

ISSN 2410-3934

Revista de Energía Química y Física

Volumen 3, Número 6 — Enero — Marzo -2016

ECORFAN[®]



ECORFAN-Bolivia

Indización

Google Scholar

ResearchGate

REBID

Mendeley

RENIECYT

ECORFAN-Bolivia

Directorio

Principal

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Regional

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. BsC

Director de la Revista

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Edición de Logística

PERALTA-CASTRO, Enrique. PhD

Diseñador de Edición

TREJO-RAMOS, Ivan. BsC

Revista de Energía Química y Física, Volumen 3, Número 6, de Enero a Marzo -2016, 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. ISSN-2410-3934. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD, LUNA-SOTO, Vladimir. PhD, actualizado al 31 de Marzo 2016.

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.

Consejo Editorial

PEREZ- PERAZA, Jorge. PhD
Centre National de Recherche Scientifique-France

GONZALEZ-ALVARADO, Juan Manuel. PhD
Universidad Politecnica de Madrid- Spain

AVENDAÑO-ARRAZATE, Carlos Hugo. PhD
Universidad de Lerida- Spain

MENDEZ-MEDINA, Ruben Danilo. PhD
University of Bristol-England

ESCAMILLA-GARCIA, Erandi. PhD
University of Burgundy-France

FERNANDEZ-PALACIN, Fernando. PhD
Universidad de Cadiz-Spain

CARBAJAL-DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences de Lille 1-France

VALENZUELA, Miguel. PhD
ESIQIE – IPN-Mexico

Consejo Arbitral

MVHG. PhD

Instituto Politecnico Nacional- Mexico

PRJF. PhD

CINVESTAV-IPN-Mexico

MRMA. PhD

Escuela Nacional de Ciencias Biologicas-IPN-Mexico

GOH. PhD

Facultad de Quimica, UNAM-Mexico

AMAJ. PhD

Universidad de Carabobo-Venezuela

LPC. BsC

Universidad JuarezAutonoma de Tabasco- Mexico

SMCJ. PhD

Universidad Autonoma Benito Juarez de Oaxaca-Mexico

MRMA. MsC

Universidad Nacional Experimental Politecnica de la Fuerza Armada Bolivarian-Venezuela

Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en las áreas de: Energía Química y Física.

En Pro de la Investigación, Enseñando, y Entrenando los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinion dela Editor en Jefe.

En el primer número es presentado el artículo *Aceros inoxidables recubiertos con oxido de titanio para procesos a alta temperatura* por ALCANTARA, Juan, MELO, Dulce, GÓMEZ, Fernando y AGUIRRE Nancy, como siguiente artículo está *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa del Llano ubicada en el municipio de Villa del Carbón Estado de México* por RAZO-PAREDES, José Trinidad, TOLEDO-TREJO, Erika y FRANCO-GÓMEZ, Armando, como siguiente artículo está *Estudio de las características físico-químicas de residuos orgánicos para su uso potencial en la producción de biogás* por MOJICA, Cuitláhuac, VIDAL, Eleazar, RUEDA, Belzabet y ACOSTA, Dulce, como siguiente artículo esta *Instrumentación y telemetría para un Electratón* por CRUZ-JIMENEZ, Braulio, MONTAÑEZ-RUFINO, Mirtha, QUIJANO-CETINA, Renan y CASTILLO-ATOCHE, Alejandro con adscripción en la Universidad Autónoma de Yucatán, como siguiente artículo está *Obtención y caracterización de nanocelulosa a partir de tule (Typha domingensis)* por PULIDO-BARRAGÁN, Eder, MORALES-CEPEDA, Beatriz, ZAMUDIO-AGUILAR, Minerva y LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, como siguiente artículo está *Secado de nopal (Opuntia ficus) utilizando secador solar con sistema de reflectores*, por TORRES, José, HERNÁNDEZ, Oscar, ARCE, Gerardo y VIZUET, Jonathan, como siguiente artículo está *Estudio de parámetros térmicos en dispositivos electrónicos mediante interferometría electrónica de patrones de moteado* por LÓPEZ, Yadira, PEÑA, Gerardo, CASILLAS, Francisco y RODRIGUEZ, Martín.

