

ISSN 2410-3950

Volumen 5, Número 16 — Julio — Septiembre - 2018

Revista de
Sistemas
Experimentales

ECORFAN®

ECORFAN-Bolivia

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Revista de Sistemas Experimentales, Volumen 5, Número 16, de Julio a Septiembre 2018, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Bolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia.

WEB:

www.ecorfan.org, revista@ecorfan.org.

Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD, Co-Editor: IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC. ISSN-2410-4000. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD, LUNA-SOTO, Vladimir. PhD, actualizado al 30 Septiembre del 2018.

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 Sistemas Experimentales

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 Métodos Lógicos, Métodos de Investigación, Método Hipotético-Deductivo, Método de la Observación Científica, Método de la Medición, Experimentación Científica, Climatología, Geología, Geoquímica, Acústica.

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 Sistemas Experimentales 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 la Métodos Lógicos, Métodos de Investigación, Método Hipotético-Deductivo, Método de la Observación Científica, Método de la Medición, Experimentación Científica, Climatología Geología, Geoquímica, Acústica 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

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

ESCAMILLA-GARCÍA, Erandi. PhD
Université de Bourgogne

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

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

RIVERA-BECERRIL, Facundo. PhD
Institut National de la Recherche Agronomique

CHEW-HERNÁNDEZ, Mario Luis. PhD
University of Nottingham

SOTERO-SOLIS, Victor Erasmo. PhD
Universidade de São Paulo

CORNEJO-BRAVO, José Manuel. PhD
University of California

OROPEZA-GUZMÁN, Mercedes Teresita . PhD
National Polytechnique de Toulouse

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

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

CRUZ-REYES, Juan. PhD
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica

STILIANOVA-STOYTCHIEVA, Margarita. PhD
Universidad de Tecnología Química y Metalurgia de Sofia

CASTRO-CECEÑA, Ana Bertha. PhD
University of California

CÓRDOVA-GUERRERO, Iván. PhD
Universidad de la Laguna

MELÉNDEZ-LÓPEZ, Samuel Guillermo. PhD
University of California

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

RAMÍREZ-LEAL, Roberto. PhD
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

GAMBOA-HERNÁNDEZ, Adriana. PhD
Instituto Tecnológico de Saltillo

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

CASTAÑÓN-OLIVARES, Laura Rosio. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

OCHOA-TERÁN, Adrián. PhD
Tecnológico Nacional de México

SANTACRUZ-ORTEGA, Hisila del Carmen. PhD
Instituto Tecnológico de Tijuana

VALDEZ-SALAS, Benjamín. PhD
Universidad Autónoma de Guadalajara

FRONTANA-VAZQUEZ, Carlos Eduardo. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

Comité Arbitral

PALOS-PIZARRO, Isidro. PhD
Centro de Investigación en Química Aplicada

VALDÉS-ORDOÑEZ, Alejandro. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERRERA-PÉREZ, Gabriel. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

RIOS-DONATO, Nely. PhD
Universidad de Guanajuato

ALVARADO-FLORES, Jesús. PhD
Universidad Autónoma de Aguascalientes

DE LEON-FLORES, AneD. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

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

SALAZAR-HERNÁNDEZ, Ma. Mercedes. PhD
Universidad de Guanajuato

GARCÍA-ORTEGA, Héctor. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

RANGEL-VILLALOBOS, Héctor. PhD
Universidad de Guadalajara

QUIROZ-CASTILLO, Jesús Manuel. PhD
Universidad de Sonora

CERTUCHA-BARRAGÁN, María Teresa. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

SUÁREZ-ALVAREZ, Roberto Osvaldo. 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

MAGANA-BADILLA, Héctor Alfonso. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

MARTÍNEZ-QUIROZ, Marisela. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

LÓPEZ-URETA, Luz Cecilia. PhD
Universidad de Guadalajara

DEL VALLE-GRANADOS, José Mario. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

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

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

VALDEZ-CASTRO, Ricardo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

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

COTA-ARRIOLA, Octavio. PhD
Universidad de Sonora

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Sistemas Experimentales 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 Oceania. 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 Métodos Lógicos, Métodos de Investigación, Método Hipotético-Deductivo, Método de la Observación Científica, Método de la Medición, Experimentación Científica, Climatología Geología, Geoquímica, Acústica y a otros temas vinculados a las Biología y Química.

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Diseño del proceso para la elaboración de chorizo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y determinación de vida de anaquel*, por DIEGO-ESTUDILLO, Oscar, PÉREZ-ROSAS, Leonardo, CORTÉS-MARTÍNEZ, Silvia Edith y GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Rodrigo Cristóbal, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, como siguiente artículo presentamos, *Caracterización estructural y morfológica de películas de Al₂O₃-Ni obtenidas por electrodeposición*, por HERNÁNDEZ-RIVERA, Javier, FLORES-CORTEZ, Salvador, SANTIAGO-CRUZ, Samuel y FERNÁNDEZ-MADRIGAL, Arturo, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Huejotzingo y la Universidad Nacional Autónoma de México, como siguiente artículo presentamos, *Comparación fisicoquímica entre un biopolímero de sábila (*aloe vera*) y de nopal (*Opuntia ficus-indica*)*, por GÁLVEZ-CHAN, Rosario Alicia, SILVA-ENCINAS, Gabriel Omar, PAREDES-GÁLVEZ, Patricia Alejandra y CRUZ-BASILIO, Luis Fernando, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Sonora, como último artículo presentamos, *Análisis de textura en piloncillo a través de procesamiento de imágenes utilizando la matriz de co-ocurrencia*, por LÁRRAGA-ALTAMIRANO, Hugo, PIEDAD-RUBIO, Ana, HERNÁNDEZ-LÓPEZ, Dalia, GÓMEZ-RODRÍGUEZ, Ismael , con adscripción en el Instituto Tecnológico de Ciudad Valles.

Contenido

Artículo	Página
Diseño del proceso para la elaboración de chorizo de bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>) y determinación de vida de anaquel DIEGO-ESTUDILLO, Oscar, PÉREZ-ROSAS, Leonardo, CORTÉS-MARTÍNEZ, Silvia Edith y GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Rodrigo Cristóbal <i>Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros</i>	1-12
Caracterización estructural y morfológica de películas de Al₂O₃-Ni obtenidas por electrodeposición HERNÁNDEZ-RIVERA, Javier, FLORES-CORTEZ, Salvador, SANTIAGO-CRUZ, Samuel y FERNÁNDEZ-MADRIGAL, Arturo <i>Universidad Tecnológica de Huejotzingo</i> <i>Universidad Nacional Autónoma de México</i>	13-19
Comparación fisicoquímica entre un biopolímero de sábila (<i>aloe vera</i>) y de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) GÁLVEZ-CHAN, Rosario Alicia, SILVA-ENCINAS, Gabriel Omar, PAREDES-GÁLVEZ, Patricia Alejandra y CRUZ-BASILIO, Luis Fernando <i>Instituto Tecnológico de Sonora</i>	20-25
Análisis de textura en piloncillo a través de procesamiento de imágenes utilizando la matriz de co-ocurrencia LÁRRAGA-ALTAMIRANO, Hugo, PIEDAD-RUBIO, Ana, HERNÁNDEZ-LÓPEZ, Dalia, GÓMEZ-RODRÍGUEZ, Ismael <i>Instituto Tecnológico de Ciudad Valles</i>	26-32

Diseño del proceso para la elaboración de chorizo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y determinación de vida de anaquel

Process design for the elaboration of channel catfish sausage (*Ictalurus punctatus*) and shelf life determination

DIEGO-ESTUDILLO, Oscar*†, PÉREZ-ROSAS, Leonardo, CORTÉS-MARTÍNEZ, Silvia Edith y GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Rodrigo Cristóbal

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

ID 1^{er} Autor: Oscar, Diego-Estudillo / ORC ID: 0000-0002-2554-3920, Researcher ID Thomson: S-4735-2018, CVU CONACYT ID: 553635

ID 1^{er} Coautor: Leonardo, Pérez-Rosas / ORC ID: 0000-0001-8236-9850, Researcher ID Thomson: Q-5640-2018, CVU CONACYT ID: 940335

ID 2^{do} Coautor: Silvia Edith, Cortés-Martínez / ORC ID: 0000-0003-4615-3996, Researcher ID Thomson: 5-5805-2018, CVU CONACYT ID: 454005

ID 3^{er} Coautor: Rodrigo Cristóbal, González-Hernández / ORC ID: 0000-0002-4030-5277, CVU CONACYT ID: 454001

Recibido 20 de Junio, 2018; Aceptado 30 Septiembre, 2018

Resumen

El objetivo del presente trabajo consta en diseñar el proceso para la obtención de chorizo a partir de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y determinar la vida de anaquel, conservando las características convencionales del chorizo, pero con aportes benéficos para el consumidor, como alto contenido de proteínas, ácidos grasos saludables como omega 3 y 6. El proceso se realizó dando cumplimiento a las especificaciones establecidas en la NOM-242-SSA1-2009, Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Se realizaron dos formulaciones (F1 y F2), la diferencia entre ambas fue la variación en las sales y condimentos para realizar la salsa con la cual se mezcla la carne, que posteriormente se embute. Después se aplicaron las encuestas para elegir la formulación con mayor aceptación por parte de los consumidores; la formulación preferida fue la F1. Para garantizar la vida útil del producto se realizaron análisis fisicoquímico y microbiológicos, a muestras que se mantuvieron en temperatura de refrigeración ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) y a temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) para determinar mediante un análisis estadístico si existía alguna variación entre ambas temperaturas o que interviniera en la conservación del producto, concluyendo que la temperatura que ofrece mejores condiciones para la conservación del producto es la de refrigeración.

Chorizo de Bagre, Vida de Anaquel, Diseño del producto

Abstract

The objective of this work is to design the process for obtaining chorizo from catfish (*Ictalurus punctatus*) and to determine the shelf life, keeping the conventional characteristics of the chorizo, but with beneficial contributions for the consumer, as a high content of proteins, healthy fatty acids such as omega 3 and 6. The process was carried out in compliance with the specifications established in NOM-242-SSA1-2009, Fresh, refrigerated, frozen and processed fishery products. Two formulations were made (F1 and F2), the difference between the two was the variation in the salts and condiments to make the sauce with which the meat is mixed, which is then stuffed. After consumers applied the surveys to choose the formulation with greater acceptance, the preferred formulation was F1. To guarantee the useful life of the product, physicochemical and microbiological analyzes were performed on samples that were kept at refrigeration temperature ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) and at room temperature ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) to determine by statistical analysis if there was any variation between both temperatures or that it intervened in the conservation of the product, concluding that the temperature that offers better conditions for the conservation of the product is that of refrigeration.

Chorizo de Bagre, Shelf Life, Product Design

Citación: DIEGO-ESTUDILLO, Oscar, PÉREZ-ROSAS, Leonardo, CORTÉS-MARTÍNEZ, Silvia Edith y GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Rodrigo Cristóbal. Diseño del proceso para la elaboración de chorizo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y determinación de vida de anaquel. Revista de Sistemas Experimentales 2018, 5-16: 1-12.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: odiego_pa@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

A nivel mundial los consumidores muestran gran interés por adquirir alimentos nutricionales, bajos en grasas y con un alto valor proteico. El Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es una especie perteneciente a la familia (*Ictaluridae*) del orden de los siluriformes, su cuerpo no está cubierto de escamas, tiene forma aplanada, es de color azul-olivo en el dorso, plateado en los costados y blanco en el vientre.

El consumo de bagre aporta un alto contenido de proteínas, calcio, hierro y ácidos grasos saludables Omega 3 y Omega 6. Según investigaciones esta especie es una alternativa al complemento alimenticio, ya que una ingesta de 250 g proporciona el 85% de los nutrientes requerido por los niños y el 65% en los adolescentes (CONAPESCA, 2010).

El aprovechamiento de la producción es muy importante debido al potencial tan alto que se presenta en su cultivo, es de rápido crecimiento, fácil domesticación y con una gran capacidad de adaptación a diversas condiciones. El mercado del bagre es principalmente nacional y se vende a pie de granja, en mercados o supermercados en su forma entera, eviscerado fresco y/o congelado, postas y fileteado, con un costo aproximado de \$ 90 pesos por kilogramo. Aunado a esto, no existen en el mercado productos procesados que sean de fácil adquisición y que cumplan con las exigencias de los consumidores.

Por esta razón y con la finalidad de reducir esta problemática se han realizado diferentes trabajos para dar valor agregado al bagre en la realización de productos como: carne para hamburguesa, nuggets y jamón en busca de un mercado más amplio en cuanto a formas de comercialización.

Con el objetivo de diversificar aún más el catálogo de productos se desarrolló la tecnología para la elaboración de chorizo a partir de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), siendo este producto una alternativa para cumplir con los requerimientos exigidos por los consumidores, así como aprovechar la materia prima de la región y tener una nueva forma de comercializar esta especie, mejorando los beneficios para los productores del Comité Sistema Producto Bagre.

Marco Teorico

Características del Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), es perteneciente a la familia *Ictaluridae* del orden de los siluriformes. Su cuerpo no está cubierto de escamas, tiene forma aplanada, dorso-ventral, el dorso es de color azul-olivo, plateado en los costados y blanco en el vientre, (Figura 1). La cabeza presenta ocho barbas, dos nasales, dos maxilares y cuatro en la barbilla. Esta especie se reproduce por primera vez a los a los tres años de edad; sin embargo, hay algunos estudios que reportan que podrían madurar desde los 2 años (Wellborn, 2009). Las hembras producen alrededor de 8,000 huevos por kilogramo de peso y las larvas eclosionan de 5-10 días. La hembra desova en el nido y el macho fecunda los huevos, y es él quien se encarga de cuidarlos durante todo el período de desarrollo (SAGARPA, 2011).



Figura 1 Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

Composición Química de la Carne

El bagre tiene un alto contenido de proteínas y bajo contenido en calorías, contiene calcio, hierro y poco sodio, debido a este bajo aporte calórico este pescado hace que sea una opción popular para un plan de alimentación saludable, las mujeres generalmente requieren aproximadamente de 300 a 500 calorías por comida y los hombres necesitan alrededor de 400 a 600 calorías, por lo que se adapta a varios platillos saludables.

El bagre (*Ictalurus Punctatus*), es uno de los peces, cuyo potencial comercial es muy alto, ya que esta especie es ampliamente apreciada en el mercado por su carne blanca, sabrosa y consistente (Ramírez y Jiménez, 2006). Contiene ácidos grasos saludables, omega 3 y omega-6.

Una porción de este pescado proporciona 220 mg de ácidos grasos omega-3 y 875 mg de ácidos grasos omega-6, ambos de estos nutrientes juegan un papel en el corazón y la salud cognitiva.

El aporte de proteína en una porción de bagre (*Ictalurus Punctatus*) proporcionan todos los aminoácidos que el cuerpo necesita. Esta proteína completa de alta calidad ayuda al cuerpo a construir masa muscular magra y también ayuda a mejorar la eficacia de la función inmunológica.

Al consumir una porción de bagre se tiene el 40 % de la ingesta diaria recomendada de vitamina B-12. La vitamina B-12 del bagre es fundamental para ayudar al cuerpo en la descomposición de los alimentos consumidos en energía utilizable, (SAGARPA, 2011).

Cultivo de la especie

En 1972 iniciaron los primeros estudios sobre el cultivo de bagre de canal en México, por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. En 1973 se realizó el cultivo de esta especie en una unidad de producción acuícola privada del Rosario, Sinaloa. En 1976 fue introducido en la presa "La Boquilla", Chihuahua y posteriormente su cultivo fue difundido en casi todas las entidades federativas de la República Mexicana, principalmente en sitios con climas tropicales y subtropicales.

En la actualidad, esta especie es cultivada principalmente en los Estados de Michoacán, Guerrero y Tamaulipas (con 3057, 780 y 707 toneladas en el 2011 respectivamente) a través de estanques rústicos o en jaulas flotantes en embalses como se puede observar en la Figura 2. En México, esta especie se cultiva principalmente en estanques rústicos o jaulas flotantes en embalses (Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, 2011).

Contribución porcentual de los estados a la producción total de Bagre

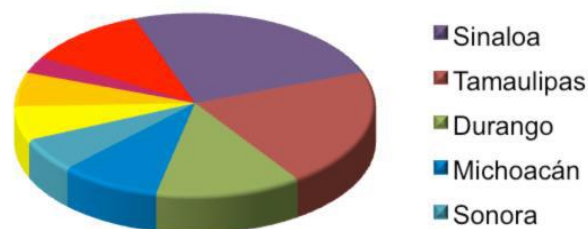


Figura 2 Gráfica de la contribución de cada estado a la producción total de Bagre (Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, 2011)

Características de la zona de cultivo

Se requiere disponibilidad de agua dulce con rangos físico-químicos (Tabla 1) óptimos para garantizar el crecimiento y engorda de los organismos, es de fácil manejo y presenta excelente crecimiento, para cultivo es importante que las características del agua se mantengan dentro de los siguientes rangos, temperaturas menores a 15 °C, retrasan el crecimiento.

