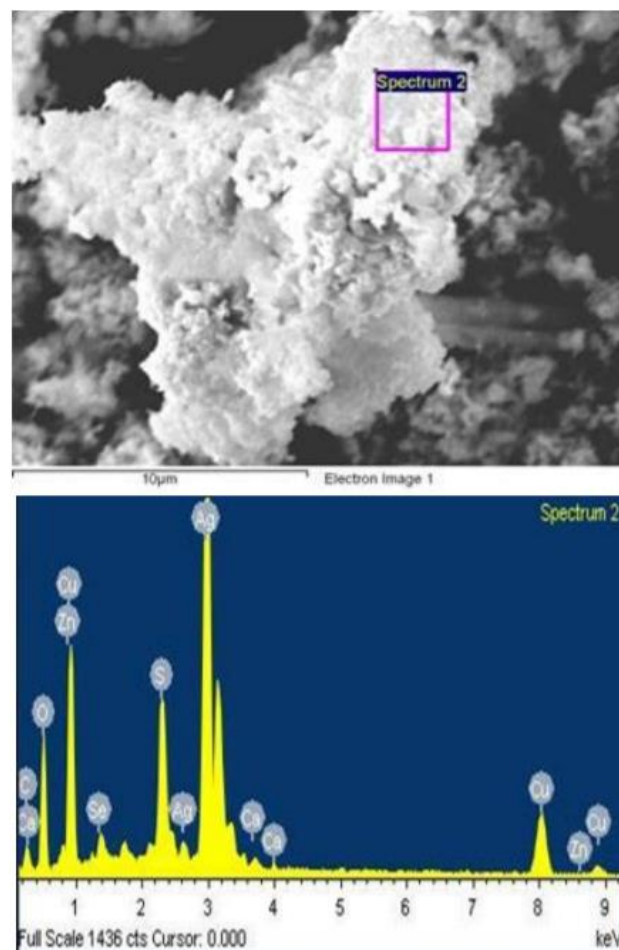
Lepidocrocita (L), Magnetita (M), Plata (Ag) y Hexacianoferrato de cobre (C). Esto se puede observar en la Figura 5.



**Figura 5** Patrón de Difracción de Rayos X de los polvos provenientes de la electrocoagulación de oro y plata

Mediante Microscopia Electrónica de Barrido se muestra a la plata absorbida sobre las especies de hierro la cual se observa en la Figura 6.

La micrografía muestra la superficie de las partículas de óxido/oxihidróxido de hierro se recubrió con una capa de hierro. La composición química del producto sólido según lo determinado por EDX, con esta técnica utilizada para el análisis elemental se identificó que la muestra contenía hierro, plata y otros elementos como calcio, cobre, zinc entre otros.



**Figura 6** Imágenes de MEB y EDX de los productos provenientes del proceso de Electrocoagulación

## Conclusiones

Los resultados obtenidos del proceso de EC que son recuperaciones de oro y plata del 93% a un pH entre 9 y 10, nos demuestra que el proceso de electrocoagulación puede ser utilizado como una tecnología viable para recuperar el oro y la plata de soluciones de cianuración. Las técnicas de difracción de Rayos X y MEB muestran que las especies magnéticas de hierro formadas como son la magnetita, goethita y lepidocrocita, adsorben eficientemente el oro y la plata.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Universidad de Sonora, Depto. Ing. Química y Metalurgia, Hermosillo, Sonora, Tecnológico Nacional de México (ITS), Grupo Minero Bacis localizado en el estado de Durango, por su apoyo incondicional para la realización de este artículo.

## Referencias

John John O. Marsden and C. Iain House, 2006, *The chemistry of Gold Extraction*, Second Edition, Published by the Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.

Ruiz limón Ramón, 2009. Recursos y necesidades de México, pp 01-58.

Eleazar Salinas, Isauro Rivera, F. Raúl Carrillo, Francisco Patiño, Juan Hernández y Leticia E. Hernández. 2004. Mejora del proceso de cianuración de oro y plata, mediante la pre-oxidación de minerales sulfurosos con ozono. Centro de Investigaciones en Materiales y Metalurgia. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Vol. 48, N° 4, pp 315-320.

Szczygiel, S. 1984. *Metalurgia no ferrosa*. 1ª Edición. Ed. Limusa México.

Terkel Rosenqvist 1987, —Fundamentos de metalurgia extractiva, Ed. Limusa, pp. 127-128.