Contenido

Artículo	Pág
Aceros inoxidables recubiertos con oxido de titanio para procesos a alta temperatura ALCANTARA, Juan, MELO, Dulce, GÓMEZ, Fernando y AGUIRRE Nancy	1-6
Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa del Llano ubicada en el municipio de Villa del Carbón Estado de México RAZO-PAREDES, José Trinidad, TOLEDO-TREJO, Erika y FRANCO-GÓMEZ, Armando	7-14
Estudio de las características físico-químicas de residuos orgánicos para su uso potencial en la producción de biogás MOJICA, Cuitláhuac, VIDAL, Eleazar, RUEDA, Belzabet y ACOSTA, Dulce	15-22
Instrumentación y telemetría para un Electratón CRUZ-JIMENEZ, Braulio, MONTAÑEZ-RUFINO, Mirtha, QUIJANO-CETINA, Renan y CASTILLO-ATOCHE, Alejandro	23-30
Obtención y caracterización de nanocelulosa a partir de tule (<i>Typha domingensis</i>) PULIDO-BARRAGÁN, Eder, MORALES-CEPEDA, Beatriz, ZAMUDIO-AGUILAR, Minerva y LUGO-DEL ANGEL, Fabiola	31-38
Secado de nopal (<i>Opuntia ficus</i>) utilizando secador solar con sistema de reflectores TORRES, José, HERNÁNDEZ, Oscar, ARCE, Gerardo y VIZUET, Jonathan	39-46
Estudio de parámetros térmicos en dispositivos electrónicos mediante interferometría electrónica de patrones de moteado LÓPEZ, Yadira, PEÑA, Gerardo, CASILLAS, Francisco y RODRIGUEZ, Martín	47-51

Instrucciones para Autores

Formato de Originalidad

Formato de Autorización

Aceros inoxidables recubiertos con oxido de titanio para procesos a alta temperatura

ALCANTARA, Juan†, MELO, Dulce, GÓMEZ, Fernando y AGUIRRE Nancy

Recibido Diciembre 28, 2015; Aceptado Febrero 25, 2016

Resumen

El objetivo es aumentar la vida útil de los aceros inoxidables ferríticos utilizados, en este trabajo se utilizara como sustrato un acero con la siguiente composición Fe9Cr1.5AlSi3Mo el cual es un acero inoxidable ferrítico el cual es utilizado principalmente en procesos a alta temperatura adicionado se pretende aplicar una capa de oxido de Titanio por medio de la técnica de CVD con la modificación de la inyección del material al reactor por medio de un inyector de automóvil, posteriormente se realizó una prueba de corrosión a alta temperatura con la siguiente composición de la atmosfera N₂- 3200ppm HCl. 3000 ppm H₂O, 25% O₂ con adición de KCl-ZnCl₂ a 600°C para observar el comportamiento ante la corrosión a alta temperatura y posteriormente se caracterizo por microscopía electrónica de barrido para estudiar la morfología y por análisis elemental EDS para estudiar la composición de la capa de oxido presente en la superficie, se realizaron análisis por medio de DRX para determinar los compuestos de corrosión presentes, finalmente se realizó un análisis termogravimétrico para determinar el comportamiento de la corrosión a alta temperatura. Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de el recubrimiento de oxido de Titanio si aumenta notoriamente la resistencia a la corrosión a alta temperatura. Actualmente es de interés industrial el diseño de nuevos materiales para uso específico en procesos que involucra corrosión a alta temperatura con la aplicación de una capa de oxidos resistentes.

Recubrimiento, Corrosión a alta temperatura

Citación: ALCANTARA, Juan, MELO, Dulce, GÓMEZ, Fernando y AGUIRRE Nancy. Aceros inoxidables recubiertos con oxido de titanio para procesos a alta temperatura. Revista de Energía Química y Física. 2016, 3-6: 1-6.

Abstract

The aim is to increase the life of ferritic stainless steels used in this work was used as a substrate a steel with the following composition Fe₉Cr_{1.5}AlSi₃Mo which is a ferritic stainless steel which is used primarily in processes at high added temperature is intended to apply a layer of titanium oxide by the CVD technique with modifying material injection to the reactor by an injector automobile, later a corrosion test was conducted at high temperature with the following composition of the atmosphere N₂- 3200ppm HCl. 3000 ppm H₂O, 25% O₂ with addition of KCl-ZnCl₂ at 600 ° C to observe the corrosion behavior at high temperature and subsequently characterized by scanning electron microscopy to study the morphology and elemental analysis EDS to study the composition of the oxide layer present on the surface, analyzes were performed by XRD to determine the corrosion compounds present, finally a thermogravimetric analysis was performed to determine the behavior of high temperature corrosion. The results show that the application of the coating of titanium oxide if markedly increases the corrosion resistance at high temperature.

Coating, High Temperature Corrosion

†Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

En la actualidad las aleaciones a base de aluminio de titanio son considerados como materiales estructurales para aplicaciones de alta temperatura debido a sus propiedades atractivas, incluyendo baja densidad, alta rigidez específica y resistencia a la tracción y buena resistencia a la fluencia (Dimiduk, 1999) (Wu, 2006)

Se han realizado esfuerzos considerables para desarrollar recubrimientos que proporciona protección contra la oxidación eficiente para aumentar el rango de temperatura de servicio de aleaciones aeroespaciales g-TiAl. (peters, 2003)

Los aceros que están sujetos a una constante desarrollo son los aceros y en especial los aceros inoxidables(Askeland, Fulay, & Wright, 2011).