Parámetro	Rango
Temperatura (°C)	24 – 30
Oxígeno disuelto (mg/l)	5 – 12
pH	6.5 – 8.5
Dureza (ppm)	20 – 150
Amonio (mg/l)	<1.5
Nitrito (mg/l)	<0.2

Tabla 1 Características fisicoquímicas del agua para cultivo

Evaluación de la calidad del pescado

Generalmente el término "calidad" se refiere a la apariencia estética y fresca, o al grado de deterioro que ha sufrido el pescado. También puede involucrar aspectos de seguridad como: ausencia de bacterias peligrosas, parásitos o compuestos químicos. Por ejemplo, habitualmente se piensa que la mejor calidad se encuentra en el pescado que se consume dentro de las primeras horas *post mortem*. Sin embargo, el pescado muy fresco que se encuentra en *rigor mortis* es difícil de filetear y desollar, y generalmente no resulta apropiado para ser procesado, el pescado de tiempo ligeramente mayor que ha pasado a través de este proceso es más deseable. Los métodos para la evaluación de la calidad del pescado fresco pueden ser convenientemente divididos en dos categorías: sensorial e instrumental.

Dado que el consumidor es el último juez de la calidad, la mayoría de los métodos químicos o instrumentales deben ser correlacionados con la evaluación sensorial antes de ser empleados en el laboratorio. Sin embargo, los métodos sensoriales deben ser realizados científicamente; bajo condiciones cuidadosamente controladas para que los efectos del ambiente y prejuicios personales, entre otros, puedan ser reducidos.

Métodos sensoriales

La evaluación sensorial es definida como una disciplina científica, empleada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones características del alimento, percibidas a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. La mayoría de las características sensoriales sólo pueden ser medidas significativamente por humanos. Sin embargo, se han efectuado avances en el desarrollo de instrumentos que pueden medir cambios individuales de la calidad.

Los instrumentos capaces de medir parámetros incluidos en el perfil sensorial son: el Instron y el Reómetro de Bohlin, para medir la textura y otras propiedades reológicas. Métodos microscópicos, combinados con el análisis de imágenes, son usados para determinar cambios estructurales y la "nariz artificial" permite evaluar el perfil de olor (Nanto *et al.*, 1993).

Evaluación de la calidad en el pescado fresco (*Método del Índice de la Calidad*)

Durante los últimos años muchos esquemas han sido desarrollados para el análisis sensorial del pescado crudo. El primer método, moderno y detallado, fue desarrollado por la Estación de Investigaciones Torry (Departamento de Pesca, FAO). La idea fundamental era que cada parámetro de la calidad es independiente de otros parámetros. Posteriormente, la evaluación fue modificada recolectando un grupo de características distintivas para ser expresadas en puntuación. Esto proporciona un valor para un amplio rango de características.

El Método del Índice de la Calidad (MIC) (Tabla 2), desarrollado originalmente por la unidad de Investigación de Alimentos de Tasmania (Bremner *et al.*, 1985), se usa actualmente en el Laboratorio Lyngby (Jonsdottir, 1992) para el bacalao, el arenque y el carbonero; frescos y congelados.

En los países nórdicos y Europa, también ha sido desarrollado para la gallineta nórdica, la sardina y el lenguado.

Parámetro de la calidad	Característica	Puntuación
Apariencia general	Piel	0 Brillante, resplandeciente
		1 Brillante
		2 Opaca
	Manchas de sangre (enrojecimiento) en opérculos	0 Ninguna
		1 Pequeños, 10 – 30 %
		2 Grandes, 30 – 50 %
		3 muy grandes, 50 – 100%
	Dureza	0 Duro, en <i>rigor mortis</i>
		1 Elástico
		2 Firme
3 Suave		
Vientre	0 Firme	
	1 Suave	
	2 Estallido de vientre	
Olor	0 Fresco, algas marinas/metálico	
	1 Neutral	
	2 Humedad/mohoso/ácido	
	3 Carne pasada/rancia	
Ojos	Claridad	0 Claros
		1 Opacos
	Forma	0 Normal
		1 Planos
	2 Hundidos	
Branquias	Color	0 Rojo característico
		1 Pálidas, descoloridas
	Olor	0 Fresco, algas marinas/metálico
		1 Neutral
		2 Dulce/ligeramente rancio
	3 Hedor agrio/pasado, rancio	
Suma de la puntuación		Mínimo 0 / máximo 20

Tabla 2 Esquema para la evaluación de la calidad empleado para identificar el índice de calidad mediante deméritos (Larsen *et al.*, 1992)

El MIC se basa en los parámetros sensoriales significativos del pescado crudo, cuando se emplean muchos parámetros, y un sistema de puntuación por deméritos del 0 al 4 (Jonsdottir, 1992). El MIC utiliza un sistema práctico de calificación en el cual el pescado se inspecciona y se registran los deméritos correspondientes. Las puntuaciones registradas en cada característica se suman para dar una puntuación sensorial total, el denominado índice de la calidad. El MIC asigna una puntuación de cero al pescado muy fresco; así, a mayor puntuación mayor es el deterioro del pescado.

Comercialización

El mercado del bagre mexicano es principalmente nacional, se vende en mercados o supermercados en su forma entera, eviscerado fresco y/o congelado, postas y fileteado, con un costo actualmente no definido.

Existen esfuerzos para elevar los estándares de calidad del producto para penetrar en el mercado extranjero, altamente competitivo, en el cual donde destaca Estados Unidos, y recientemente, Vietnam (CONAPESCA, 2011).

Producción de bagre a nivel nacional

México ocupa el lugar número 15 en la producción de bagre a nivel mundial, Michoacán es uno de los estados con mayor producción de bagre, como se puede observar en la Figura 3, en el año 2010 su producción fue de 3100 Ton. en 50 Unidades de producción acuícolas, el estado de Puebla está considerado como uno de los principales productores, encontrándose en el 4º lugar sólo por debajo de Michoacán, Guerrero y Tamaulipas con un promedio de 300 toneladas anuales para el año 2010 (SAGARPA, 2011).

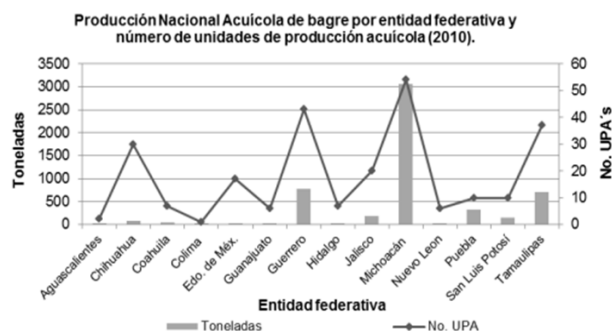


Figura 3 Producción nacional de bagre (Subdelegaciones de Pesca, 2010)

En el estado de Puebla la producción de esta especie suele darse en granjas o jaulas, con una producción de 30 toneladas de bagre al año, ubicadas principalmente en los municipios de Coatzingo, Jolalpan, Tleotlalco, Tecomatlán, Acatlán de Osorio, Chietla, Izúcar de Matamoros y Tlapanalá. Dentro de la producción nacional se encuentra que actualmente existen granjas de cultivo en los estados de Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Puebla y el estado de México (Subdelegaciones de Pesca, 2010).

Productos cárnicos

Bajo la denominación de productos cárnicos curados crudos, suelen incluirse aquellos productos que se elaboran utilizando sal común y sustancias curantes. Para diferenciarlo de los embutidos crudos se ha propuesto el nombre de "piezas curadas crudas" (LINKE *et al.*, 1983).

La transformación de la carne se ha realizado desde tiempos remotos con el fin primordial de conservarla por periodos largos de tiempo. Convertir la carne en embutidos, ayuda sin duda a la conservación, pero fundamentalmente produce en la carne un sabor exquisito. Los embutidos abarcan la preparación de una gran cantidad de productos como jamón, chorizo y longaniza, entre otros.

Según el método, el sabor de la carne puede variar mediante el empleo de especias, el modo de presentación, el grado de salazón, curación, desecación y ahumado. Una clasificación de los productos cárnicos es la siguiente:

- Embutidos crudos: chorizos y longanizas.
- Embutidos escaldados: salchichas.
- Embutidos cocidos: queso de puerco y morcilla o rellena.
- Carnes curadas: jamón, tocino y chuleta.

Los diferentes productos son simplemente carne de cerdo, res, ternera, pollo, pavo o conejo, junto con grasa de cerdo, sazónada con sal, cebolla, ajos, chiles y otros condimentos, todo eso embutido en una tripa de cerdo o simplemente procesado (SAGARPA, 2009).

Antecedentes del chorizo

El chorizo es un producto cárnico típicamente español. Puede considerarse que no existen en otros países embutidos en los que coincidan como principales ingredientes el pimentón y el ajo, base de la elaboración del chorizo. El proceso tradicional de fabricación del chorizo incluye las siguientes fases: Picado de la carne y la grasa, mezclar con el resto de los ingredientes posteriormente se introduce la mezcla en tripa de cerdo, se atan y se exponen al aire en ambiente natural, eligiéndose lugares idóneos en base a sus características de temperatura y humedad.

Durante el tiempo de maduración hay unos procesos de desecación y adquisición de firmeza en la textura, a la vez que se desarrolla el aroma, fruto de la suma de los aromas naturales y los resultantes de la actividad microbiana sobre los componentes de la masa del embutido. Entre los tipos de chorizos conocidas fuera de España son las versiones mexicanas y caribeña, en las que la carne de cerdo no se pica y el adobo es distinto.

En Argentina algunos de los chorizos típicos son: el "chorizo parrillero" (que se realiza sin "curar", ni desecar ni ahumar ya que se coloca casi "fresco" para cocinar en los asados) y el "chorizo bombón" que es una variedad reducida y frecuentemente más condimentada que el chorizo parrillero (Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011).

El chorizo en México

El chorizo es un elemento importante en la cocina mexicana, pues llega a ser incluido en cualquiera de las comidas de todo el día. Casi siempre la tortilla está presente cuando el chorizo es comido. La ciudad de Toluca se ha especializado en la elaboración de este embutido, pero también se fabrica por un sinnúmero de pequeñas empresas familiares en varias partes del país. Hay una variedad de presentaciones del chorizo rojo, llamado así, aunque el colorido puede que varíe un poco a ser más cercano al color naranja.

El término chorizo, informalmente tiende a intercambiarse con el término longaniza, aunque la longaniza sea considerada más frecuentemente como un embutido más largo, mientras que el chorizo es un embutido que en su apariencia comercial es más segmentado; la longitud de estos segmentos también puede variar (Apango, 2009).

Justificación

En el estado de Puebla la producción de bagre suele darse en granjas o jaulas, con una producción de 30 toneladas de bagre al año, ubicadas principalmente en los municipios de Coatzingo, Jolalpan, Tleotlalco, Tecomatlán, Acatlán de Osorio, Chietla, Izúcar de Matamoros y Tlapanalá. La problemática se presenta en la forma de comercialización, la producción de bagre se vende en estado fresco a pie de granja o en mercados en su forma entera, eviscerado fresco y/o congelado, postas y fileteado, debido a que no existe formas de procesamiento para mejorar la comercialización.

Se planteó el desarrollo del proceso para la elaboración de chorizo de bagre (*Ictalurus punctatus*), lo que permitirá mejorar comercialización e ingresos económicos para los productores de la región.

La finalidad de la elaboración de este producto es darle un valor agregado al bagre, desarrollar productos con mejores características nutricionales a los que se ofrecen en el mercado, así como diversificar el catálogo de productos ya existentes elaborados a partir de esta especie.

Objetivos

Objetivo general

- Realizar el proceso para la elaboración de chorizo de bagre.

Objetivos Específicos

- Determinar la formulación con mayor aceptación.
- Realizar análisis fisicoquímicos al producto terminado.
- Realizar análisis microbiológicos al producto terminado.
- Determinar la vida útil del producto.

Materiales y Metodos

Determinación de la formulación

El Bagre de canal (*Ictalurus Punctatus*) utilizado para este proyecto se adquirió con un productor acuícola del municipio de Chietla, Puebla. Para conocer la aceptación por parte del consumidor, se desarrollaron dos formulaciones de chorizo las cuales se sometieron a análisis sensorial. Con los resultados y comentarios obtenidos se modificaron algunos ingredientes que mejoraron las características del producto. Posteriormente se sometieron nuevamente a análisis de aceptación para obtener la mejor formulación.

El análisis de resultados se llevó a cabo estadísticamente pero no hubo diferencia significativa por lo que se eligió la formulación con mayor porcentaje de aceptación. A partir de esta formulación se desarrollaron las etapas de proceso para la preparación del producto. Se realizaron 60 encuestas a las 2 formulaciones, a continuación, se presentan los promedios de ambas:

Numero de encuestas	Formulación 1	Formulación 2
60	86.67 %	83.33 %

Tabla 3 Resultados de la encuesta sensorial de aceptación general

A continuación, en la Figura 5 se muestra el diagrama de proceso para la elaboración de chorizo de bagre de canal y la descripción de cada una de las etapas.

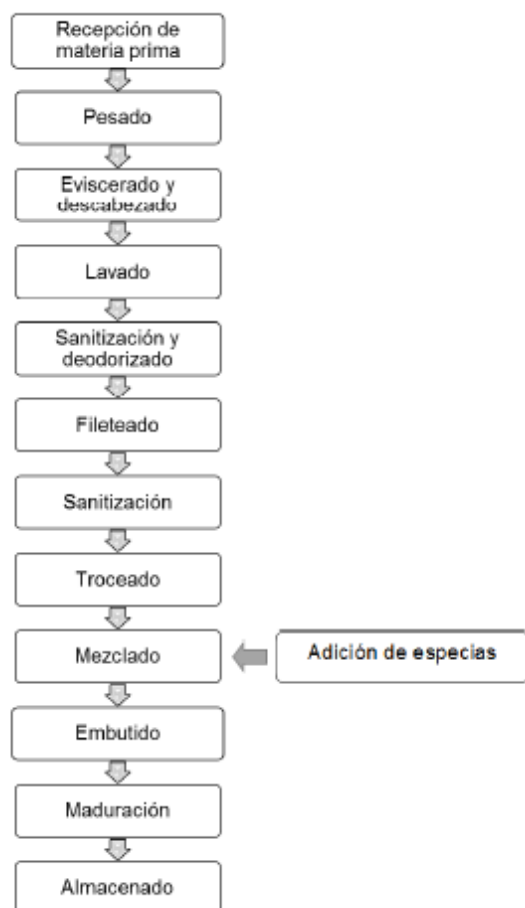


Figura 4 Diagrama del proceso de elaboración de chorizo de bagre

Descripción de las etapas del proceso

Recepción de materia prima: Se recibe el bagre entero y se verifica que cumpla con las condiciones de frescura y calidad indicadas en la tabla 3.

Pesado: Se pesa el bagre entero para poder determinar el rendimiento de la carne.

Eviscerado y descabezado: Los bagres son eviscerados manualmente, eliminando la cabeza para facilitar el fileteado.

Lavado: Durante el lavado se elimina los restos de sangre, vísceras, agallas y se lava con abundante agua verificando que quede totalmente limpio.

Sanitización y deodorizado: Los bagres eviscerados se introducen en un recipiente con agua purificada y ácido peracético al 1 %, se deja reposar de 10 a 15 minutos, para eliminar posible contaminación por microorganismos.

Fileteado: Los filetes obtenidos son lavados con agua purificada y escurridos con ayuda de un tamiz de acero inoxidable.

Sanitización: La carne se introduce en un recipiente con agua purificada y ácido peracético al 1 %, se deja reposar de 10 a 15 minutos, para eliminar microorganismos contaminantes.

Troceado: Los filetes sanitizados son troceados para posteriormente mezclarse con los demás ingredientes.

Adición de especias: La carne troceada se homogeniza con las especias para posteriormente ser embutida.

Embutido: La carne mezclada con las especias y condimentos es embutida en tripa artificial, para su maduración.

Maduración: El producto embutido se deja reposar durante 5 días a temperatura de refrigeración.

Almacenado: Se envasa en bolsas de polietileno al alto vacío y se mantiene en refrigeración a temperatura de 4 ± 2 °C.