Koby, Mehmet, CAN, Orhan Taner and Bayramoglu, Mahmut. 2003. —Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation using iron and aluminum electrodes. In: *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 100. Nos. 1-3. pp.163-178.

Habashi Fathi. 1970. *Principles of extractive metallurgy*. Editorial, Gordon and Breach Science Publishers, Vol 2, pp 50-55.

Mejía Ana Patricia, Arango Ruiz, Garcés Giraldo Luis Fernando, 2006. La electrocoagulación: retos y oportunidades en el tratamiento de aguas, N° 2, Vol. 1, pp 58-77.

M.C. Víctor Manuel Vázquez Vázquez, 2009. Estudio termodinámico y cinético de la adsorción de TiO<sub>2</sub> y arsénico en especies generadas por electrocoagulación. Tesis de Doctorado. Instituto Tecnológico de Saltillo.

J.R. Parga, D.L. Cocke, V. Valverde, J.A.G. Gomes, M. Kesmez, H. Moreno, M.Weir, and D. Mencer, 2005. Characterization of Electrocoagulation for Removal of Crand As, *Journal of Chem. Eng. Technol.* 28, pp 605- 612.

J.A.G. Gomes, D.L. Cocke, P. Daida, M. Kesmez, M. Weir, H. Moreno, J.R. Parga, G. Irwin, H. McWhinney, T. Grady, E. Peterson, 2007. Arsenic removal by electrocoagulation using combined Al-Fe electrode system and characterization of products, *J. Hazard. Mater.* B139, pp 220-231.

M.C Claudia Soberon, 2010. Análisis termodinámico de la adsorción de estroncio en especies magnéticas formadas por un proceso de electrocoagulación. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Saltillo.

Bayramoglu, Mahmut, et al. 2004. Operating cost analysis of electrocoagulation of textile dye wastewater, *Separation and Purification Technology*. Vol.37. pp. 117-125.

GE, Jiantuan; et al. 2004. New bipolar electrocoagulation - electrofotation process for the treatment of laundry wastewater, *Separation and Purification Technology*. Vol.36. pp. 33-39.



**Síntesis de nanopartículas de Pt soportadas sobre BN****Synthesis of Pt nanoparticles supported on BN**

PULIDO, Eder†, LUGO, Fabiola, CRUZ, Liz y ESPINOSA, Enrique

*Universidad Politécnica de Altamira*ID 1<sup>er</sup> Autor: *Eder, Pulido*ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Fabiola, Lugo*ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Liz, Cruz*ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Enrique, Espinosa*

DOI: 10.35429/JSL.2020.23.7.17.21

Recibido 25 de Julio, 2020; Aceptado 30 de Diciembre, 2020

**Resumen**

Mediante Depósito Químico en fase de Vapor (CVD), se sintetizaron diferentes cantidades de nanopartículas de Platino (Pt), a partir de un precursor metalorgánico Acetilacetato de Platino, sobre un soporte de Nitruro de Boro (BN), obteniendo una buena dispersión de las nanopartículas sobre el soporte. Mediante la fórmula Sherrer se determinó un tamaño teórico de partícula por debajo de los 10 nanómetros. Se realizaron caracterizaciones de las nanopartículas sintetizadas por Difracción de Rayos X (XRD) para determinar la cristalinidad y detectar la reflexión característica del Pt, Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) para analizar la morfología, Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM) para distinguir el tamaño y la dispersión de las nanopartículas sobre el soporte, Espectroscopía de Rayos X de Energía Dispersa (EDS) para determinar la cantidad (en porcentaje) de Pt sintetizada sobre BN, para de esta manera obtener la eficiencia de la síntesis mediante el método CVD. Obteniendo nanopartículas con características ideales para ser usadas en reacciones de oxidación, reducción ó electroquímicas.

**Nanopartículas, Platino, CVD****Abstract**

By Chemical Vapor Deposition (CVD), different amounts of Platinum (Pt) nanoparticles are synthesized, from a metalorganic precursor Platinum Acetylacetonate, over Boron Nitride as support, getting a good dispersion on the support. In accordance with the Sherrer formula, the theoretical size of the Platinum nanoparticles are determined, obtaining dimensions under 10 nanometers. The nanoparticles synthesized are characterized by X Ray Diffraction (XRD) to determine the crystallinity and detect the Pt characteristic reflection, Scanning Electronic Microscopy (SEM) to analyze the morphology, Transmission Electronic Microscopy (TEM) to distinguish the nanoparticles size and dispersion on the support, Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS) to determine the Pt amount (percentage) synthesized on the BN, to obtain the synthesis efficiency of the CVD method. These nanoparticles have ideal characteristics to be used in oxidation reactions, reduction reactions or electrochemical reactions.