Adicionalmente con el desarrollo de nuevos materiales no es suficiente aunado a esto se esta incorporando en la superficie del sustrato capa protectoras principalmente de oxidos altamente protectores y en algunos de los casos forman una barrera térmica que mejora las propiedades del material.

Las piezas y las estructuras metálicas están expuestas a diferentes temperaturas externas que influyen negativamente en su desempeño.

Para contrarrestar este fenómeno existen alternativas en recubrimientos, con formulaciones específicas de acuerdo a cada necesidad (Restrepo, 2005).

En el presente trabajo se establece la investigación del efecto del deposito de una capa de oxido de titanio el cual tiene propiedades ante la corrosión y principalmente a alta temperatura para su aplicación en procesos que involucren la misma aumentando las propiedades del acero inoxidable.

Desarrollo Experimental

Inicialmente se utilizó un acero inoxidable ferrítico con la siguiente composición Fe9Cr1.5AlSi3Mo el cual fue fabricado y evaluado ante la corrosión en una atmosfera simulada de incinerador de basura realizado por Alcantara J. (Juan, 2016).

Primeramente los aceros fueron cortados en probetas de 1 cm x 1cm x3 mm para poder realizar el recubrimiento de la capa de oxido de Titanio los aceros cortados fueron lijados con material abrasivo de carburo de silicio hasta grado 800, enseguida se realizó el pulido con alumina 1micra y 0.3 micras, posteriormente se realizó la depositación de la capa de oxido de titanio en un reactor CVD con la inyección de los reactivos con un inyector de automóvil esta capa se caracterizo por medio de microscopia electrónica de barrido para observar la morfología de la capa de oxido de titanio además de análisis por DRX. Posteriormente se efectuó una prueba de corrosión a alta temperatura con la siguiente composición de la atmosfera N₂- 3200ppm HCl. 3000 ppm H₂O,25% O₂ CON ADICION DE KCl-ZnCl₂ a 600°C durante 200h realizando pesaje de las probetas a la 1, 2 ,3,4,5,7,10, 30, 50, 100,150 y 200 horas de exposición, se caracterizo por medio de la técnica de microscopía electrónica de barrido (MEB), Analisis de DRX y por Analisis Termogravimetrico, cabe mencionar que el equipo empleado para la MEB es un Jeol 6300.

Resultados

Morfología de la capa de Oxido de Titanio

En la figura 1 se muestra la micrografía superficial de la capa de oxido de titanio depositada por medio de la tecnica CVD utilizando un inyector de automovil, para suministro del oxido de Titanio en el cual se puede observar que la capa de oxido es homogenea en toda la superficie ademas de observar un tamaño de particula de igual manera.

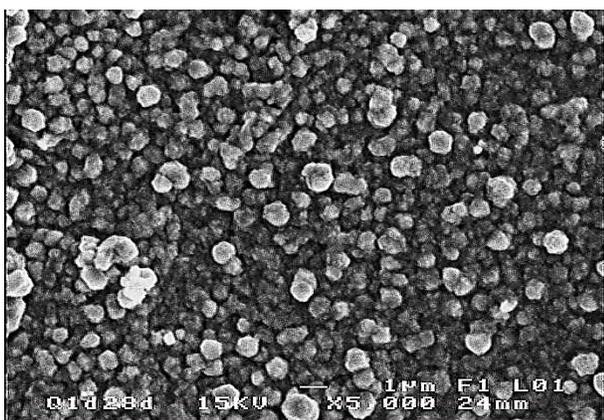


Figura 1 Se muestra las micrografías por MEB de la superficie de la capa de oxido de Titanio

En el Gráfico 1 se observa el difractograma realizado después de haber efectuado el deposito de la capa de oxido de Titanio en el cual se puede observar los picos característicos del oxido de Titanio, corroborando que el depósito realizado en la superficie del acero inoxidable este corresponde al recubrimiento requerido para ayudar a aumentar la resistencia del material.

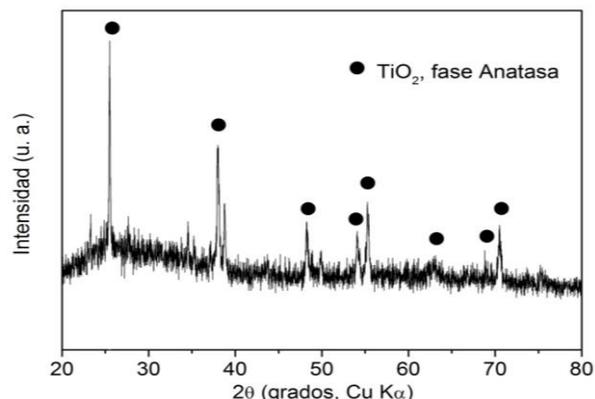


Gráfico 1 Difractograma de la capa de oxido de Titanio

Las micrografías de la figura 2. Muestran evidencia de aglomeraciones de oxido de Titanio con Zinc, en el acero ferrítico recubierto con la capa de oxido. En la superficie sin recubrir se observa corrosión así como cristales hexagonales correspondientes a Zinc depositado en la superficie del material, además de wiskers característicos principalmente de oxido de hierro y finalmente se aprecian islas de precipitados con mayor tamaño.