Análisis Realizados

Con la finalidad de determinar los parámetros de calidad e inocuidad en el producto final, se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales en base a los métodos aplicables, en el caso de los análisis microbiológicos como lo marca la NOM-242-SSA1-2009. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.

Análisis Microbiológicos

Determinación o Método parámetro		Unidades
Coliformes totales en placa	Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. (NOM-113-SSA1-1994).	UFC/g
Bacterias aerobias en placa	Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. (NOM-092-SSA1-1994).	UFC/g
Mohos y levaduras en alimentos	Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. (NOM-111-SSA1-1994).	UFC/g

Tabla 4 Análisis microbiológicos realizados al producto terminado

Análisis sensoriales

Se realizaron los análisis sensoriales al producto terminado (color, olor y textura), mediante una escala hedónica en la cual se tomaron diferentes atributos para determinar la aceptabilidad del producto, tomando como límite de aceptación 3, de acuerdo a la escala.

Puntuación	Atributo
5	Me gusta extremadamente
4	Me gusta mucho
3	Me gusta moderadamente
2	Me gusta poco
1	No me gusta

Tabla 5 Escala hedónica de aceptación sensorial

Resultados y Discusión

Resultados de análisis fisicoquímicos

A continuación, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto terminado, aplicando dos temperaturas durante el tiempo de estudio de vida de anaquel.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C)	Temperatura refrigeración (4°C)
0	6.05	6.05
1	5.11	5.35
2	5.10	5.28
3	5.10	5.28
4	5.10	5.31
5	---	5.30
6	---	5.12
7	---	5.11

Tabla 6 Resultados del análisis de pH realizado al producto terminado

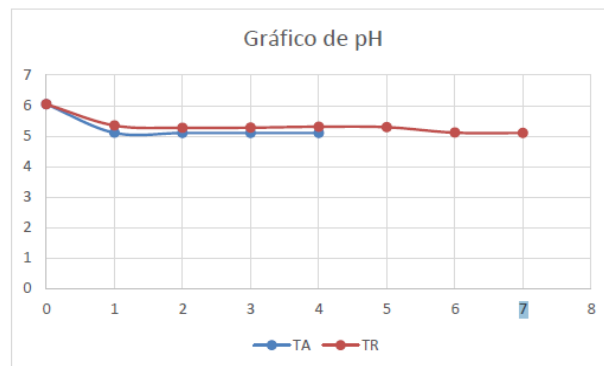


Figura 5 Gráfico de resultados de pH

En el gráfico se puede observar que no existe mucha variación de los resultados entre las temperaturas que se manejaron para la realización del análisis, así como también se puede identificar que el pH del producto tiende a disminuir con el paso del tiempo, a temperatura ambiente debido a que los microorganismos empiezan a desarrollarse y esto provoca que el producto se acidifique ligeramente al cabo de 4 semanas.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C)	Temperatura refrigeración (4°C)
0	0.9493	0.9493
1	0.9431	0.9482
2	0.9395	0.9481
3	0.9382	0.9478
4	0.9378	0.9475
5	---	0.9464
6	---	0.9559
7	---	0.9586

Tabla 7 Resultados del análisis de aw realizado al producto terminado

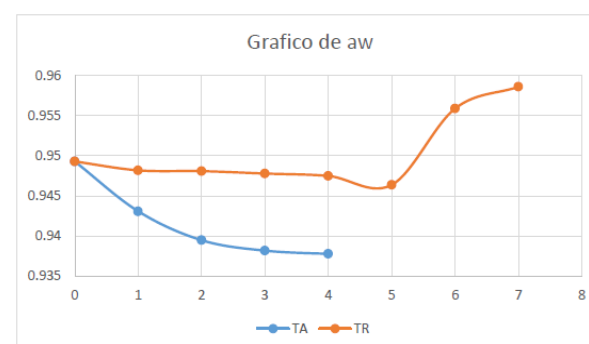


Figura 6 Gráfico de resultados de aw.

En el gráfico anterior se puede observar como la actividad de agua en las muestras a temperatura ambiente disminuye considerablemente hasta la semana 4, mientras que en el análisis a temperatura de refrigeración existe una variación de aumento a partir de la semana 6 en la cual la a_w aumenta por encima del resultado obtenido en la semana 0, debido a las mismas condiciones de refrigeración.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C)	Temperatura refrigeración (4°C)
0	0.864	0.846
1	0.846	0.504
2	1.008	0.612
3	1.206	0.594
4	---	0.666
5	---	0.540
6	---	0.558
7	---	0.594

Tabla 8 Resultados del análisis del porcentaje de acidez titulable

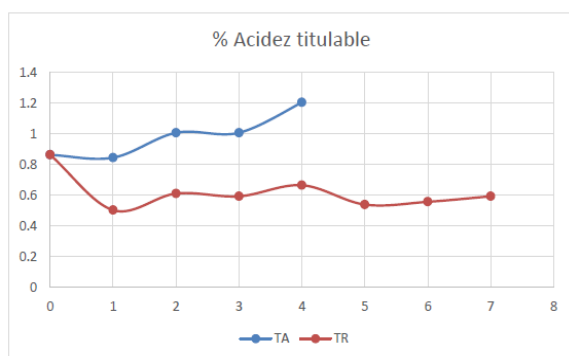


Figura 7 Gráfico de resultados del porcentaje de acidez titulable

En los resultados obtenidos durante el análisis del porcentaje de acidez titulable se puede observar como la acidez aumenta a temperatura ambiente, debido a que los microorganismos empiezan a desarrollarse y producen mayor porcentaje de ácido láctico, aumentando la acidez, mientras que a temperatura de refrigeración tiende a disminuir debido a las condiciones en las que se mantiene.

Resultados de análisis microbiológicos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados al producto terminado para asegurar su inocuidad, así como identificar las condiciones que mantienen mejor las características del producto final.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C) UFC/g	Temperatura refrigeración (4°C) UFC/g
0	< 10	< 10
1	< 10	< 10
2	< 10	< 10
3	< 10	< 10
4	---	< 10
5	---	< 10
6	---	< 10

Tabla 9 Resultados del análisis de coliformes totales en placa

En el análisis de coliformes totales en placa, realizado al producto terminado no hubo crecimiento de colonias en ninguna semana en ambas temperaturas, lo que significa que el producto es inocuo para su consumo y está libre de microorganismos coliformes.

NOTA: De acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. En caso de emplear diluciones y no observar crecimiento, informar utilizando como referencia la dilución más baja utilizada, por ejemplo, dilución 10-1.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C) UFC/g	Temperatura refrigeración (4°C) UFC/g
0	480,000	48,000
1	17,000,000	45,000
2	>100,000,000	55,000
3	>100,000,000	60,000
4	>100,000,000	60,000
5	---	100,000
6	---	100,000

Tabla 10 Resultados del análisis de mesófilos aerobios

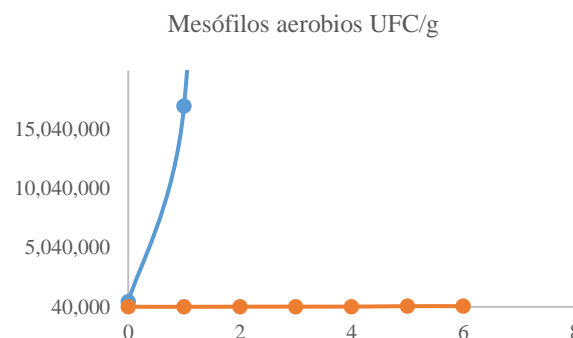


Figura 8 Gráfico de resultados del análisis de mesófilos aerobios

En el gráfico se puede observar como a temperatura ambiente el crecimiento de microorganismos aumenta hasta salir del límite permisible, este producto contenía un poco de gas debido al gran incremento del desarrollo de mesófilos aerobios, mientras que a temperatura de refrigeración se inhibe un poco el crecimiento y se mantiene estable hasta la semana 4.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C) UFC/g	Temperatura refrigeración (4°C) UFC/g
0	20	20
1	<10	<10
2	<10	<10
3	10	10
4	20	10
5	---	10
6	---	10

Tabla 11 Resultados del análisis de mohos y levaduras

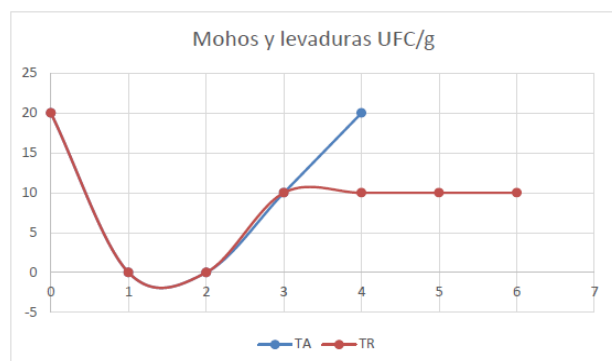


Figura 9 Gráfico de resultados del análisis de mohos y levaduras

En el gráfico se puede observar que no hubo mucho crecimiento de mohos y levaduras en el producto se puede apreciar que en las primeras dos semanas de análisis el crecimiento fue nulo debido a que el producto fue envasado al alto vacío y al aplicar las temperaturas se inhibió el crecimiento, a partir de la semana 3 el crecimiento se mantuvo estable a temperatura de refrigeración mientras que a temperatura ambiente hubo un pequeño aumento.

Resultados de análisis sensoriales

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los análisis sensoriales realizados al producto terminado en las cuales se evaluaron las características físicas adecuadas para el consumidor.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C)	Temperatura Refrigeración (4°C)
0	5	5
1	5	5
2	4	5
3	4	5
4	4	5
5	---	4
6	---	4

Tabla 12 Resultados del análisis sensorial (color)

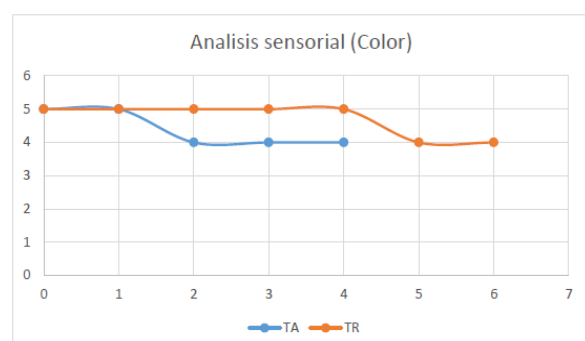


Figura 10 Gráfico de resultados del análisis sensorial (color)

En el gráfico se puede observar que no existe variación de color del producto terminado en ambas temperaturas y que se encuentra en el límite de aceptabilidad de acuerdo a la escala asignada para dicho análisis, el producto mantiene sus características de color adecuadas hasta la semana 5.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C)	Temperatura Refrigeración (4°C)
0	5	5
1	5	5
2	5	5
3	4	5
4	4	5
5	---	5
6	---	4

Tabla 13 Resultados del análisis sensorial (olor)

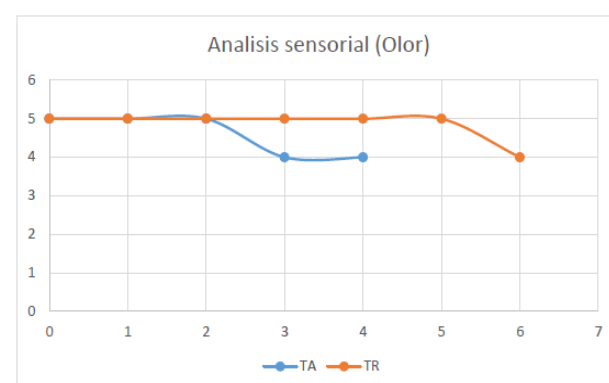


Figura 11 Gráfico de resultados del análisis sensorial (olor)

En el gráfico de análisis sensorial se puede apreciar que no existe variación en cuanto al olor del producto terminado, se puede observar que durante las primeras 5 semanas de análisis, las muestras se mantienen estables dentro del atributo 5 (Me gusta extremadamente) y 4 (Me gusta mucho), dentro del rango de aceptabilidad, hasta la semana 6.

Semanas	Temperatura ambiente (27°C)	Temperatura refrigeración (4°C)
0	5	5
1	5	5
2	4	5
3	4	5
4	4	4
5	---	4
6	---	4

Tabla 14 Resultados del análisis sensorial (textura)

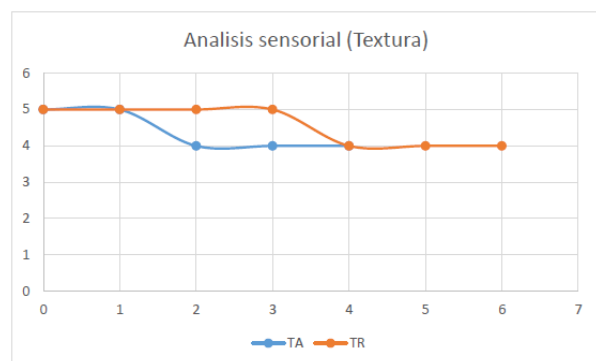


Figura 12 Gráfico de resultados del análisis sensorial (textura)

En el gráfico se puede observar que no existe diferencia en este parámetro en ambas temperaturas, debido a que se mantienen en el rango aceptable 5 (Me gusta extremadamente), 4 (Me gusta mucho) y 3 (Me gusta moderadamente), de acuerdo a lo establecido en la escala hedónica, la textura se mantiene estable hasta la semana 6.

Conclusiones

1. El producto cumplió con lo establecido en los objetivos se llevó a cabo el proceso para la elaboración y se realizaron los análisis correspondientes para asegurar la calidad del producto, así como su mejor conservación.
2. En el análisis de coliformes totales en placa realizado al producto final no hubo crecimiento de microorganismos lo que significa que el producto se realizó con las condiciones adecuadas durante el procesamiento y que el producto es apto para consumo.
3. El análisis de mesófilos aerobios a temperatura de refrigeración se mantuvo estable hasta la semana 4, mientras que a temperatura ambiente rebaso el límite permitido durante la semana 2 debido a las condiciones del ambiente, por lo cual podemos decir que la temperatura adecuada para conservar el producto es en refrigeración.
4. Los resultados obtenidos durante el análisis fisicoquímico del producto muestran que la mejor temperatura a la que se mantiene el producto es en refrigeración, ya que a temperatura ambiente existen algunos cambios en estos parámetros como es el caso de pH y el porcentaje de acidez titulable el cual aumenta con el paso del tiempo y la a_w la cual también disminuye considerablemente.
5. Los resultados sensoriales no presentan cambios significativos entre ambas temperaturas el cambio en (color, olor y textura) se da a partir de la semana 4 pero no rebasa el límite de aceptabilidad especificado en la tabla 8 escala hedónica de aceptación general la cual especifica que a partir de 3 (Me gusta moderadamente), está fuera del límite permitido.
6. De acuerdo a los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de vida útil, la temperatura que conserva mejor las características del producto es la de refrigeración, debido a que inhibió el crecimiento de microorganismos que afectan las características de inocuidad y vida de anaquel.

Referencias

- Apango, A 2010. Elaboración de Productos Cárnicos. 1-2.
- Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011. Pork sausage highly-seasoned. 139-140.
- CONABIO. 2012. Fichas de especie *Ictalurus punctatus*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- García, A. y Calvario, O. 2008. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Bagre para la Inocuidad Alimentaria. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental.

GBC GROUP (Global Biotech Consulting Group). 2011. Red de Genómica, Pesca y Acuicultura para la Innovación.

<http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/es/peces/peces/bagre.html>,
accesada, 22/07/2017.

La página de Bedri, Chorizo.
http://www.bedri.es/Comer_y_beber/Conservas_caseras/Alimentos_procesados/Chorizo.htm
accesada 12/07/2017.

NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados.

NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en Alimentos. Determination of pH In Foods. Normas Mexicanas. Dirección general de Normas.

Prandl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T., y Sinell, H-J 1994. Tecnología e Higiene de la Carne. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pp597-598.

SEP (Secretaría de Educación Pública). 1997. Manuales para la educación agropecuaria: control de calidad, productos agropecuarios. Trillas S. A. de C.V. México, D.F. pp57-60.

SEDAGRO. 2010. Cultivo de Bagre en México: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Dirección General Pecuaria.

Departamento de pesca, FAO. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad.
<http://www.fao.org/docrep/V7180S/v7180s09.htm>,
accesada 22/07/2017.

Palacios Alimentación, S.A. Historia y curiosidades del Chorizo.
www.palacios.es/para-ti/sobre-la-gastronomia/historia-y-curiosidades-del-chorizo
accesada 12/07/2017.

Wolf, N. 2001. Beneficios del bagre para la salud. https://muyfitness.com/beneficios-del-bagre-info_8760/, accesada 22/07/2017.