**Nanoparticles, Platinum, CVD**

**Citación:** PULIDO, Eder, LUGO, Fabiola, CRUZ, Liz y ESPINOSA, Enrique. Síntesis de nanopartículas de Pt soportadas sobre BN. Revista de Simulación y Laboratorio. 2020. 6-23:17-21.

†Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

Una de las principales vertientes de investigación es el desarrollo de nanociencia y nanotecnología. El desarrollo de nanomateriales ha potencializado las características de estos y ha eficientado el uso de ellos.

El uso de metales como el Platino (Pt) o el Paladio (Pd), es bastante común en áreas medioambientales, como lo son en reacciones catalíticas, para reducción de emisiones contaminantes, y en áreas electroquímicas, para el desarrollo de electrodos para celdas de combustible. El Pt es el metal más usado en este tipo de reacciones, ya que es el que cuenta con la mayor actividad catalítica. El inconveniente de usar este metal es que, a pesar de ser altamente eficiente, no es económicamente viable, debido al alto costo del mismo.

Debido al elevado costo que presenta un metal con tan buenas propiedades catalíticas como el Pt, es necesario poder sintetizarlo por métodos que sean eficientes y rápidos, para poder aprovechar al máximo las propiedades de este metal, y reducir el costo del material a usarse en cualquier tipo de reacción.

El método de Depósito Químico en fase de Vapor (CVD), en comparación con otros métodos de síntesis como Impregnación o Sol-Gel, se caracteriza por usar una cantidad menor del reactivo a sintetizar, un menor tiempo de síntesis (lo que conlleva un ahorro energético), así como también por la obtención de partículas nanométricas con una buena dispersión sobre el soporte utilizado. Es por ello por lo que en esta investigación se eligió el método CVD para realizar la síntesis de nanopartículas de Platino a partir de un precursor metalorgánico (Acetilacetato de Platino), usando diferentes cantidades de Platino, 3%, 5% y 10% peso, con respecto al soporte Nitruro de Boro,

## Metodología por desarrollar

### Depósito Químico en fase de Vapor

El método CVD consta de procesos en los que los productos reaccionantes en fase de vapor se conducen a la cámara de reacción y mediante su activación, por medio del calor, del plasma o del láser, en la proximidad del sustrato, se produce la reacción y se deposita el producto sobre el mismo sustrato. [1].

En este caso se usó como medio de activación el calor, utilizando un horno de resistencias de 3 zonas, y un tubo de cuarzo. En la Figura 1 se muestra un diagrama esquemático del reactor CVD utilizado para la síntesis.

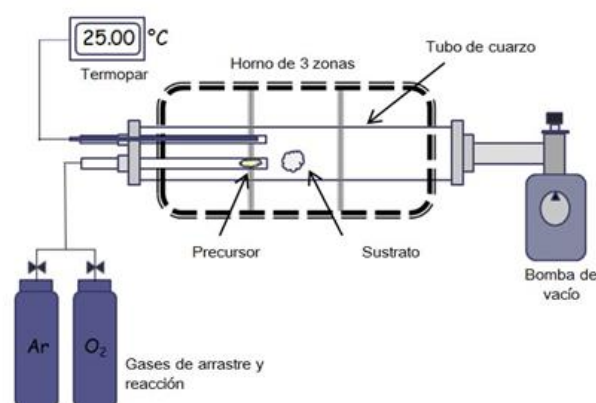


Figura 1 Diagrama esquemático reactor CVD

Los aspectos más importantes para tomarse en cuenta en este tipo de sistemas CVD son:

- Naturaleza física y química del sustrato y del precursor.
- Flujo óptimo y zona de mezcla de gases.
- Perfil completo de temperatura del reactor.
- Presión del sistema.

### Precursor

Se utilizó un precursor metalorgánico, el Acetilacetato de platino ( $(\text{CH}_3\text{-COCHCO-CH}_3)_2\text{Pt}$ ), este precursor combina volatilidad con una baja temperatura de descomposición, lo cual lo hace atractivo para el proceso CVD, ya que no requiere altas temperaturas para llevar el precursor a su punto de fusión.