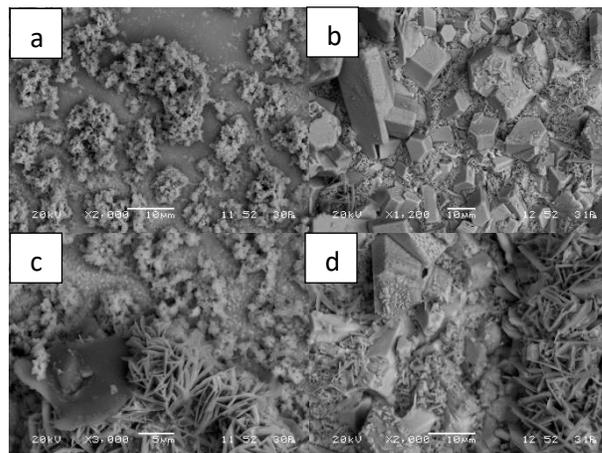


Figura 2 Micrografías por microscopia electrónica de barrido (MEB) donde se observa la morfología, tamaño y distribución de los precipitados a y c tienen recubrimiento de oxido de Titanio b y d sin recubrimiento

Mapeo Superficial de muestras con y sin recubrimiento

En la figura 3 Se muestra el análisis EDS por elemento en el microscopio electrónico de barrido MEB realizado a la muestra sin recubrir afirma lo obtenido en los difractogramas realizados a la superficie del material en el cual se obtuvieron principalmente óxidos de hierro y en algunas partes se encontró la presencia de Zinc en el material, lo cual hace evidente el efecto de la corrosión en el mismo.

En la figura 4 se observa el mapeo a la muestra recubierta con oxido de Titanio, en la cual la distribución de los diferentes elementos durante la prueba de corrosión realizada, obteniendo principalmente óxidos de hierro y Cromo, así como de Zinc dispersos homogéneamente sobre la superficie del material.

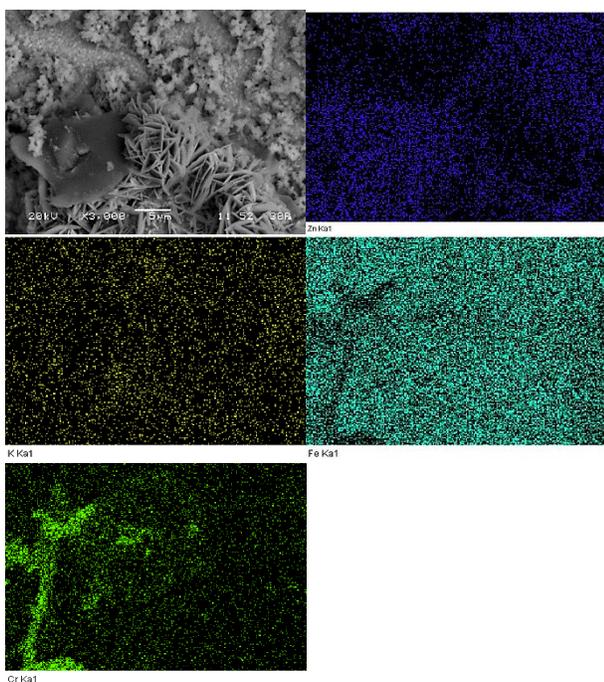


Figura 3 Se observa EDS por elemento a la muestra con recubrimiento de oxido de Titanio

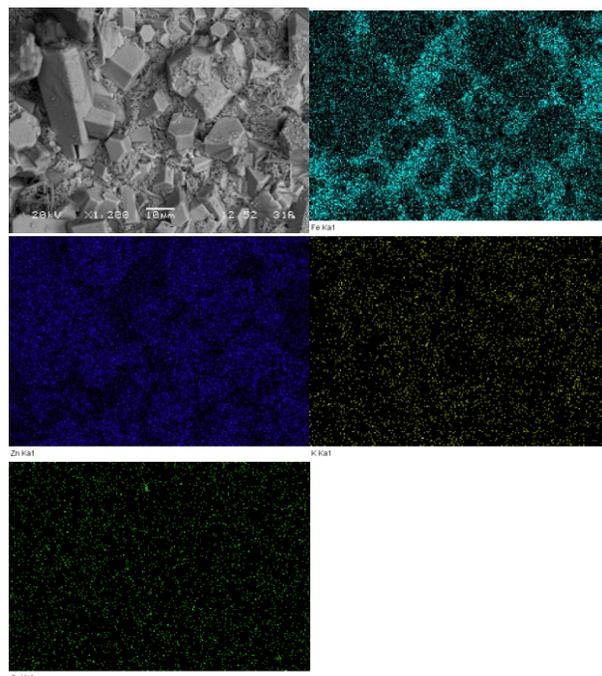


Figura 4 Se observa EDS por elemento a la muestra sin recubrimiento de oxido de Titanio