Caracterización estructural y morfológica de películas de Al₂O₃-Ni obtenidas por electrodeposición

Structural and morphological characterization of Al₂O₃-Ni films obtained by electrodeposition

HERNÁNDEZ-RIVERA, Javier*†, FLORES-CORTEZ, Salvador, SANTIAGO-CRUZ, Samuel y FERNÁNDEZ-MADRIGAL, Arturo

¹Universidad Tecnológica de Huejotzingo, Ingeniería en Metal Mecánica, Camino Real a San Mateo S/N, Santa Ana Xalmimilulco, Huejotzingo, Pue. C.P. 74129

²Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

ID 1^{er} Autor: *Javier, Hernández-Rivera*

ID 1^{er} Coautor: *Salvador, Flores-Cortez*

ID 2^{do} Coautor: *Samuel, Santiago-Cruz*

ID 3^{er} Coautor: *Arturo, Fernández-Madrigal*

Recibido 20 de Junio, 2018; Aceptado 30 Septiembre, 2018

Resumen

Se realizó electrodeposición de níquel en películas de óxido de aluminio anódico para determinar películas selectivas de radiación solar. Mediante la técnica EDS se determinó la concentración en porcentaje atómico de los elementos que componen las películas selectivas después del proceso de electrodeposición y coloreo con níquel (recubrimientos de Al₂O₃-Ni). A través de SEM se obtuvieron las morfologías de las películas, donde se determinó el porcentaje y altura de níquel depositado en los poros y por difractograma de rayos X se determinó la existencia de níquel depositado en las películas anodizadas.

Electrodeposición, Al₂O₃-Ni, EDS, SEM

Abstract

Nickel electrodeposition was performed on anodic aluminum oxide films to determine selective films of solar radiation. The EDS technique was used to determine the concentration in atomic percentage of the elements that make up the selective films after the electrodeposition process and nickel coloring (Al₂O₃-Ni coatings). Through SEM the morphologies of the films were obtained, where the percentage and height of nickel deposited in the pores was determined and by X-ray diffractogram the existence of nickel deposited in the anodized films was determined.

Electrodeposition, Al₂O₃-Ni EDS, SEM

Citación: HERNÁNDEZ-RIVERA, Javier, FLORES-CORTEZ, Salvador, SANTIAGO-CRUZ, Samuel, FERNÁNDEZ-MADRIGAL, Arturo. Caracterización estructural y morfológica de películas de Al₂O₃-Ni obtenidas por electrodeposición. Revista de Sistemas Experimentales 2018, 5-16: 13-19.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: javier.hernandez@uth.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

La captación de la energía solar y su conversión en energía térmica, ha ido tomando mucha importancia tecnológica y económica, debido a sus aplicaciones en la producción de agua caliente, calefacción o refrigeración a nivel doméstico e industrial, así como en energía eléctrica en centrales termoeléctricas solares. Estos sistemas requieren como características técnicas importantes un máximo de absorción de la energía solar y las menores pérdidas energéticas posibles. Con este fin, están configurados en tubos de vacío o estructuras similares que disminuyen las pérdidas por conducción y convección y poseen películas con gran poder absorbente de la energía solar y características de baja emisividad, para disminuir las pérdidas energéticas por radiación térmica en el infrarrojo lejano [1].

Las películas absorbentes selectivas juegan un papel esencial, se componen de una capa metálica que proporciona las características de baja emisividad, una o varias capas de materiales dieléctricos dopados con elementos metálicos, que actúan como capas absorbentes de la radiación solar y una capa dieléctrica que actúa como estructura antirreflejante. En alguna de ellas se incorpora alguna capa adicional dieléctrica que actúa como capa bloqueante frente a la difusión de los diferentes materiales. Las capas de materiales dieléctricos son capas absorbentes, donde la capacidad de absorción la proporciona el elemento metálico codopante cuya concentración pueden ser constante o gradual dentro de cada una de las capas [2].

Las películas de absorción selectivas se pueden obtener por métodos químicos [3], físicos [4] y electroquímicos [5] en la conversión de las superficies metálicas como el acero inoxidable, zinc, cobre y aluminio. Con frecuencia el aluminio anodizado [6,7] se utiliza como matriz para la encapsulación de partículas metálicas para la producción de materiales de absorción solar.

En este artículo se estudia, la técnica de preparación y caracterización de las películas absorbentes selectivas de la radiación solar de alúmina pigmentada con níquel obtenido con corriente alterna (CA).

El Al_2O_3 poroso adquiere propiedades de selectividad espectral cuando por alguna técnica de manipulación de voltaje o corriente en sus diferentes formas (cuadradas o senoidales) se depositan partículas metálicas de níquel dentro de los poros.

Consideraciones teóricas

El desarrollo y preparación de los recubrimientos de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ni}$, requiere tres pasos consecutivos:

1. Pretratamiento superficial del aluminio
2. Anodizado del aluminio con VCD
3. Electrodeposición y coloreo con níquel, realizado con VCA senoidal variable y frecuencia constante de 60 Hz.

En la figura 1, se muestra un diagrama de flujo con la secuencia de los tres pasos.

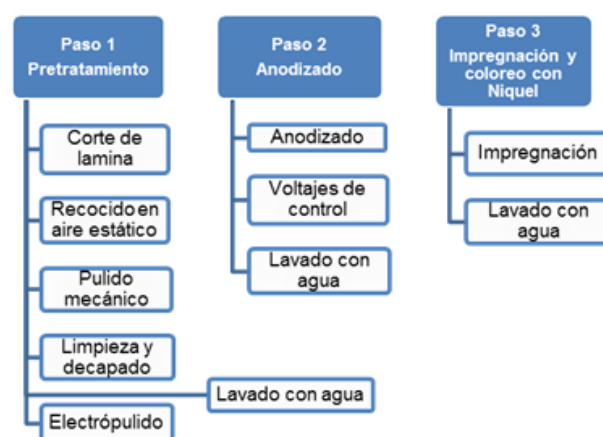


Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de desarrollo y preparación de los recubrimientos de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ni}$

Micrografías SEM de muestras anodizadas a 15 VCD/15 minutos

Las micrografías SEM de una muestra preparada a 15 VCD/15 min en un electrolito de H_3PO_4 2M $18^\circ\text{C}\pm 2$ se muestran en la figura 2. Utilizando las micrografías SEM se midieron los parámetros superficiales de la película (diámetro de poro, distancia interporo, espesor de pared y transversales (espesor de película y espesor de capa barrera), en estas muestras se logró medir la densidad de poros (poros/cm^2) [8].

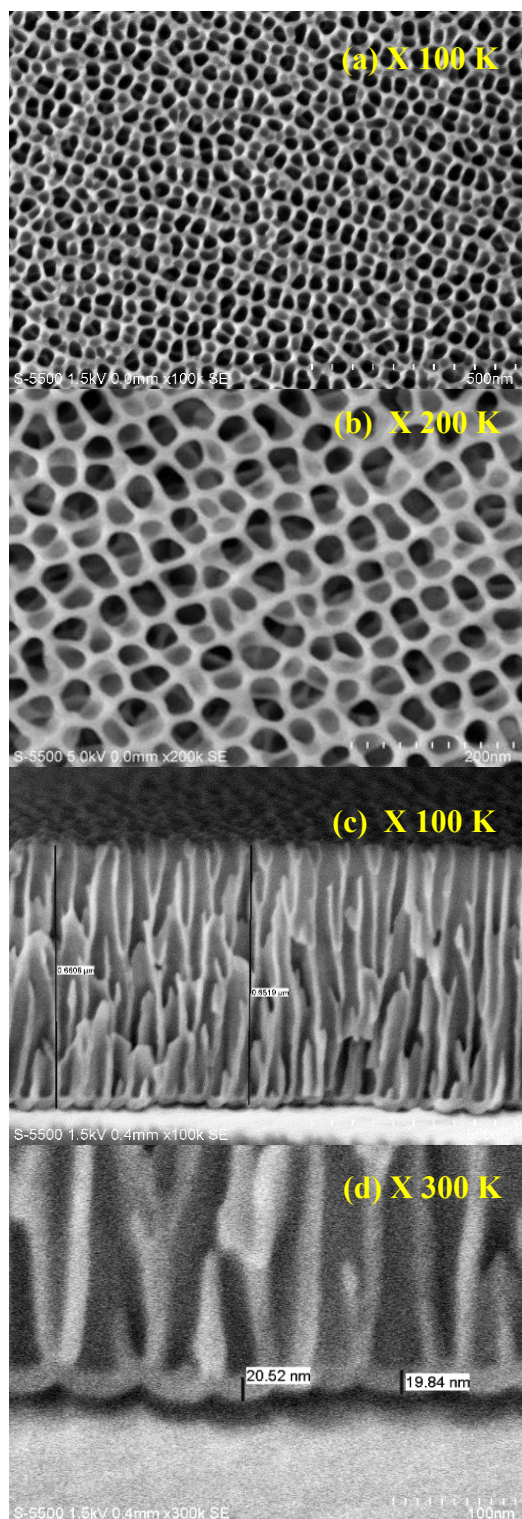


Figura 2 Micrografías SEM de una película de Al_2O_3 poroso preparadas a 15 VCD /15 min en un electrolito de H_3PO_4 2M 18 °C, (a) Imagen superficial a 100,000 ampliaciones, (b) imagen superficial a 200,000 ampliaciones, (c) corte transversal a 100,000 ampliaciones, (d) corte transversal a 300,000 ampliaciones con acercamiento a la base de los poros y capa barrera

En la tabla 1, se muestran las mediciones de los parámetros superficiales y transversales de las películas de Al_2O_3 poroso preparadas a 15VCD/15 min en un electrolito de H_3PO_4 2M 18 ± 2 °C.

Diametro de poro (nm)	Distancia interporo (nm)	Esesor de la película (nm)	Esesor de la capa barrera (nm)	Esesor de pared (nm)	Densidad de poros E^{10} poros/ cm^2
24.5 ± 1	37.66 ± 3	655 ± 4.5	19.4 ± 1.3	7.75 ± 0.4	9.32 ± 0.7

Tabla 1 Valores de los parámetros de superficie de una película de Al_2O_3 , anodizado a 15 VCD/ 15 min

El espesor de la capa barrera juega un papel importante cuando se desea electrodepositar metales en el fondo de los poros, cuando es demasiado gruesa, las líneas de campo eléctrico durante el electrodeposito y la reducción de Ni no alcanzan a atravesarla, por lo que no se depositarían partículas de Ni^{2+} en el fondo de los poros, además, en aplicaciones prácticas sirve como medio de transferencia de calor hacia los fluidos a calentar.

Los parámetros de la tabla 1, se utilizan como estándar en el desarrollo de los recubrimientos de Al_2O_3 -Ni ya que con estas, se obtienen buenos resultados en la electrodeposición de Níquel [17].

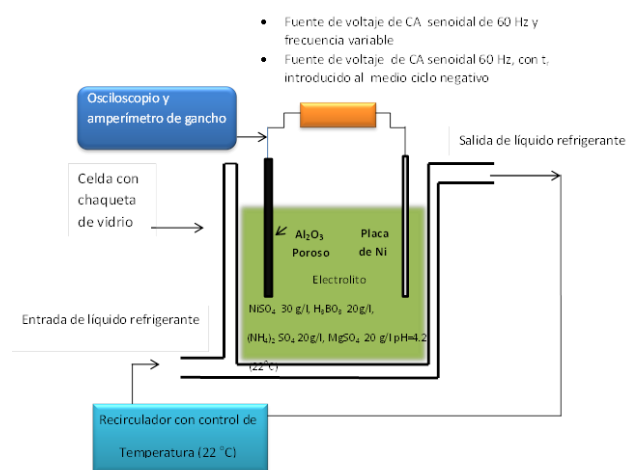
Desarrollo experimental

Electrodeposito de níquel (EDN) y coloreo

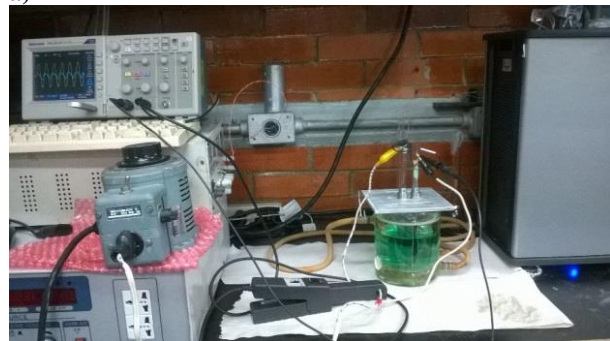
El EDN por corriente alterna se realizó en una celda electroquímica a dos electrodos construida con un vaso de vidrio enchaquetado donde una placa de níquel (99,98% Sigma-Aldrich) de 10 x 10 x 0.5 mm es el contraelectrodo colocado de forma paralela al electrodo de trabajo el cual es la placa de aluminio con Al_2O_3 poroso (anodizada a 15VCD/15min) ambos electrodos se sumergen en el electrolito para cerrar el circuito electrolítico.

La distancia entre los electrodos fue de 1.5 cm y la temperatura del electrólito de 22 ± 1 °C. La composición del baño electrolítico consistió de las sales de metal de interés a depositar en este caso NiSO_4 (30 g/l), además de H_3BO_3 (20 g/l), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (20 g/l) y MgSO_4 (20 g/l) y el pH de 3.9-4.2. El H_3BO_3 es utilizado para mantener constante el pH en la interface metal-solución durante el proceso catódico [14, 15]. El sulfato de amonio es utilizado para mejorar la conductividad iónica de la solución y el sulfato de magnesio mejora las condiciones de coloreo [16].

El baño fue previamente sugerido por Salmi et al. (2000). Todos los reactivos químicos utilizados fueron de grado analítico (JT Baker y Fermont) y Las soluciones acuosas se prepararon usando agua desionizada (18 MΩ/cm). Para EDN con VCA senoidal y frecuencia constante se utilizó un autotransformador variable (Variac) Marca Powerstat, y para el EDN con frecuencia variable se utilizó una fuente de VCA senoidal variable con frecuencia variable Marca XI'AN Jerrystar Instrument Co. Ltd. Los potenciales aplicadas fueron de 9, 10, 11 y 12 VCA y cada uno a diferentes frecuencias 60 Hz, 180 Hz, 360 y 480 Hz. El tiempo de electrodeposición se mantuvo constante a 2 minutos. La duración del proceso de impregnación se utilizó según los trabajos previos de Salmi et al. (2000). El VCA y al corriente se visualizaron y registraron en un osciloscopio Marca Tektronix TDS2012C. En la figura 4 a) y b) se muestran un esquema y una fotografía del arreglo experimental de la celda electrolítica para la impregnación de níquel.



a)



b)

Figura 4 (a) Esquema experimental para el EDN. (b) Fotografía del arreglo experimental para el EDN

Resultados y discusiones

Caracterización de películas selectivas

Para este estudio se utilizó un microscopio electrónico de barrido SEM Hitachi SU1510 equipado con detectores de rayos X. La técnica EDS se utilizó para determinar la concentración en porcentaje atómico de los elementos que componen las muestras de Al 1050 antes (con pretratamiento), después del anodizado de aluminio (Al_2O_3 poroso) así como de los elementos que componen los recubrimientos después del proceso de electrodeposición y coloreo con níquel (recubrimientos de Al_2O_3 -Ni).

En la tabla 2, se muestran los resultados obtenidos del análisis superficial de 4 muestras de Al_2O_3 poroso impregnadas con Ni (recubrimientos de Al_2O_3 -Ni) desarrolladas bajo condiciones de electrodeposición con VCA sinusoidal de 9, 10, 11 y 12 V_{rms} (60 Hz) a 2 minutos, en un electrolito compuesto de $NiSO_4$ (30 g/l), H_3BO_3 (20 g/l), $(NH_4)_2SO_4$ (20 g/l) y $MgSO_4$ (20 g/l) pH=3.9-4.2, $T=22\pm 2$.

Voltaje aplicado	Tiempo minutos	Elementos (% atómico)			Total
		O	Al	Ni	
9	2	40.50	50.37	9.13	100
10	2	38.82	50.09	11.09	100
11	2	40.13	47.18	12.68	100
12	2	38.76	48.55	12.69	100

Tabla 2 Elementos en porcentaje atómico presentes en una película de Al_2O_3 poroso impregnada con Ni (recubrimiento de Al_2O_3 -Ni) a 9, 10 11 y 12 V_{rms} a 2 minutos, en un electrolito de $NiSO_4$ (30 g/l), H_3BO_3 (20 g/l), $(NH_4)_2SO_4$ (20 g/l) y $MgSO_4$ (20 g/l), pH=3.9-4.2, $T=22\pm 2$

Caracterización morfológica después del electrodeposición de Ni (Al_2O_3 -Ni) a 9 V_{rms} .