### SopORTE

El Nitruro de Boro con estructura hexagonal ha sido usado como soporte en diversas reacciones de oxidación [2,3], cuenta con un punto de fusión de 3000 °C, lo que ayuda a evitar la sinterización y pérdida de área superficial, además de ser un semiconductor, lo que lo hace un soporte potencial para ser usado en reacciones electroquímicas.

## Gas de arrastre

El gas de arrastre que se utilizó fue el Argón (Ar). Esto es, para transportar el Pt(acac)<sub>2</sub> dentro del reactor CVD, debido a que es un gas inerte y no provoca ninguna reacción ni contaminación durante el depósito.

## Difracción de Rayos X

La difracción de Rayos X es uno de los fenómenos físicos que se producen al interaccionar un haz de rayos X, de una determinada longitud de onda, con una sustancia cristalina.

La difracción de Rayos X se basa en la dispersión coherente del haz de Rayos X por parte de la materia (se mantiene la longitud de onda de la radiación) y en la interferencia constructiva de las ondas que están en fase y que se dispersan en determinadas direcciones del espacio.

Las nanopartículas fueron analizadas en un difractómetro marca SIEMENS D5000.

Utilizando una radiación K $\alpha$ Cu, a una velocidad de barrido de 2° min<sup>-1</sup> y un rango de ángulo 2 $\theta$  de 20 a 100 grados.

Esta técnica de caracterización es usada para determinar la cristalinidad de la muestra e identificar que elementos se encuentran sobre la misma, a partir de las reflexiones características que tienen cada uno de los elementos que cuentan con estructuras cristalinas.

## Microscopía Electrónica de Barrido y Transmisión

Las técnicas de Microscopía Electrónica muestra notables ventajas sobre la Microscopía Óptica, ya que en la microscopía óptica la potencia amplificadora está limitada por la longitud de onda de la luz visible, y el principio de funcionamiento de los microscopios electrónicos es a base de electrones, y estos tienen una longitud de onda mucho menor a la de la luz, se pueden mostrar estructuras mucho más pequeñas. La longitud de onda más corta de la luz visible es de alrededor de 400 nm, y la longitud de onda de los electrones que se utilizan en los microscopios electrónicos es de alrededor de 0.05 nm [4].

Un MET dirige el haz de electrones hacia el objeto que desea aumentar. Una parte de electrones rebotan o son absorbidos por el objeto y otros lo atraviesan formando una imagen aumentada del espécimen. El SEM explora la superficie de la imagen punto por punto, al contrario del TEM que examina una gran parte de la muestra cada vez. Su funcionamiento se basa en recorrer la muestra con un haz muy concentrado de electrones haciendo un barrido sobre la muestra, y genera la imagen a partir de los electrones rebotados sobre la misma.

## Resultados

### Condiciones de depósito

Las condiciones mediante las cuales se elaboraron los depósitos de las nanopartículas de Pt están dadas por la siguiente tabla [5].

| Variable            | Condición                               |
|---------------------|---|
| Temp. De depósito   | 400 °C                                  |
| Temp. Del precursor | 180 °C                                  |
| Presión total       | 6.4 – 8.0 torr                          |
| Flujo de gas        | 180 cm <sup>2</sup> * min <sup>-1</sup> |

Tabla 1 Condiciones de depósito

### Difracción de Rayos X (XRD)

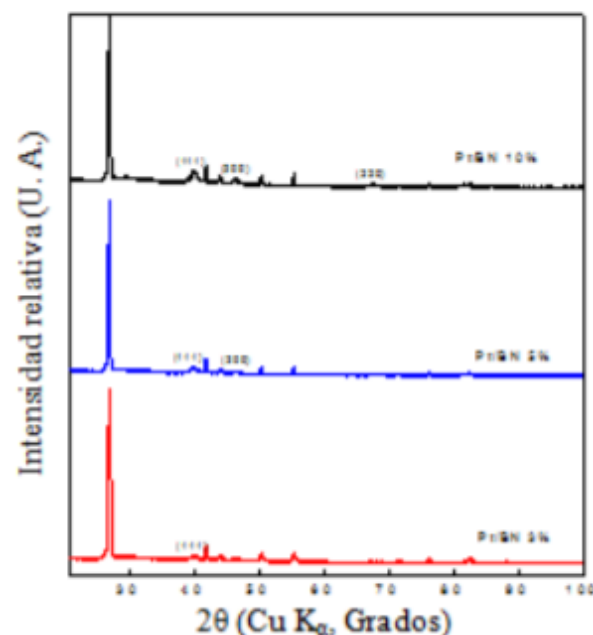


Figura 2 Difractograma Pd/BN

Mediante el difractograma se puede apreciar las reflexiones de Pt, que corresponden a los planos (111), (200) y (220) de la carta de difracción JCPDS N° 040802. Esto indica que existen depósitos policristalinos con orientación aleatoria.