Análisis de Difracción de Rayos X

En el Gráfico 2 El análisis por DR-X para la muestra con recubrimiento determinó la obtención en su mayoría óxidos de hierro, así como la presencia de oxido compuesto conformado por Cromo, Níquel en la superficie.

En el Gráfico 3 para la muestra sin recubrimiento se encontró la formación de óxidos de hierro, así como compuestos por Cromo-Molibdeno principalmente.

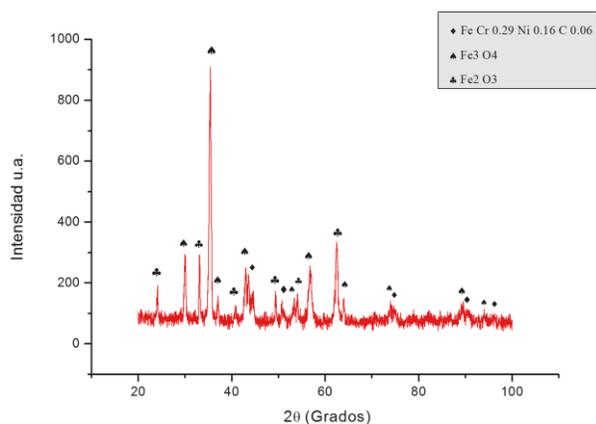


Gráfico 2 Análisis DR-X a la muestras de los aceros muestra recubierta

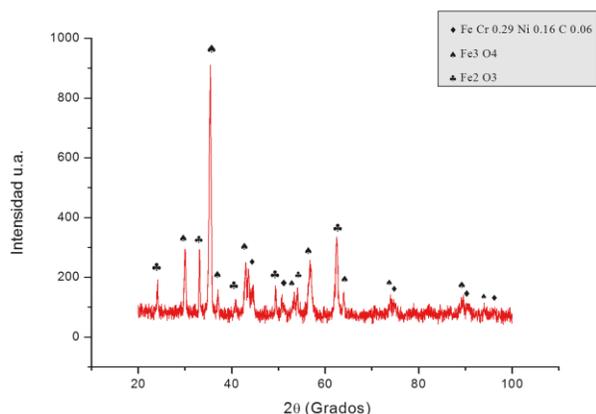


Gráfico 3 Análisis DR-X a la muestras de los aceros muestra sin recubrir

Análisis Termogravimétrico

En el análisis termogravimétrico del Gráfico 4 se muestra que en la parte inicial de la prueba no hay un comportamiento definido en ninguna de las dos probetas sometidas a las prueba de corrosión, posteriormente se puede observar una mejora en la resistencia a la corrosión con el recubrimiento de oxido de titanio lo que nos puede predecir que el componente recubierto aumentara la vida útil de uso.

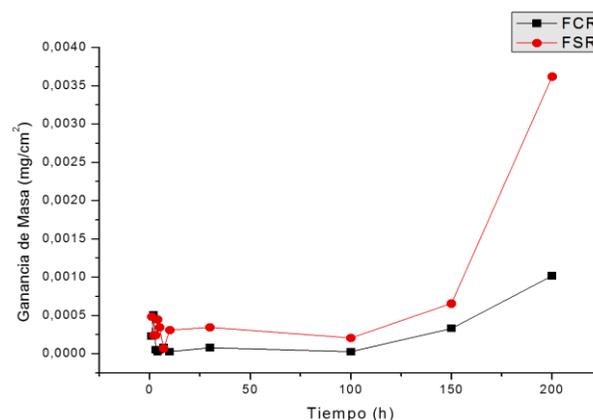


Gráfico 4 Análisis Termogravimétrico de la prueba de corrosión a alta temperatura

Conclusiones

El deposito de oxido de Titanio colocado en el sustrato al ser caracterizado muestra una distribución homogénea en toda la superficie del material. Hay evidencia de que el recubrimiento de oxido de titanio mejora las propiedades de resistencia ala corrosión a alta temperatura esto se puede observar en el análisis termogravimétrico en el cual se muestra un incremento en la velocidad de corrosión en la muestra de acero no recubierta. Notando en el análisis de Mapeo realizado en la superficie del material por el MEB con recubrimiento se encontró un aglomeramiento de partículas de cloruro de zinc con el oxido de titanio, en el cual se puede observar la probable destrucción parcial de la capa de oxido esto con respecto a los análisis de DRX que muestran la creación de oxidos de fierro es decir con el material base evidenciando la corrosion. En la muestra sin recubrimiento en el Mapeo realizado en el MEB se puede observar claramete la formación de precipitados principalmente Zn. Posteriormente se realizaron depósitos mas gruesos los realizados fueron aproximadamente de 3micras esperando evitar el aglomeramiento de la capa de oxido.