En la figura 5 a), b), c) y d), se muestran micrografías SEM de una película de Al_2O_3 poroso (anodizado a 15VCD/15 min en H_3PO_4 2M 18 ± 2 °C) con electrodeposición de Ni a 9 V_{rms} (60 Hz) durante 2 minutos en un baño de $NiSO_4$ (30 g/l), H_3BO_3 (20g/l), $(NH_4)_2 SO_4$ (20g/l), $MgSO_4$ (20 g/l) pH=3.9-4.2 (22 ± 2 °C).

Las tres micrografías SEM, figuras 5 b), c) y d), corresponden a tres secciones transversales de la película, en ellas, se puede observar que existe la presencia de Níquel metálico, esto es corroborado con DRX y EDS en la parte inferior de la poros y que los rellena desde su base, cercano a la capa barrera y al sustrato, la altura de relleno de poros es de aproximadamente 69 nm, valor que corresponde aproximadamente al 10% del volumen total del poro, considerando al poro como un cilindro ideal una altura h y de radio. Con el electrodeposición de Ni, la película de Al_2O_3 poroso adquiere un color oscuro que cambia de tonalidades que van del verde oscuro al morado oscuro, el electrodeposición de Ni le confiere a la película de Al_2O_3 propiedades de recubrimiento selectivo de la radiación solar.

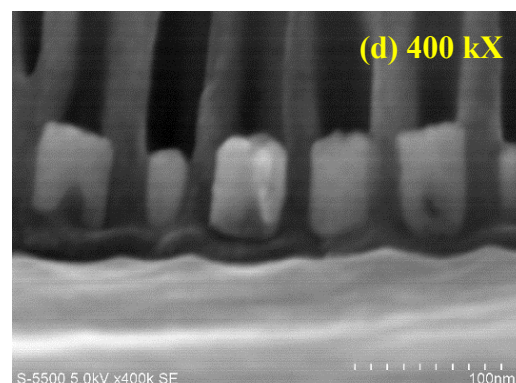
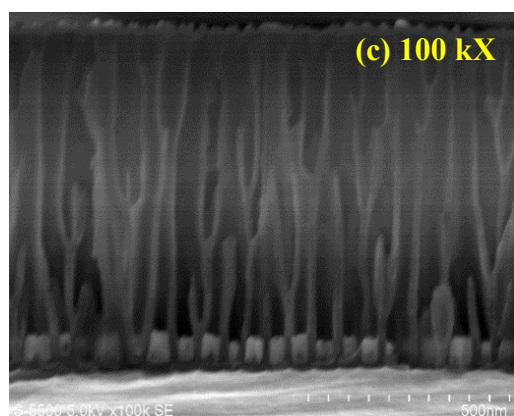
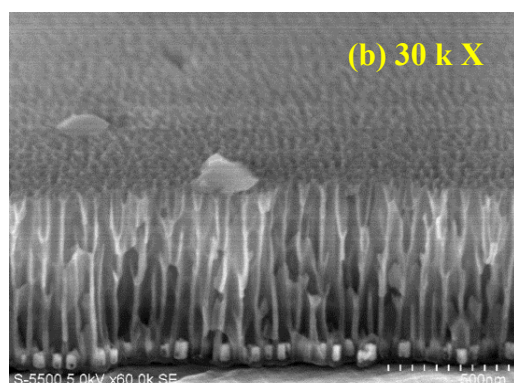
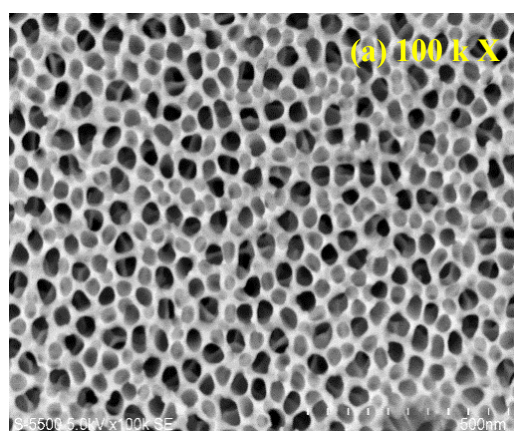
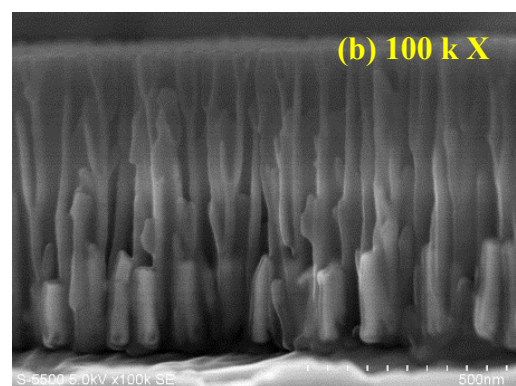
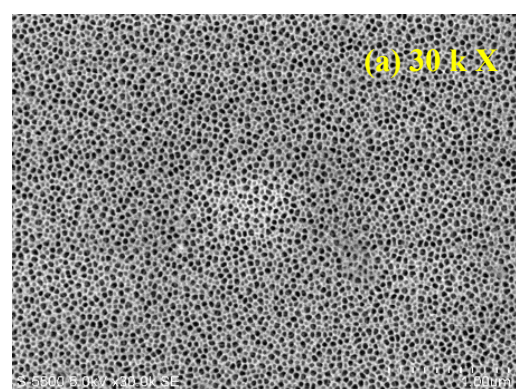


Figura 5 Micrografías SEM de una película de Al_2O_3 preparada a 15 VCD/15 min en un electrolito de H_3PO_4 2M 18 ± 2 °C con electrodeposición de níquel a 9 Vrms (60Hz) 2 min, (a) imagen superficial a 100,000 ampliaciones, (b) Corte transversal a 30,000 ampliaciones, (c) Corte transversal a 100,000 ampliaciones, (d) corte transversal con acercamiento a la base de los poros a 400,000 ampliaciones donde la parte blanca es Ni.

Caracterización morfológica después del electrodeposición de Ni (Al_2O_3 -Ni) a 10 Vrms

En la figura 6, se muestran micrografías SEM de una película de Al_2O_3 poroso (anodizado a 15VCD/15 min) con electrodeposición de Ni a 10 Vrms (60 Hz) durante 2 minutos en un baño de NiSO_4 (30 g/l), H_3BO_3 (20g/l), $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ (20g/l), MgSO_4 (20 g/l) pH=3.9-4.2 (22 ± 2 °C).



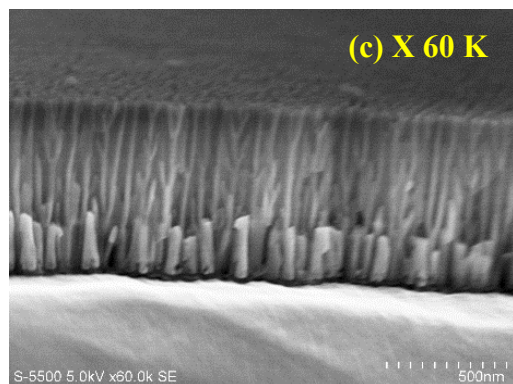


Figura 6 Micrografías SEM de una película de Al_2O_3 preparada a 15 VCD/15 min en un electrolito de H_3PO_4 2M 18 ± 2 °C con electrodeposición de níquel a 10 V_{rms} (60Hz) 2 min, (a) imagen superficial a 30,000 ampliificaciones, (b) Corte transversal a 100,000 ampliificaciones, (c) Corte transversal a 60,000 ampliificaciones

En las micrografías de la figura 6, la altura del relleno del poro con níquel es de aproximadamente 215 nm. Este valor corresponde al 30% de volumen total del poro. La diferencia principal entre la muestra con electrodeposición de Ni a 9 $V_{\text{rms}}/2$ min y la de 10 $V_{\text{rms}}/2$ min es la altura de relleno del poro, de tal manera que, a mayor voltaje la altura de relleno aumenta y por lo tanto la fracción de volumen que ocupa el níquel también. El volumen de ocupación de níquel dentro del poro es un factor importante porque tiene impacto en los valores de reflectancia.

Caracterización estructural por difracción de rayos-X (DRX) después del electrodeposición de Níquel

Con la finalidad de desarrollar las superficies selectivas absorbentes de la radiación solar, a la película de Al_2O_3 poroso crecida por anodizado se le impregnan partículas níquel mediante la técnica de electrodeposito.

En la figura 6 a), b) y c), se muestra el patrón de rayos-X para la muestra preparada a 10 V_{rms} CA/2 min (60 Hz), en el difractograma se puede observar que los planos (200) y (220) desaparecen manteniéndose sólo el plano (111), también es posible identificar los picos que corresponden al níquel, en particular los plano (200) y (220), lo cual indica que el níquel está presente en la película de Al_2O_3 poroso.

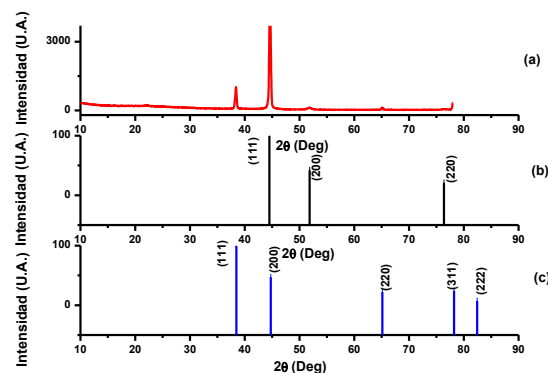


Gráfico 1 Difractograma de rayos-X de: (a) recubrimiento de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ni}$, (b) Patrón de difracción de níquel JCPDS # 04-0850, (C) Patrón de difracción de Aluminio JCPDS # 04-0787

Conclusiones

Se ha logrado el electrodeposito y coloreo de Ni en películas anodizadas de Al_2O_3 con VCA a diferentes voltajes, se determinaron micrografías donde se puede observar que existe la presencia de Níquel metálico en la parte inferior de la poros y que los rellena desde su base, cercano a la capa barrera y al sustrato, la altura de relleno de poros es de aproximadamente 69 nm y 215 nm, valor que corresponde aproximadamente al 10% y 30% del volumen total del poro, de tal manera que a mayor voltaje la altura de relleno aumenta y por lo tanto la fracción de volumen que ocupa el níquel también.

Con el electrodeposito de Ni la película de Al_2O_3 poroso adquiere un color oscuro que cambia de tonalidades que van del verde oscuro al morado oscuro, el electrodeposito de Ni le confiere a la película de Al_2O_3 propiedades de recubrimiento selectivo de la radiación solar.

El volumen de ocupación de níquel dentro del poro es un factor importante porque tiene impacto en los valores de reflectancia mismo que se refleja en el difractograma donde se observaron los planos (200) y (220) desaparecen manteniéndose sólo el plano (111), también es posible identificar los picos que corresponden al níquel, en particular los plano (200) y (220), lo cual indica que el níquel está presente en la película de Al_2O_3 poroso. Se pretende en posteriores estudios realizar la evaluación de absorptividad y emisividad de la película selectiva obtenida.

Referencias

- [1] ZHANG, Q. Et al. 1998. New Cermet Solar Coatings for Solar Thermal Electricity Applications, *Solar Energy*, vol. 64, no. 1-3, pages 109-114, XP000667644 *
- [2] GARCIA, C. Et al. 2017. Recubrimiento absorbente selectivo solar y método de fabricación. Abengoa Solar New Technologies SA. ES2608031T3 Grant*
- [3] KONATE, S., Bes, R. y Traverse, JP (1997). *Ann. Chim. Ciencia. Mat.*, 22, 67.
- [4] TROMBE, E, LEPHAT, A. and VINH, M. (1964). *J. Rech. CNRS.*, 65, 563.
- [5] BELGHITH, H. M., Bes, S, and Traverse, P. 1995. Sin patente francés. 9508090, Juillet.
- [6] GRANQVIST, C. Anderson, A and y Hunderi, O. (1979). *Appl. Phys. Izquierda.*, 35, 268.
- [7] GRANQVIST, C. 1991. *Ciencia de los Materiales para Sistemas de Energía Solar de conversión. Primera edición, capítulo 4.* Pergamon Press, pp. 74-80.
- [8] FLORES, F., Et al. 2017. Caracterización de los parámetros superficiales en películas anodizadas de aluminio 1050 preparadas por método electroquímico". *Research Journal, Volume 1 Number 1*, with ISSN: 2523-6792, at pages 19-26 segment.
- [9] ARURAUULT, L., Salmi J, Bes, S. 2004. *Sol Energy Mater. Sol Cells* 82:447-455
- [10] PUIPPE. J., and Leaman, F. 1986. *Pulse plating.* Eugen G Leuze Verlag, Salgau.
- [11] EL-SHERIK, A and Erb, U. 1996. *Surf Coat Technol* 88:70.
- [12] MANDICH, N. 2000. *Met Finish* 98:375.
- [13] Landolt, D and Marlot, A. 2003. *Surf Coat Technology* 169-170:8.
- [14] CHENG, T, Jorné, J and Gau, J. 1990. Magnetic Anisotropy of electrodeposited cobalt on alumite substrate *J. Electrochem. Soc.* 137(1). 93-95
- [15] DAIMON, O. 1993. Magnetic and cristallographyc study of Co electrodeposited alumite films *J. Appl. Phys.* 73 (10), 5391-5393.
- [16] SHEASBY, P. and W. E. Cooke, W. 1974. The Electrolytic Colouring of Anodized Aluminium, *Trans. Institute of metal finishing* 52, 103-106.
- [17] SALMI, J, and Bes, R. 2000. Nickel pigmented anodized aluminium as solar selective absorbers. *Journal of Materials*

Comparación fisicoquímica entre un biopolímero de sábila (*aloe vera*) y de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Physico-chemical comparison between a biopolymer *aloe vera* and *Opuntia ficus-indica*

GÁLVEZ-CHAN, Rosario Alicia*†, SILVA-ENCINAS, Gabriel Omar, PAREDES-GÁLVEZ, Patricia Alejandra y CRUZ-BASILIO, Luis Fernando

Instituto Tecnológico de Sonora, Antonio Caso 2266, Frac Villa ITSON 85130, Ciudad Obregón, Sonora México

ID 1^{er} Autor: Rosario Alicia, Gálvez-Chan / ORC ID: 0000-0002-5069-4181, Researcher ID Thomson: S-5902-2018, CVU CONACYT ID: 895013

ID 1^{er} Coautor: Gabriel Omar, Silva-Encinas / ORC ID: 0000-0001-5518-1150, Researcher ID Thomson: S-4845-2018, CVU CONACYT ID: 946843

ID 2^{do} Coautor: Patricia Alejandra, Paredes-Gálvez / ORC ID: 0000-0002-2095-5205, Researcher ID Thomson: S-6522-2018, CVU CONACYT ID: 946866

ID 3^{er} Coautor: Luis Fernando, Cruz-Basilio / ORC ID: 0000-0002-4523-958X, Researcher ID Thomson: S- 6885-2018

Recibido Junio 20, 2018; Aceptado Septiembre 30, 2018

Resumen

En la actualidad es complicado prescindir del uso de los plásticos, tanto por su utilidad y la importancia en el aspecto económico que representan. Los plásticos son uno de los contaminantes más grandes a nivel mundial, se calcula que alrededor de 25 millones de toneladas de plásticos son generados cada año y su degradación dura entre 100 y 500 años. Es por ello que es importante el uso de nuevas alternativas que reemplacen el uso de plásticos derivados del petróleo. El objetivo del presente trabajo es caracterizar dos biopolímeros, uno derivado del nopal opuntia y otro de la sábila (*Aloe vera*) para hacer una comparación de sus propiedades físicas y químicas, y definir así posibles aplicaciones. Se emplearon diversas pruebas para la caracterización fisicoquímica de los biopolímeros. Los resultados obtenidos del comparativo de los biopolímeros concluyen con similitudes en sus propiedades por lo que son viables para su uso como sustituto de algunos polímeros a base de petróleo.

Biopolímero, Nopal, Sábila, Comparativo

Abstract

Nowadays it is difficult to dispense with the use of plastics, both because of their usefulness and the economic importance they represent. Plastics are one of the world's largest pollutants, with an estimated 25 million tonnes of plastics being generated each year and their degradation lasting between 100 and 500 years. That is why it is important to use new alternatives to the use of petroleum-based plastics. The objective of the present work is to characterize two biopolymers, one derived from nopal opuntia and the other from aloe vera, in order to make a comparison of their physical and chemical properties and thus define possible applications. Various tests were used for the physico-chemical characterisation of biopolymers. The results obtained from the comparison of the biopolymers conclude with similarities in their properties so that they are viable for use as a substitute for some petroleum-based polymers.