También se puede apreciar que conforme aumenta el porcentaje de Pt se detectan más reflexiones.

**Determinación del tamaño de partícula**

A partir de los difractogramas realizados de los depósitos de Pt/BN, se determina el tamaño de las partículas de Pt depositadas, mediante la fórmula de Sherrer.

$$t = \frac{k \times \lambda}{\theta_B \times \cos B} \tag{1}$$

Dónde:

t = Tamaño de partícula

k = constante de Sherrer (0.9)

λ = longitud de onda de radiación

θB = suma del punto inicial más el punto final de la reflexión, dividida entre dos.

B = la anchura de la reflexión expresada en radianes.

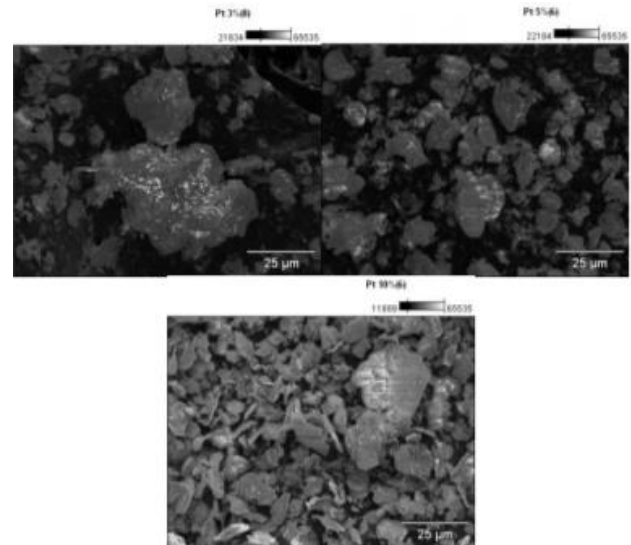
Para obtener una mayor precisión al momento de calcular el diámetro de partícula, se determinó un criterio para medir el diámetro de las reflexiones de los difractogramas, en el cual, mediante el programa OriginPro 8, se determinó el punto medio de la altura de la reflexión, y a partir de ese punto, se obtenía la distancia entre la reflexión inicial y final.

A partir de la fórmula de Sherrer se realizaron los cálculos para determinar el tamaño de partícula, obteniendo los siguientes resultados:

| Catalizador | %Pt | Presión (Torr) | Tamaño (nm) |
|-------------|-----|----------------|-------------|
| Pt/BN       | 3   | 8.0            | 8           |
| Pt/BN       | 5   | 8.9            | 9           |
| Pt/BN       | 10  | 7.1            | 7           |

**Tabla 2** Tamaño de partícula

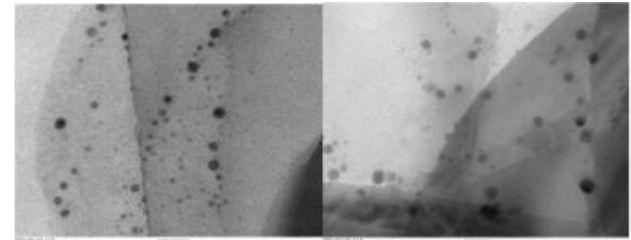
*Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)*



**Figura 3** Micrografías SEM Pt/BN

La figura 3 muestra las micrografías SEM de las nanopartículas depositadas. Se aprecia claramente el aumento la cantidad de Pt depositada, 3 %, 5 % y 10 %. Lo que corrobora al igual que mediante XRD, el correcto depósito del Pt mediante CVD. Las 3 micrografías se encuentran a una escala de 25 μm.

*Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM)*



**Figura 4** Micrografías TEM Pt/BN.

Las micrografías TEM mostradas en la figura 4 se distinguen las partículas de Pt con una buena dispersión sobre el BN.