Referencias

Askeland, D. R., Fulay, P. P., & Wright, W. J. (2011). Ciencia e ingeniería de materiales. México D. F.: CENGAGE Learning.

Castro Sedano, D. (2001). Apuntes sobre aceración y colada continua. México D. F.: IPN.

Dimiduk, D. (1999). Gamma titanium aluminide alloys—an assessment within the competition of aerospace structural materials. *Materials Science and Engineering: A*, 281-288.

Juan, A. Adan R., Federico C. Miguel P. Evaluation of High Temperature Corrosion in Simulated Waste Incinerator Environments (2016) pag.611-627. *Oxidation Metals*.

Peters, C. L. (2003). Titanium and Titanium Alloys. Germany: Wiley VCH.

Restrepo. (2005). Protección de metales a altas temperaturas. *Metal actual*.

Sanchez Pastén, M., & Spiegel, M. (2006). High temperature corrosion of metallic materials in simulated waste incineration environments at 300-600 ° C. Dortmund: Shaker Verlag.

Wu, X. (2006). Review of alloy and process development of TiAl alloys. *Intermetallics*, 1114–1122.

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa del Llano ubicada en el municipio de Villa del Carbón Estado de México

RAZO-PAREDES, José Trinidad*†, TOLEDO-TREJO, Erika y FRANCO-GÓMEZ, Armando

Recibido Enero 13, 2016; Aceptado Abril 30, 2016

Resumen

Esta investigación se realizó en la presa del llano Villa del Carbón, Estado de México, este cuerpo de agua es usado con fines ecoturísticos. Se determinaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos de julio de 2015 a mayo de 2016 en 4 zonas de muestreo. Se obtuvieron resultados de temperatura, turbidez, pH, OD, dureza, acidez, alcalinidad, cloruros, sulfatos, se identificaron micro algas y enterobacterias. Los valores fisicoquímicos obtenidos muestran ligeros cambios, estos valores están por debajo de los valores referenciales con base en la normatividad vigente para aguas naturales con fines de potabilización, estos favorecieron la presencia de varios taxos de algas incluyendo diatomeas y cianobacterias en su mayoría, también se observó contaminación por enterobacterias (*Escherichia coli*). Se sugiere tratamiento por fitorremediación debido a que no son aguas muy alteradas y manejo adecuado de las descargas que son la posible fuente de contaminación.

Caracterización, fisicoquímica, microbiológica, presa

Abstract

This investigation was developed in the Presa of Llano in Villa del Carbon, Estate of Mexico; this body of wáter is used in the ecoturistic activities. There were determined physic, chemical and microbiological parameters from July 2015 to May 2016 in 4 sampling zones. There were obtained results from temperture, turbity, pH, DO, hardness, acidity, alkalinity, chlorides, and sulfates, there were also identified microalgae, enterobacteriaceae, This physiochemical values obtained show sligth changes, these values are below there ference values in the current regulations for natural wáter for purpose of purification, these favored the presence of several algal taxas, including mainly diatoms and cianobacterias were also observedas well as pollution forent enterobacterias (*Escherichiacoli*). It is suggested fitoremediation treatment because of the little alteration and also it is recommended the proper handling of wáter waste because they are possible sources of pollution.

Characterization, physiochemical, microbiological, pres

Citación: RAZO-PAREDES, José Trinidad, TOLEDO-TREJO, Erika y FRANCO-GÓMEZ, Armando. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa del Llano ubicada en el municipio de Villa del Carbón Estado de México. Revista de Energía Química y Física 2016, 3-6: 7-14.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: vegetriny@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

El agua es un compuesto vital para los seres vivos ya que en distintas proporciones todos están conformados por dicho compuesto. (Salomón, E. et. al, 2001). México cuenta con una extensión hidrográfica por ríos y arroyos de 633 mil kilómetros y con respecto a presas como cuerpos de almacenamiento cuenta con 5163 presas y bordos Las presas permiten aprovechar el recurso hídrico, con el fin de satisfacer los diferentes beneficios, en un país donde la lluvia es insuficiente, en zonas de gran demanda (Almudena, E. 2014).

Este aprovechamiento del agua también trae consecuencias debido a que el agua sufre contaminación, algunas fuentes pueden ser por microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades, por desechos orgánicos, por sedimentos y sólidos suspendidos, entre otros tipos.