Biopolymer, Nopal, Aloe Vera, Comparative

Citación: GÁLVEZ-CHAN, Rosario Alicia, SILVA-ENCINAS, Gabriel Omar, PAREDES-GÁLVEZ, Patricia Alejandra y CRUZ-BASILIO, Luis Fernando. Comparación fisicoquímica entre un biopolímero de sábila (*aloe vera*) y de nopal (*Opuntia ficus-indica*). Revista de Sistemas Experimentales. 2018, 5-16: 20-25.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: Rosario.galvez@itson.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El petróleo se formó hace millones de años, a partir de organismos vivos que se mineralizaron, mezclándose con arenas y limos que cayeron al fondo del mar. En las cuencas estos sedimentos se fueron acumulando en las “rocas madres” o “arenas madres” fue entonces que en el año de 1859 el coronel Edwin L. Drake perforó el primer pozo petrolero del mundo, en Estados Unidos. (Jaimés N.. (2012)) Se investigaron sus diferentes aplicaciones, una de ellas fue en los polímeros, el 99% de la totalidad de polímeros se produce a partir del petróleo, lo que provoca un excesivo uso sobre las fuentes de energía no renovables.

En la actualidad es difícil no vivir de los plásticos, no sólo por su utilidad sino también por la importancia económica que tienen, por otra parte se calcula que 25 millones de toneladas de plásticos se acumulan en el ambiente cada año y pueden permanecer inalterables por un periodo de entre 100 y 500 años debido a que su degradación es muy lenta y consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, mismas que se distribuyen en los mares, ríos, sedimentos y suelos, entre otros. (Ortiz Hernández. (2013))

Hoy en día, buscar nuevas y mejores alternativas de obtención de diferentes polímeros que no solo beneficien a la humanidad sino también al medio ambiente es la mejor opción. El aumento de los precios internacionales del petróleo, la inestabilidad de la situación geopolítica de las regiones que poseen las grandes reservas mundiales y el consenso global sobre la necesidad de promover el desarrollo de tecnologías que disminuyan la emisión de gases de efecto invernadero, como el CO₂, han impulsado la producción de productos petroquímicos a partir de materias primas basadas en fuentes renovables. (Valero Valdivieso et al. (2013))

El reciclado es y será una solución, pero se produce sobre el residuo ya generado y además no es una alternativa muy efectiva para todos los plásticos. Los biopolímeros son macromoléculas presentes en los seres vivos, suponen una solución desde el origen del problema ya que la gran mayoría de ellos su tiempo de biodegradación es mucho menor a la de un plástico común.

Los biopolímeros, que en su mayor parte proceden de recursos renovable por lo que se convierten en una interesante alternativa para la industria de los plásticos. (Ortiz Hernández. (2013)) Estos bioplásticos pueden procesarse mediante las mismas tecnologías que los materiales termoplásticos convencionales, tales como extrusión, inyección o soplado. Así, los polímeros basados en recursos renovables o biodegradables están generando un creciente interés, tanto en la sociedad en general como en la industria de los plásticos. (Valero Valdivieso et al. (2013))

Es por ello que en este proyecto se han caracterizado dos biopolímeros muy importantes a partir de la sábila “aloe vera” es una planta originaria de África, específicamente de la península de Arabia. Se ha utilizado durante siglos para la salud y la belleza destacándose sus propiedades dermatológicas. (Vega G. et al. (2005)) Así mismo el nopal es una planta de la familia de las cactáceas que presenta características adaptativas en su anatomía, morfología y fisiología, las que le permiten sobrevivir, crecer y reproducirse en ambientes áridos y semiáridos. (Gálvez Chan et al. (2017)) El objetivo del presente trabajo es caracterizar dos biopolímeros, uno derivado del nopal opuntia y otro de la sábila (Aloe vera) para hacer una comparación de sus propiedades físicas y químicas, y definir así posibles aplicaciones.

Metodología

La investigación se realizó en la ciudad de Obregón Sonora en el Instituto Tecnológico de Sonora Campus Nairari en los laboratorios LV500 Laboratorio de química y LV700 laboratorio de biotecnología y ciencias alimentarias LV800.

En la caracterización de las propiedades físicas de los biopolímeros de sábila y nopal, se realizaron:

Solubilidad

Parámetro físico que nos permite establecer cuantitativamente, la capacidad de la biopelícula de disolverse en agua.

Para determinar la solubilidad de ambos biopolímeros se procedió de la siguiente manera:

- Para cada una de las muestras de biopolímeros obtenidos, se obtuvieron 2 gramos de la muestra.
- En un recipiente, previamente identificado, con el tipo de muestra a contener, volumen de agua y fecha de inicio, se agregaron los 2 gramos de muestra en 30 ml de agua.
- Se dejó la muestra de la biopelícula en la cantidad de agua indicada, agitándose cada día. El tiempo total en que se realizó la muestra, fue de 5 días.
- Concluido el periodo de prueba, se obtuvo la cantidad de biopelícula disuelta en el agua.

Permeabilidad

Característica física de las biopelículas para analizar y establecer, la capacidad de retención o transferencia de agua hacia el exterior. Para determinar la permeabilidad de ambos biopolímeros se procedió de la siguiente manera:

- Se recortó el biopolímero del tamaño de la superficie a emplear como tapa (medio aislante).
- Se identificaron los envases con la fecha y tipo de muestra de biopolímero a emplear.
- Se procedió a medir las temperaturas de bulbo húmedo y seco.
- A cada recipiente, se agregó la misma cantidad de agua, a fin de verificar la pérdida de agua para cada una de las muestras.
- Se pesaron los envases con la cantidad de agua, envase y masa del biopolímero, para monitorear la pérdida de agua en cada día de medición.
- Se taparon adecuadamente los envases que contienen el agua, con el biopolímero.
- Se depositaron en un desecador.
- La duración de la prueba, fue de 5 días, registrando en cada día: temperaturas de bulbo seco, húmedo y pesos.
- Concluido el experimento, se procedió al cálculo de los valores de permeabilidad.

Prueba de gota

Indica de acuerdo con el ángulo de contacto, que tan hidrofóbico o hidrofílico es un biopolímero. Para determinar la prueba de gota de ambos biopolímeros se procedió de la siguiente manera:

Se determinó el índice de gota por medio del equipo OAD (Óptica Analysis Drop), el cual indica de acuerdo con el ángulo de contacto, que tan hidrofóbico o hidrofílico es el biopolímero.

Grosor

Para determinar el grosor de los biopolímeros se realizó la medición de las muestras de biopolímero, a través de un vernier starret. Para cada muestra, se tomaron 3 puntos distintos y se efectuó un promedio.

Espectroscopia de infrarrojo

Identifica los grupos funcionales presentes en una biopelícula.

Para determinar esta característica de los biopolímeros se necesitó la ayuda un espectrofotómetro el cual nos sirve para identificar los grupos funcionales presentes en el biopolímero.

Resultados

Para cada uno de los biopolímeros se efectuaron seis pruebas diferentes las cuales son: solubilidad, permeabilidad, prueba de gota, grosor y espectroscopia de infrarrojo.

Solubilidad

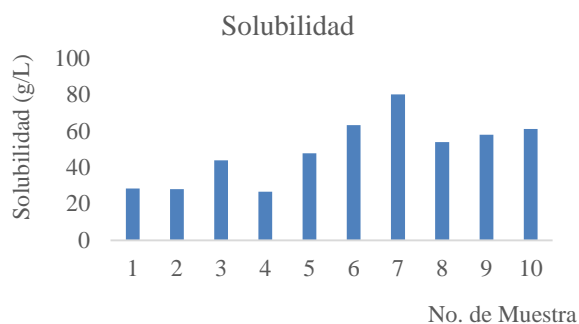
En esta prueba los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas y gráficos:

Muestra De Sábila	Solubilidad (g/l)
1	28.327
2	28.057
3	43.893
4	26.627
5	47.750
6	63.210
7	79.983
8	53.813
9	57.987
10	60.993

Tabla 1 Solubilidades de 10 muestras de biopolímeros de sábila

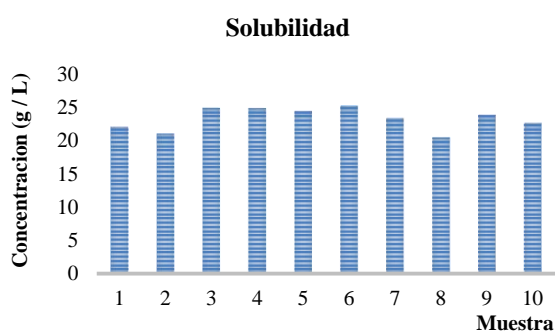
En la tabla 1 se observa que la muestra que tiene mayor nivel de solubilidad es la muestra No 7, mientras que la muestra 4 es la que tiene menor nivel de solubilidad. Las muestras 8, 9 y 10, tienen una solubilidad intermedia.

La diferencia de solubilidades entre el valor mayor y el menor es de 53.357 g/l, con una varianza de 311.53.



Grafica 1 Solubilidad de Biopolímero de Sábila

En la gráfica 1 se observa la distribución de las solubilidades como una distribución normal, una desviación estándar elevada entre las muestras, con sesgo hacia la derecha.



Grafica 2 Solubilidad de Biopolímero de Nopal

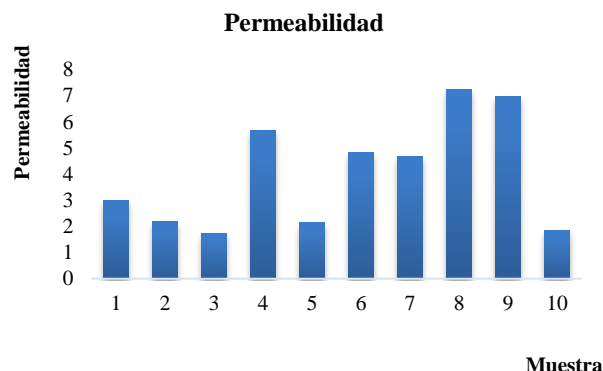
En la gráfica 2 se aprecia que la muestra 6, es la que presenta mayor solubilidad (25.26 g/L), seguida de la muestra 3 (24.93 g/L). La muestra que presento menor solubilidad fue la muestra 8 (20.48 g/L). Al momento de interpretar los resultados de ambos biopolímeros, en general nos damos cuenta de que, aunque los dos son muy parecidos el biopolímero de sábila contiene mayor solubilidad que el de nopal.

Permeabilidad

Muestra	Permeabilidad
1	2.99222
2	2.18829
3	1.74368
4	5.67495
5	2.15490
6	4.81658
7	4.66075
8	7.22537
9	6.96119
10	1.86149

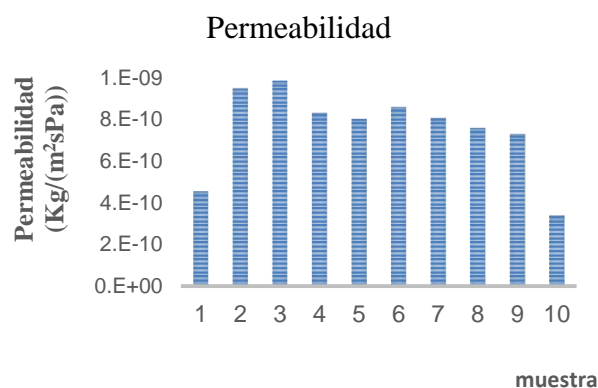
Tabla 2 Permeabilidad de 10 muestras de biopolímeros de sábila

En la tabla 2 se observa que la muestra 8 es la que presenta un mayor valor de permeabilidad, y la muestra que tiene menor permeabilidad, es la muestra 3.



Grafica 3 Permeabilidad del Biopolímero de Sábila

En la gráfica 3 se muestra la distribución normal de la permeabilidad en función de su desviación estándar, que es de 2.12, y una media aritmética de 4.028. lo que indica que, se la biopelícula de sábila está permitiendo el paso del agua de manera moderada.



Grafica 4 Permeabilidad del Biopolímero de Nopal

En la gráfica 4 se observa que la permeabilidad de la muestra 3, es mayor, en tanto que la Permeabilidad de las muestras 1 y 10, son menores y parecidas. La permeabilidad de las demás muestras no tiene variabilidad significativa.

Con esto se puede saber que el Biopolímero de Sábila es menos permeable que el de nopal, es decir que nos permite menor paso de cantidad de agua por lo que si se quiere usar en un ambiente húmedo estos dos permiten el mínimo paso de humedad, pero es más efectivo el Biopolímero de Sábila, tomando en cuenta que el biopolímero de sábila contiene el doble de proporción que el de nopal.

Prueba de gota

Para el Biopolímero de Sábila en este caso se realizó un gráfico de caja y bigote.



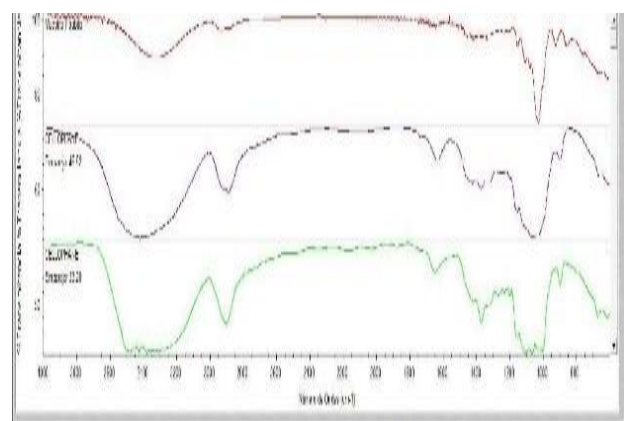
Grafica 5 Prueba de ángulo de contacto del biopolímero de sábila

En la gráfica 5 se observa que las muestras que tienen una relación similar entre sí son las muestras 4, 6, 8, 9 y 10, el resto, tienen una variabilidad significativa. Además, se observa que las muestras 3 y 5, tienen un ángulo de contacto demasiado elevado, indicando son menos afines al agua. La muestra 7, tiene un valor intermedio de solubilidad, mientras que las muestras 1, 2 y 4, tienen ángulos de contacto menores, lo que indica, son mucho más afines al agua.

En el caso del Biopolímero de Nopal el resultado de la muestra 1 fue de un ángulo de la superficie de 30.8 ° tanto del lado izquierdo y derecho, lo que indica, que la muestra presenta características hidrofílicas como hidrofóbicas.

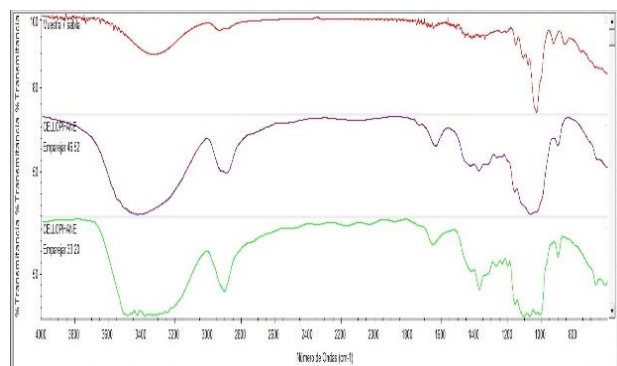
Espectroscopia de infrarrojo

Se realizó un análisis de espectroscopia infrarrojo (EIR) para identificar los grupos funcionales presentes en los Biopolímeros.



Grafica 6 Espectroscopia de infrarrojo del Biopolímero de Sábila

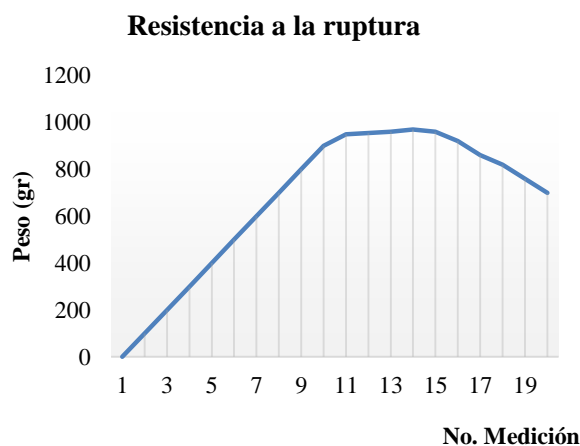
En la gráfica 6 se observa la presencia del grupo carbonilo (C=O), alcohol (R-OH), y composición similar a la celulosa.