Ambas micrografías se encuentran a una escala de 20, las partículas encontradas tienen un tamaño de entro 7 y 10 nm, validando el tamaño teórico obtenido con anterioridad a través de la fórmula de Sherrer.

Espectroscopía de Rayos X de Energía Dispersa (EDS).

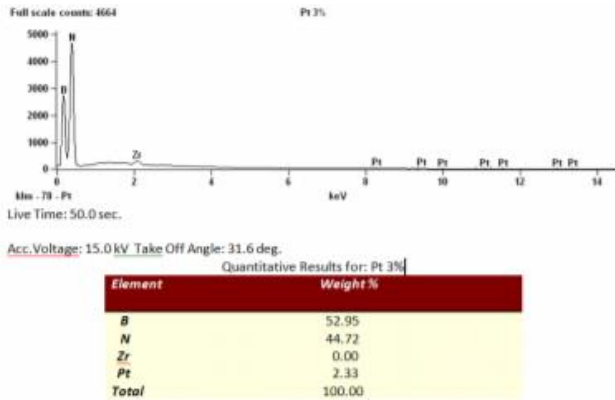


Figura 5 EDS Pt/BN 3%

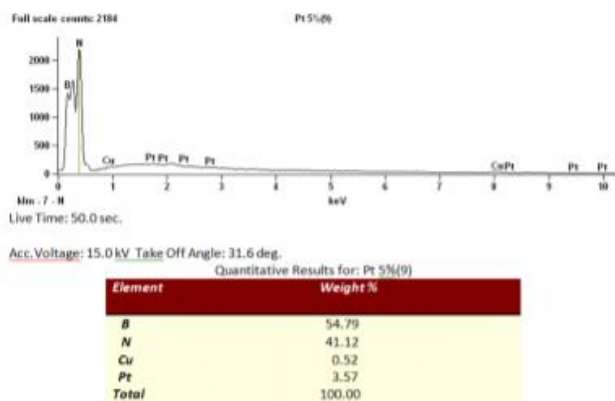


Figura 6 EDS Pt/BN 5%

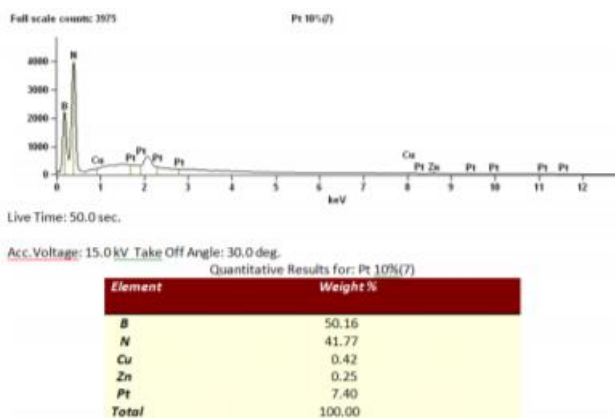


Figura 7 EDS Pt/BN 10%

El análisis EDS permite determinar e identificar con una gran precisión el porcentaje y material que se encuentra sobre la muestra analizada, en este caso se utilizó para verificar cuanta es la cantidad de Pt depositada sobre el BN, y de esta manera calcular la eficiencia del método utilizado, ya que se sabe que no existe ninguna técnica de síntesis que tenga una eficiencia del 100%, por lo tanto, mientras más alta sea la eficiencia del método seleccionado, hará más viable la aplicación de cualquier depósito generado.

En las figuras 5, 6 y 7 muestran los análisis EDS de las nanopartículas cuando se usó un 3 %, 5 % y 7% peso, respectivamente, obtenido en todos los casos una eficiencia superior al 70 %.

## Conclusiones

El método CVD es una técnica bastante efectiva para el desarrollo de nanopartículas, ya que se pudo obtener una eficiencia superior al 70% en el método de síntesis.

Las nanopartículas depositadas tienen una buena dispersión sobre el material y un tamaño promedio menor a los 10 nm, dos características esenciales para materiales usados en reacciones catalíticas y electroquímicas, lo que da pie a nuevas investigaciones con el fin de evaluar el comportamiento de estas nanopartículas de Pt como catalizadores o electrocatalizadores.

## Referencias

Ferrer Giménez Carlos, Amigó Borrás Vicente. (2005). Tecnología de los materiales. Valencia, España.: Alfaomega Grupo Editor.

Jeffrey C. S., Shang-Jie Lin. (2008). Novel BN supported bi-metal catalyst for oxydehydrogenation of propane. Chemical Engineering Journal, 140, 391-397.