La presa del Llano es un cuerpo de agua superficial que ha sido utilizada como fuente de agua para riego, torneos de pesca, etc. Es importante realizar un seguimiento de sus características físicoquímicas y microbiológicas con miras a mantener al mínimo las condiciones actuales y seguir sacando provecho de dicho cuerpo ahora y a futuro.

Se pretende que con el estudio se pueda obtener la información necesaria para generar alternativas y propuestas en el uso y manejo de los recursos hídricos, no sólo como fuente de abastecimiento para la población con opción a la potabilización, también para riego planificado y el ecoturismo, generando ingresos para el municipio y beneficios para la comunidad(Hernandez, N. 2010)

Metodos

Se realizaron muestreos mensuales de Junio del 2015 a Mayo del 2016 con el fin de verificar el comportamiento físico, químico y microbiológico del cuerpo de agua; el muestreo fue aleatorio- estratificado dividiendo el cuerpo de agua en cuatro secciones ó estratos denominadas Boca (I), Centro (II), Cortina (III) y Brazo (IV) como se muestra en la Figura 1; cada sección presenta cinco puntos de muestreo localizados en un transecto en zig-zag abarcando puntos del centro y orilla del cuerpo de agua, esto para obtener muestras homogenizadas y representativas, de acuerdo con la NOM-014-SSA1-1993.



Figura 1

Se determinaron pH, OD, turbidez y temperatura con instrumentos de medición de campo todos ellos marca Hanna (potenciómetro/temperatura, oxímetro, nefelómetro); para alcalinidad, acidez, dureza, cloruros y sulfatos se aplicaron las NMX 036, 072, 073 y 074.

Con respecto a análisis microbiológicos se determinaron microalgas y enterobacterias.

Para el caso de microalgas se obtuvieron muestras en envases de medio litro limpios y se transportaron a temperatura ambiente, el día de la colecta se realizaron observaciones in vivo para la identificación mediante microscopía óptica y usando las claves taxonómicas de Bellinger, E. y Sigge, D. (2010).

Para la determinación de enterobacterias se muestreo usando vasos whinkler ambar y previamente esterilizados a autoclave a presión de 121 lb y se realizaron siembras en los medios previamente preparados de Agar TSI (triple azúcar hierro) y agar fueron incubados según proveedor, se revisaron resultados en 24 y 48 hrs. posterior a la siembra.

Resultados y Analisis

Parametros Fisicoquimicos.

En la tabla 1 se muestra los promedios anuales encontrados para los parámetros fisicoquímicos en los muestreos realizados, se incluyen los valores de referencia de acuerdo a la NOM-127_SSA1-2004:

Parámetro	Valor obtenido Promedio anual	Valor de referencia
Temperatura	13.61 °c	---
Turbidez	1.23 ntu	5 ntu
Ph	7.001	6.5-8.5
Oxígeno disuelto	4.56 ppm	---
Dureza	44.48 mg/l	500 mg/l
Acidez	3.21 mg/l	250 mg/l
Alcalinidad	3.98 mg/l	250 mg/l
Cloruros	3.21 mg/l	250 mg/l
Sulfatos	7.26 mg/l	400 mg/l

Tabla 1

El comportamiento de la temperatura durante el periodo de estudios tuvo un promedio general de 13.11 °C, los puntos más altos fueron para los meses de octubre y mayo con 15 y 17.7°C, mientras que los bajos fueron diciembre y enero con 11.6 y 11.45 °C respectivamente, consideradas como templadas (Almudena, E. 2014) (Gráfico 1).

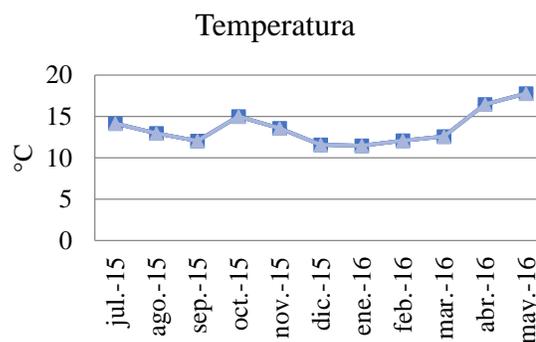


Gráfico 1

El comportamiento de la turbidez fue constante en un rango de 1 a 2 NTU, algunas variaciones se presentan en los meses de septiembre y diciembre alcanzando 1.7 y 1.9 NTU, los valores más bajos fueron para los meses de noviembre y febrero con 0.93 y 0.95 NTU, el parámetro permisible según la NOM-127_SSA1-2004 es de 5 NTU estando los registros por debajo de este valor (Gráfico 2).