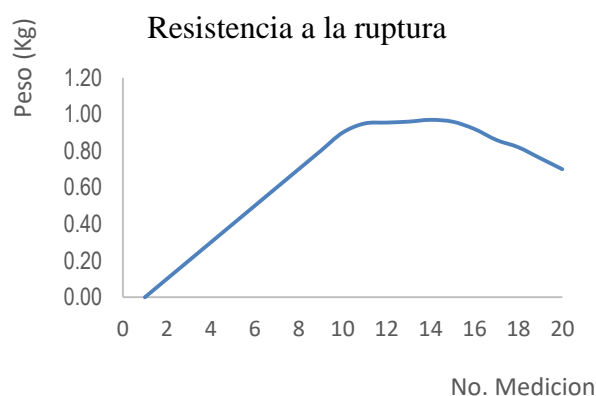
Grafica 7 Espectroscopia de infrarrojo del Biopolímero de Nopal

En la gráfica 7 se observa la presencia del grupo OH y Carbonilo siendo estos los más característicos.

Resistencia a la ruptura



Grafica 8 Resistencia a la Ruptura del Biopolímero de Sábila



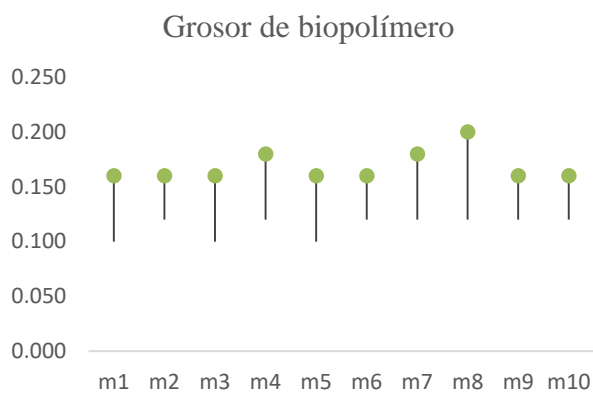
Grafica 9 Resistencia a la Ruptura del Biopolímero de Nopal

En las gráficas 8 y 9 se observa que la resistencia del material a la ruptura es constante hasta el límite proporcional a los 900 gramos. Posterior a esta medición, se observa que la resistencia del material se reduce significativamente, lo que ocasiona la ruptura de este.

Se sabe que el biopolímero más resistente sería el nopal ya que el biopolímero de sábila es 2 veces la cantidad que el de nopal y aun así son exactamente iguales de resistentes a la ruptura.

Grosor

Se realizó la medición de las muestras de biopolímero, a través de un vernier starret. Para cada muestra, se tomaron 3 puntos distintos. Se efectuó un promedio. (MEC. Rogelio G. Garza Rivera, 2017)



Grafica 10 Grosor de Biopolímero de Sábila

En la gráfica 10 se muestra el comportamiento de los calibres obtenidos del biopolímero de sábila. Se puede observar que la muestra No 9, tiene un tamaño significativamente diferente a las demás muestras dado que se encuentra por encima de los calibres obtenidos en las demás muestras.

Conclusión

Con los resultados obtenidos se concluye que el biopolímero de sábila y el biopolímero de nopal presentan características similares, pero aun así se debe tomar en cuenta el uso se le desea dar ya que si se desea en algún medio húmedo o donde se requiera resistencia a la ruptura sería de mayor efectividad el biopolímero de nopal, aun siendo el doble en cantidad el biopolímero de sábila, presentan exactamente la misma resistencia a la ruptura y muy poca diferencia en permeabilidad, pero esto varía de acuerdo a las cantidades de nopal y sábila, por lo tanto

Referencia

Gálvez Chan Rosario Alicia, Silva Encinas Gabriel Omar, López Cuero Iván, Álvarez Sánchez Jesús y Paredes Gálvez Patricia Alejandra. (2017). Obtención y caracterización de una biopelícula a base de nopal (*Opuntia ficus-indica*). En química e ingeniería verde para la sustentabilidad (473). Monterrey, México: Monterrey, México.

Jaimes N., Miguel A., Petróleo: historia y perspectivas geopolíticas. Aldea Mundo [en línea] 2012, 17 (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 27 de junio de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54335426006>> ISSN 1316-6727

Ortiz Hernández María Laura. (2013). El impacto de los plásticos en el ambiente. 27 de mayo de 2013, de Centro de Investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) Sitio web: <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-f.html>

VALERO-VALDIVIESO, MANUEL FERNANDO; ORTEGÓN, YAMILETH; USCATEGUI, YOMAIRA. BIOPOLÍMEROS: AVANCES Y PERSPECTIVAS. DYNA, [S.l.], v. 80, n. 181, p. 171-180, sep. 2013. ISSN 2346-2183. Disponible en: <<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/20642/45329>>. Fecha de acceso: 10 jul. 2018

Vega G, Antonio, Ampuero C, Nevenka, Díaz N, Luis, & Lemus M, Roberto. (2005). EL ALOE VERA (*ALOE BARBADENSIS MILLER*) COMO COMPONENTE DE ALIMENTOS FUNCIONALES. *Revista chilena de nutrición*, 32(3), 208-214. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182005000300005>

Análisis de textura en piloncillo a través de procesamiento de imágenes utilizando la matriz de co-ocurrencia

Texture analysis in piloncillo through image processing using the co-occurrence matrix

LÁRRAGA-ALTAMIRANO, Hugo*†, PIEDAD-RUBIO, Ana, HERNÁNDEZ-LÓPEZ, Dalia, GÓMEZ-RODRÍGUEZ, Ismael

Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, Carretera al Ingenio Plan de Ayala Km. 2, Colonia Vista Hermosa, C.P. 79010, Ciudad Valles, S.L.P.

ID 1^{er} Autor: *Hugo, Lárraga-Altamirano* / **ORC ID:** 0000-0001-8258-9418, **Researcher ID Thomson:** T-2296-2018, **arXiv Author ID:** Hugo_Larraga, **CVU CONACYT ID:** 626539

ID 1^{er} Coautor: *Ana, Piedad-Rubio* / **ORC ID:** 0000-0003-1258-0383, **Researcher ID Thomson:** T-2477-2018, **arXiv Author ID:** ampiedad, **CVU CONACYT ID:** 732279

ID 2^{do} Coautor: *Dalia, Hernández-López* / **ORC ID:** 0000-0002-2751-5886, **Researcher ID Thomson:** T-2470-2018, **arXiv Author ID:** DaliaHernandez, **CVU CONACYT ID:** 536472

ID 3^{er} Coautor: *Ismael, Gómez-Rodríguez* / **ORC ID:** 0000-0003-3667-9986, **Researcher ID Thomson:** T-2459-2018, **arXiv Author ID:** DaliaHernandez, **CVU CONACYT ID:** 947957

Recibido Junio 20, 2018; Aceptado Septiembre 30, 2018

Resumen

La industria azucarera en México opera sus procesos con gran impacto negativo hacia el medio ambiente y la salud, por lo que la diversificación es un tema prioritario. Una alternativa, es darle mayor valor a los productos derivados convencionales de la caña de azúcar, como el piloncillo, el cual para ser exportado requiere cumplir condiciones de calidad como el color y la textura. El objeto de estudio del presente trabajo es el análisis de la textura del piloncillo para caracterizar el aspecto uniformidad a través de técnicas de procesamiento de imágenes. Se propone implementar la matriz de co-ocurrencia y el cálculo de cuatro descriptores texturales: correlación, contraste, homogeneidad y energía para determinar defectos en la superficie del producto y así fortalecer la comercialización para la exportación. El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Huasteca Potosina, México, zona cañera por excelencia con alrededor de 4500 productores de piloncillo.

Piloncillo, Calidad, Textura, Matriz Co-ocurrencia, Huasteca Potosina

Abstract

The sugar industry in Mexico operates its processes with great negative impact on the environment and health, so diversification is a priority issue. An alternative is to give greater value to the conventional derivative products of sugarcane, such as the piloncillo, which to be exported requires quality conditions such as color and texture. The objective of the present work is the analysis of the texture of the piloncillo to characterize the aspect uniformity through techniques of image processing. It is proposed to implement the co-occurrence matrix and the calculation of four textural descriptors: correlation, contrast, homogeneity and energy to determine defects in the surface of the product and thus strengthen export marketing. The research work was carried out in the Huasteca Potosina, Mexico, a sugarcane area par excellence with around 4500 producers of piloncillo.

Piloncillo, Quality, Texture, Matrix Co-occurrence, Huasteca Potosina

Citación: LÁRRAGA-ALTAMIRANO, Hugo, PIEDAD-RUBIO, Ana, HERNÁNDEZ-LÓPEZ, Dalia, GÓMEZ-RODRÍGUEZ, Ismael. Análisis de textura en piloncillo a través de procesamiento de imágenes utilizando la matriz de co-ocurrencia. *Revista de Sistemas Experimentales*. 2018, 5-16: 26-32

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: hugo.larraga@tecvalles.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

En México, la industria azucarera representa un importante sector económico, esto se debe en gran medida a que posee grandes extensiones de territorio aptas para el cultivo de la caña de azúcar materia prima del edulcorante. Son varios los estados que participan en esta agroindustria constituida por ingenios azucareros que llevan a cabo el proceso de transformación; altamente costoso para el medio ambiente y la salud, es por eso que, la diversificación de esta industria es un tema global que ocupa a expertos de diferentes ámbitos.

Una alternativa de diversificación planteada es darle mayor valor a los productos derivados convencionales de la caña de azúcar, como el piloncillo, cuyo método de fabricación tiene un impacto ambiental negativo menor que el de la industria azucarera tradicional y por ende, se le han atribuido beneficios para la salud humana (Gómez-Merino, y otros, 2017).

La producción de piloncillo no es una actividad reciente, por el contrario, data de los inicios de la misma industria azucarera y sus métodos de producción en algunos casos siguen inalterables. México ocupa el sexto lugar en cultivo de caña de azúcar, el séptimo como productor mundial de azúcar y el décimo en producción de piloncillo, muy por debajo de países como la India y Colombia (Galicia-Romero, y otros, 2017).

Tan solo en la Huasteca Potosina se registraron en el año 2014 alrededor de 4500 productores de piloncillo, organizados desde sociedades cooperativas hasta sociedades anónimas de capital variable, las cuales ya han tenido experiencia en exportar a Europa y EUA. Actualmente el mercado de exportación es una nueva oportunidad para este producto, sin embargo, los factores de inocuidad y calidad deben de ser atendidos para favorecer su comercialización nacional y global (SAGARPA, 2014).

Aun cuando no existe una regulación internacional que determine las condiciones sensoriales y físico-químicas del piloncillo, es posible determinar el grado de calidad a través de características de aspecto como color y textura (la inocuidad no es abordada en este estudio).

De esta manera y de acuerdo a la norma mexicana NMX-F-596-SCFI-2016 que tiene por objetivo establecer las especificaciones del Piloncillo 100% de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) ya sea en bloque o granulado, este puede describirse sensorialmente como lo indica la Tabla 1 (Dirección General de Normas, 2016).

Característica	Descripción
Aspecto	Uniforme
Sabor	Dulce, característico al jugo de caña de azúcar
Tonalidad	Café claro al oscuro
Olor	Característico al jugo de caña

Tabla 1 Especificaciones sensoriales del piloncillo, NMX-F-596-SCFI-2016

Por lo anterior el objeto de estudio del presente trabajo es el análisis de la textura del piloncillo para caracterizar el aspecto uniformidad a través de técnicas de procesamiento de imágenes y con esto, evaluar un rasgo de calidad de los productos de exportación.

La hipótesis plantea que es posible determinar el aspecto uniforme del piloncillo mediante el uso de la matriz de co-ocurrencia y el cálculo de cuatro descriptores texturales: correlación, contraste, homogeneidad y energía. La tecnificación de la industria piloncillera apoya la diversificación del sector azucarero y en consecuencia el desarrollo regional. El producto de esta investigación forma parte de un sistema de visión artificial que favorece la comercialización del piloncillo, haciendo hincapié en la exportación. Las secciones siguientes están dedicadas a explicar el análisis de textura que se realizó en una muestra de piloncillos elaborados en la Huasteca Potosina, el lector podrá encontrar la base teórica de la investigación, el método utilizado para el desarrollo del problema, los resultados obtenidos del diseño de experimentos y la conclusión de la hipótesis planteada.

Marco Teórico

La definición de textura de la superficie de una imagen, es la repetición de un patrón espacial cuya estructura puede ser periódica o aleatoria, considerando la distribución de los niveles de gris en el espacio, Figura 1. El análisis de textura permite evaluar propiedades tales como: fineza, suavidad, rugosidad, granulación entre otros.

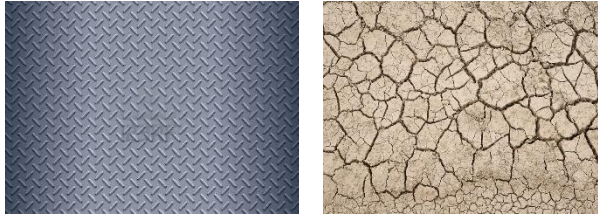


Figura 1 Ejemplo de texturas (periódica-aleatoria)

Fuente: <http://www.arqhys.com/contenidos/textura-metalica.html>,
<http://mauriciocaminos.blogspot.com/2012/10/fotografia-creativa-texturas.html>

La extracción de la textura como característica visual se realiza de dos maneras: Global aplicada a la imagen entera y Local, aplica a un grupo pequeño de píxeles (subimágenes). La primera extracción es útil cuando se trata de texturas con patrones regulares (periódicos), la segunda extracción, es utilizada en los casos de imágenes con texturas aleatorias.

Son varias las técnicas para el análisis de textura, de manera que solo se mencionan las que más destacan: a) Métodos estructurales o sintácticos; consideran texturas compuestas de elementos primitivos (geométricos), cabe mencionar que no se profundizará en este método pues no es parte del experimento. b) Métodos estadísticos: de primer orden para interpretar la textura a través del cálculo del histograma de niveles de gris, media, varianza, entre otros; de segundo orden trabajan con propiedades de pares de píxeles distribuidos espacialmente, por ejemplo, la matriz de co-ocurrencia. Es precisamente esta última la técnica propuesta en la presente investigación, misma que permitirá realizar la caracterización de la textura del piloncillo (Palomino, Contreras, & Ruiz, 2010).

La matriz de co-ocurrencia es una matriz de frecuencias relativas en la que dos píxeles a determinada distancia ocurren en el espacio de la imagen, cada elemento de ésta indica cuantas veces se repite x y en una relación espacial con cuatro posibles direcciones: 0° , 35° , 90° y 135° . Una matriz de co-ocurrencia asimétrica para una imagen en escala de grises está definida por la ecuación 1 (Betancur, Viera, & Mora, 2010):

$$C_d(i,j) = \left| \left\{ (r, c) \mid \begin{matrix} I(r,c)=i \text{ y} \\ I(r+dr,c+dc)=j \end{matrix} \right\} \right| \quad (1)$$

Para ejemplificar la construcción de una matriz de co-ocurrencia con un desplazamiento $[0,1]$, esto es, dirección 0° (desplazamiento de un píxel hacia la derecha del píxel eje) se puede observar la Figura 2.

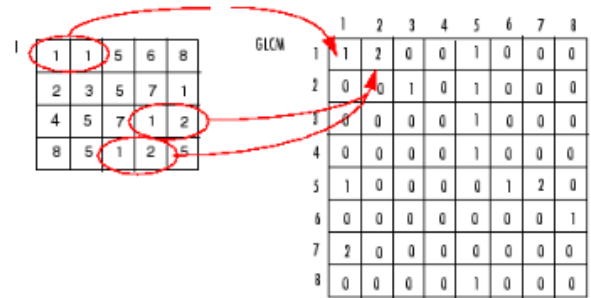


Figura 2 Matriz de co-ocurrencia $[0,1]$

Fuente: <https://la.mathworks.com/help/images/ref/graycomatrix.html#bu5tkok-5>

Una vez construida la matriz de co-ocurrencia es posible calcular varias medidas de textura o descriptores texturales, para este caso, solo se trabajará con cuatro de ellas:

- **Homogeneidad:** Cuando la imagen es localmente homogénea al tamaño de la ventana presenta valores altos, la base del cálculo se expresa en la ecuación (2).

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} / 1 + (i - j)^2 \quad (2)$$

- **Contraste:** Caso contrario a la homogeneidad, presenta valores altos cuando existe variaciones locales en la imagen, la ecuación que la representa es la (3).