Fei Cheng, Stephen M, et al. (2007). Catalytic amonolotyc sol-gel preparation of a mesoporus silicon aluminium nitride form a single-source precursor. Journal of organometallic Chemistry, 692, 3816-3822.

Ojeda Sahagún José. (1997). Métodos de microscopía electrónica de barrido en Biología. Santander, España.: Universis de Cantabria.

Pulido Barragán Eder. Lugo del Angel Fabiola, et al. (2014) Síntesis de nanopartículas de Pt evaluadas en Reacción de Reducción Oxígeno y Reacción de Oxidación de Metanol. Congreso Internacional de Investigación AcademiaJournals, 6, 3815-3819.

# Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

---

## [Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

### Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

### Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Simulación y Laboratorio. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.



## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

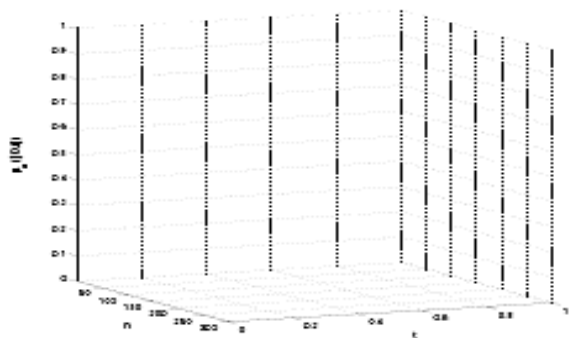
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

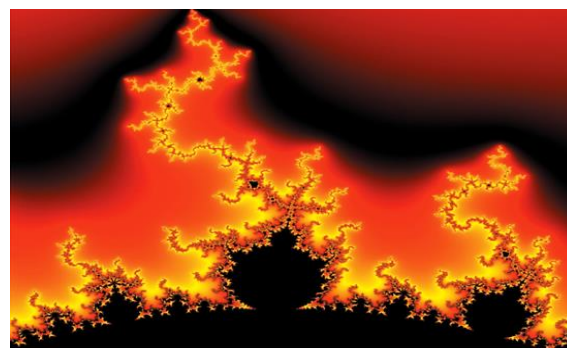
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

| Tabla 1 |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|
|         |  |  |  |  |
|         |  |  |  |  |
|         |  |  |  |  |

**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

## Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

## Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

## Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

## Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo, en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción.*
2. *Descripción del método.*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda.*
4. *Resultados.*
5. *Agradecimiento.*
6. *Conclusiones.*
7. *Referencias.*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

- Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores
- Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores



## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Simulación y Laboratorio se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Simulación y Laboratorio emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Bolivia considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Bolivia para su Revista de Simulación y Laboratorio, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

| Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores | Firma |
|---|-------|
| 1.  |       |
| 2.  |       |
| 3.  |       |
| 4.  |       |

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dada a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

DULCINEA (Revistas científicas españolas)

UNIVERSIA (Biblioteca Universitaria-Madrid)

SHERPA (Universidad de Nottingham- Inglaterra)

#### **Servicios Editoriales**

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

#### **Política Editorial y Administración**

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

SERRANO-PACHECO, Martha. PhD

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN® Bolivia), [sponsorships@ecorfan.org](mailto:sponsorships@ecorfan.org)

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. [financingprograms@ecorfan.org](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

**Oficinas de Gestión**

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

# Revista de Simulación y Laboratorio

“Diseño del proceso de elaboración de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) enchipotlada envasada en frasco de vidrio”

**DIEGO, Oscar, CASO, Luis, HERNÁNDEZ, Soledad y MORALES, Ana**

*Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros*

“Efectividad de dos sanitizantes comerciales en la desinfección del cilantro en Maxcanu, Yucatán”

**CANUL, Divino & MOO, Mariel**

“Estudio del comportamiento del pH en el proceso de electrocoagulación con electrodos de hierro para la recuperación de oro y plata”

**PARGA-TORRES, José, FIGUEROA-MARTÍNEZ, Gabriela, VALENZUELA-GARCIA, Leobardo y VALENZUELA-SOTO, Alejandro**

*Instituto Tecnológico de Saltillo*

“Síntesis de nanopartículas de Pt soportadas sobre BN”

**PULIDO, Eder, LUGO, Fabiola, CRUZ, Liz y ESPINOSA, Enrique**

*Universidad Politécnica de Altamira*