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (i - j)^2 \quad (3)$$

- **Correlación:** Mide la relación entre las intensidades de la matriz, se usa la ecuación (4) para su cálculo.

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \left[\frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}} \right] \quad (4)$$

- **Energía:** Da información de la uniformidad de la imagen, se calcula con la ecuación (5) (Presutti, 2004).

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}^2 \quad (5)$$

Metodología

Materiales: Se trabajó con una muestra de 10 piloncillos de diferentes proveedores clasificados en dos clases: cinco piloncillos modelo y cinco con defectos. La primera clase supone productos con aspecto aceptable por el mercado consumidor y la segunda, posee defectos como porosidad, fracturas, ralladuras. La digitalización se logra con una caja de iluminación, una cámara digital y un equipo de cómputo de 32 Gb RAM con microprocesador i7 Intel Core. Para el procesamiento de imágenes se optó por un lenguaje de programación con librerías orientadas para tal fin como Matlab R2015®.

Iluminación: Es una parte importante en los sistemas de visión artificial, una técnica adecuada de iluminación permite tener confiabilidad en los datos de entrada. De acuerdo a la norma ISO 3664:2009 se deben considerar cinco factores para un sistema de iluminado:

- Calidad del color. La luz del día teóricamente perfecta oscila en 5500 Kelvin.
- Intensidad de la luz. La iluminación recomendada es de 2000lx con un índice de reproducción de color mayor que 80.
- Uniformidad. Todos los puntos sobre la superficie del objeto deben ser iluminados con al menos el 60% de la intensidad de la fuente.
- Entorno. Procurar un fondo gris Munsell N8 para evitar altos índices de reflectancia.
- Geometría. La posición de la fuente de luz respecto al objeto debe evitar la reflexión especular (brillo) (International Organization for Standardization, 2009).

Preprocesamiento: El tratamiento de la imagen antes de realizar el análisis de textura es necesario para discriminar aquellos pixeles que no son de utilidad para el proceso.

La extracción del área de interés del resto de la imagen se conoce como segmentación y para este caso, se implementa una combinación de técnicas de umbralización y detección de bordes para mayor efectividad en el recorte. El flujo de operaciones para realizar la segmentación inicia con la transformación de la imagen de RGB a escala de grises, ya que los operadores Otsu y Sobel que representan la umbralización y la detección de bordes respectivamente, actúan en este espacio de color.

Los resultados de estas dos técnicas se fusionan limpiando cualquier excedente de pixeles con la ayuda de operaciones morfológicas de dilatación y erosión para finalmente, obtener la máscara que multiplicará a la imagen original a segmentar (Romero Acero, Marín Cano, & Jiménez Builes, 2015).

Matriz de co-ocurrencia: Antes de configurar la matriz, la imagen de entrada se divide en cuatro subimágenes proporcionales en tamaño con la intención de realizar un análisis con mayor detalle de la textura.

Cada ventana creada genera una matriz con la información de la textura, contemplando una relación espacial de [0,1] y omitiendo los pixeles de los bordes, ya que no contienen información relevante de la textura, por lo tanto es simétrica. Los descriptores texturales obtenidos a partir de la matriz describen información particular de la textura del producto.

El contraste es un indicador de la variación de color entre los pixeles, a menor valor la imagen es más constante en sus niveles de intensidad. Por su parte la correlación brinda otro tipo de datos, especifica la relación de un pixel con su vecino en términos de intensidad, los valores 1 o -1 demuestran una correlación perfecta.

Otra medida textural usada es la energía, conocida también como uniformidad o segundo momento angular, expresa suavidad en la textura. Por último la homogeneidad, indica regularidad en la textura, entre más cercanos estén los elementos de la matriz a la diagonal el valor será más alto (Botero Valencia & Restrepo Martínez, 2010).

Resultados

La iluminación requerida para la captura de la imagen se controló por medio de una cabina de luz construida con material de madera y de forma rectangular (120cm x 70cm x 65 cm), el espacio permite ajustar la distancia entre la fuente de luz y el piloncillo, además integra una lámpara led de 4500K con una potencia de 980 lúmenes, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3 Caja de iluminación, fuente original

Para el procesamiento de imágenes se desarrolló un software que integra una interfaz de usuario para poder realizar operaciones de adquisición, preprocesamiento y el cálculo de la matriz de co-ocurrencia con varias medidas texturales, una vista general de esta herramienta de apoyo se puede observar en la Figura 4.

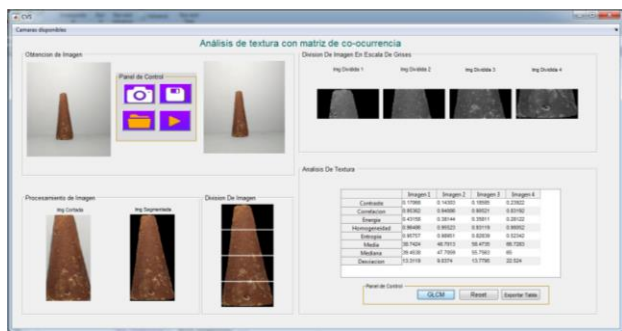


Figura 4 Software para análisis de textura, fuente original

El proceso de segmentación se realizó exitosamente con la fusión de los algoritmos Otsu y Sobel, así como también la división de la imagen original en cuatro ventanas, cuyos resultados se pueden apreciar en la Figura 5.



Figura 5 Segmentación y división de la imagen, fuente original

Por cada porción de la imagen se obtuvo una matriz de co-ocurrencia y se calcularon ocho medidas de textura, de las cuales solo se analizaron cuatro: el contraste, la homogeneidad, la correlación y la energía. Los datos generados para un piloncillo se muestran en la Tabla 2, se ha omitido parte de las fracciones por razones de espacio y presentación de la tabla.

	Img1	Img2	Img3	Img4	P
Contraste	0.0354	0.0266	0.0423	0.0398	0.03606
Correlación	0.7897	0.5402	0.6679	0.7553	0.68829
Energía	0.8086	0.91828	0.8384	0.8043	0.84242
Homogeneidad	0.98271	0.9868	0.9799	0.9805	0.98250

Tabla 2 Medidas texturales por producto, fuente original

Como se observa en la tabla anterior, se realiza un promedio de los datos procesados por cada subimagen los cuales representan la medición de la textura del piloncillo. Este procedimiento se repitió para todos los sujetos de prueba, clasificados en dos, los productos susceptibles a venta y los que presentan defectos en apariencia. La Tabla 3 y 4 contienen los valores promediados de los sujetos de prueba inspeccionados para cada clase respectiva.

	P1	P2	P3	P4	P5
Contraste	0.0360	0.0958	0.06340	0.0926	0.12022
Correlación	0.6883	0.9526	0.86296	0.9061	0.95061
Energía	0.8424	0.4622	0.55144	0.43699	0.39984
Homogeneidad	0.9825	0.9748	0.98032	0.9600	0.96731

Tabla 3 Valores texturas clase 1, fuente original

	P1	P2	P3	P4	P5
Contraste	0.099	0.2403	0.2196	0.16839	0.33733
Correlación	0.7383	0.8471	0.7847	0.8988	0.84877
Energía	0.619	0.2322	0.30385	0.33438	0.22378
Homogeneidad	0.9543	0.8985	0.8996	0.94113	0.87705

Tabla 4 Valores texturales clase 2, fuente original

La discusión de estos resultados se presenta gráficamente para una mejor comprensión de la influencia de estas características en cada clase de piloncillos. En la Figura 6 se observa que la clase 1 mantiene un contraste no tan disperso con valores bajos a diferencia de la clase 2, esto indica que los piloncillos destinados para venta no presentan cambios radicales en su color. Llama la atención el sujeto de prueba de clase 2 que se encuentra a poca distancia del grupo clase 1, se podría inferir que en los productos de color oscuro no basta con la medición del contraste para determinar defectos. Otro punto digno de comentar es que todas las muestras mantienen una correlación delimitada en un rango de valores altos, lo que podría sugerir que todos los productos refieren cierta relación en sus niveles de gris.

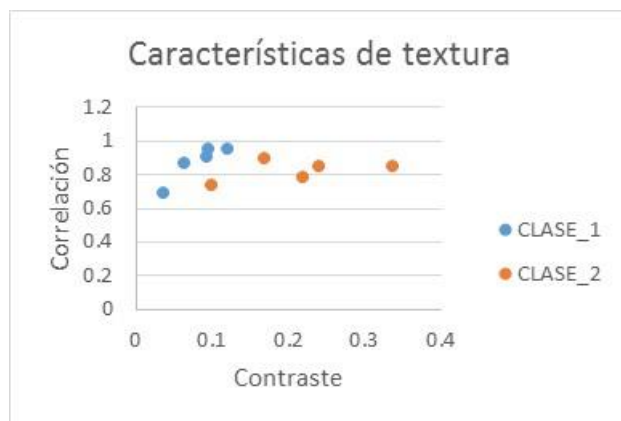


Figura 6 Características correlación-contraste, fuente original

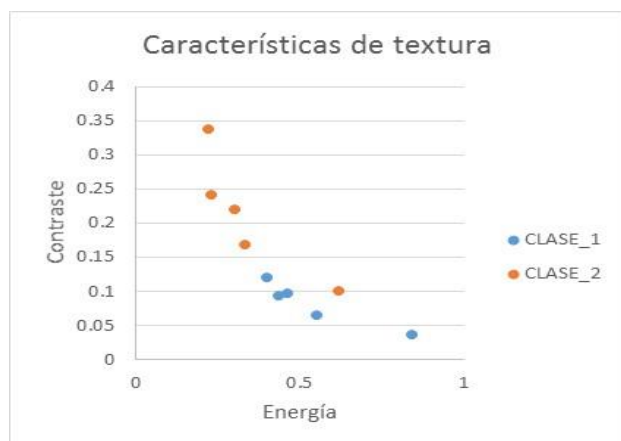


Figura 7 Características contraste-energía, fuente original

El espacio de características en dos dimensiones formado por el contraste y la energía demuestra una relación casi lineal entre ambas, es decir, existe dependencia entre estos dos descriptores texturales como se visualiza en la Figura 7.

La energía para la clase 1 tiene valores altos con los contrastes más bajos de las muestras, indica que las texturas son más uniformes o suaves con poca variación en el color. El sujeto de clase 1 que se aparta con gran distancia de los grupos, es el producto con el aspecto uniforme mejor calificado y en efecto lo es. Caso opuesto del sujeto clase 2 con el valor de energía menor y de más alto contraste, Figura 8.



Figura 8 Piloncillo mejor y peor calificado, fuente original

Conclusiones

Con las técnicas de procesamiento de imágenes como la implementación de la matriz de co-ocurrencia, es posible realizar el análisis de textura del piloncillo. Los descriptores texturales asociados a la identificación de defectos en la superficie del producto como poros, grietas o deformaciones son el contraste y la energía. Los productos con defecto presentan contrastes altos con baja energía. Cabe hacer mención que los piloncillos de color oscuro son apreciados de menor calidad que los de color claro, a pesar de que puedan tener texturas uniformes.

A partir de este estudio se abre la posibilidad de desarrollar un sistema de visión artificial que sea capaz de evaluar el color y la textura en líneas de producción para mejorar la comercialización del edulcorante a mercados de exportación.

Por último, el sistema tiene muchas oportunidades de mejora como:

- Mejorar el set de iluminación y sensor, de acuerdo a la norma europea D50
- Realizar pruebas con una mayor muestra de sujetos.
- Mejorar la técnica de segmentación utilizando otro espacio de color como el HSV.
- Entre otras.

Referencias

- Betancur, J., Viera, J., & Mora, J. (2010). Detección de bordes utilizando la matriz de co-ocurrencia: aplicación a la segmentación de imágenes de frutos de café. *Dyna*, 77(164).
- Botero Valencia, S., & Restrepo Martínez, A. (2010). Análisis de textura en panes usando la matriz de coocurrencia. *Revista politécnica*, 74-80.
- Dirección General de Normas. (2016). NMX-F-596-SCFI-2016. Ciudad de México: Secretaría de Economía.
- Galicia-Romero, M., Hernández-Cázares, A., Omaña-Silvestre, J., Velasco-Velasco, J., Debernardi de la Vequia, H., & Hidalgo-Contreras, J. (2017). Ventaja comparativa y competitiva de la producción de panela en la región de Huatusco, Veracruz, México. *Agro productividad*, 29-34.
- Gómez-Merino, F., Trejo-Téllez, L., Salazar-Ortiz, J., Pérez-Sato, J., Senties-Herrera, H., Bello-Bello, J., & Aguilar-Rivera, N. (2017). La diversificación de la industria azucarera como estrategia para México. *Agro productividad*, 7-12.
- International Organization for Standardization. (2009). ISO 3664:2009(E) Graphic technology and photography - Viewing conditions. Switzerland: ISO.
- Palomino, N. L., Contreras, W., & Ruiz, M. E. (2010). Procesamiento digital de textura: Técnicas utilizadas en aplicaciones actuales CBIR. *Revista de investigación de sistemas e informática*, 57-64.
- Presutti, M. (2004). La matriz de co-ocurrencia en la clasificación multispectral: tutorial para la enseñanza de medidas texturales en cursos de grado universitario. 4ª Jornada de Educação em Sensoriamento Remoto no Âmbito do Mercosul.
- Romero Acero, A., Marín Cano, A., & Jiménez Builes, J. A. (2015). Sistema de clasificación por visión artificial de mangos tipo Tommy. *Revista UIS Ingenierías*, 14(1), 21-31.
- SAGARPA. (2014). Caracterización de productores de caña de azúcar de la Huasteca Potosina, dedicados a la producción de piloncillo. San Luis Potosí: Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos.

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^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

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

International Identification of Science – Technology an Innovation.

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

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

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

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} 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 Sistemas Experimentales. 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]

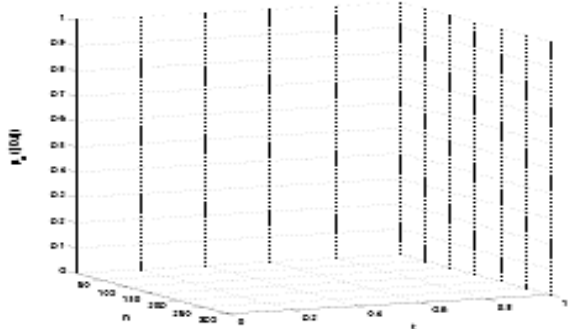


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

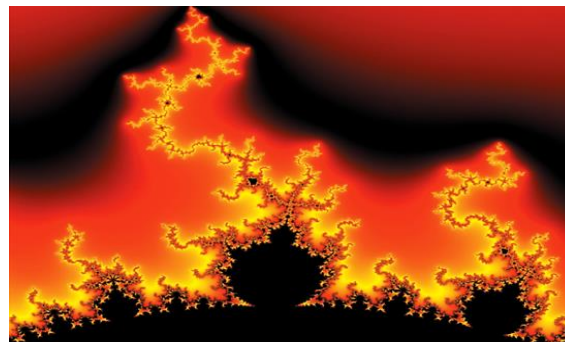


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 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 Título 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.

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 Sistemas Experimentales 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 Sistemas Experimentales 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-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Fisioterapia, 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 dado 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)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

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

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

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

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org
www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),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

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

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

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

Revista de Sistemas Experimentales

“Diseño del proceso para la elaboración de chorizo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y determinación de vida de anaquel”

DIEGO-ESTUDILLO, Oscar, PÉREZ-ROSAS, Leonardo, CORTÉS-MARTÍNEZ, Silvia Edith y GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Rodrigo Cristóbal

Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros

“Caracterización estructural y morfológica de películas de Al₂O₃-Ni obtenidas por electrodeposición”

HERNÁNDEZ-RIVERA, Javier, FLORES-CORTEZ, Salvador, SANTIAGO-CRUZ, Samuel y FERNÁNDEZ-MADRIGAL, Arturo

Universidad Tecnológica de Huejotzingo

Universidad Nacional Autónoma de México

“Comparación fisicoquímica entre un biopolímero de sábila (*aloe vera*) y de nopal (*Opuntia ficus-indica*)”

GÁLVEZ-CHAN, Rosario Alicia, SILVA-ENCINAS, Gabriel Omar, PAREDES-GÁLVEZ, Patricia Alejandra y CRUZ-BASILIO, Luis Fernando

Instituto Tecnológico de Sonora

“Análisis de textura en piloncillo a través de procesamiento de imágenes utilizando la matriz de co-ocurrencia”

LÁRRAGA-ALTAMIRANO, Hugo, PIEDAD-RUBIO, Ana, HERNÁNDEZ-LÓPEZ, Dalia, GÓMEZ-RODRÍGUEZ, Ismael

Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