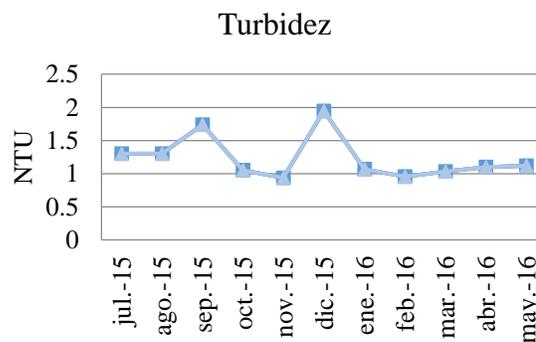


Gráfico 2

Con respecto a el pH se comporta de manera homogénea en un rango de 6.5 a 8.18, teniendo un valor promedio de 7.0, teniendo a ser ligeramente alcalina sobre todo en los periodos de mayo a octubre (Gráfico 3).

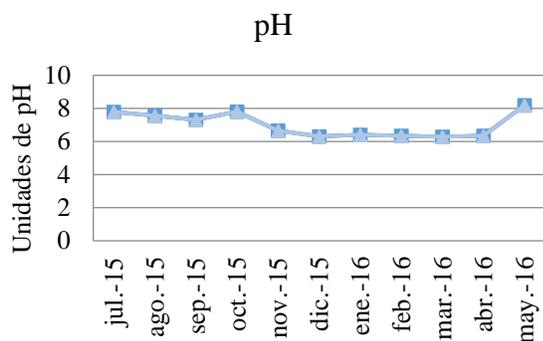


Gráfico 3

En cuanto al Oxígeno disuelto estuvo durante todo el periodo de estudio por encima de las 4 ppm, alcanzando su punto máximo en el mes de febrero con un valor de 4.78 ppm, esto significa que es un cuerpo de agua altamente oxigenado (Almudena, E. 2014). (Gráfico 4).

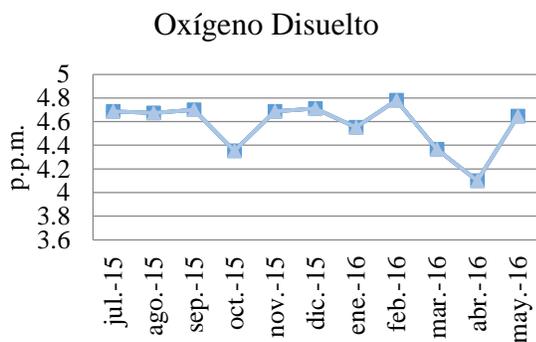


Gráfico 4

La dureza en el agua oscilo desde los 28.5 hasta 50.05 mg/L en términos de CaCO_3 , el único periodo de muestreo con baja dureza fue el de diciembre con 28.5 mg/L en comparación al valor promedio de 44.4 mg/L, considerándolas como aguas blandas a moderadamente dura de acuerdo con Juárez, M. 2009 (Gráfico 5).

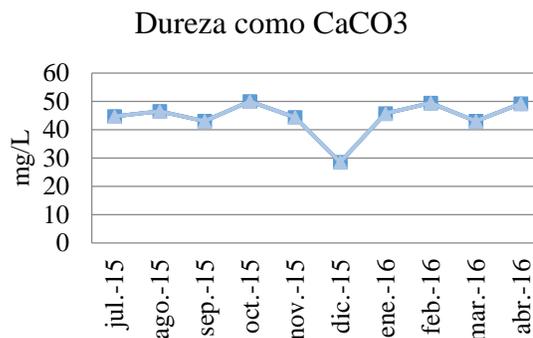


Gráfico 5

Parametros Microbiologicos:

Se encontraron 41 taxas de micro algas dentro de estas encontramos algas verdes, cianobacterias, diatomeas, euglena y dinoflagelados. El grupo de las diatomeas fue el que presento mayor número de representantes con 18 géneros, Maidana N. et al. (2005) menciona que las diatomeas son componente importante de comunidades acuáticas y muchas de distribución cosmopolita.

De las diatomeas el género *Asterionella* fue el más común ya que se observó en todos los periodos de muestreo, *Asterionella* es una micro alga planctónica común en cuerpos de corriente lenta como en lagos y puede dar sabor al agua pudiendo representar un problema para la potabilización del agua de esta presa (Bellinger, E. y Sigge, D. 2010).

Con respecto a parámetros fisicoquímicos Lujan, et. al. (2005) menciona que las diatomeas son más comunes en ambientes con pH desde 6.74 hasta 9.43 y se favorecen más en periodos de primavera y verano, durante el periodo de estudio el valor promedio de pH registrados fueron ligeramente alcalinos como se mostró anteriormente en la gráfica 3 lo cual consideramos favoreció entonces la presencia mayoritaria de diatomeas y los periodos con mayor número de géneros fueron de julio, agosto y septiembre.

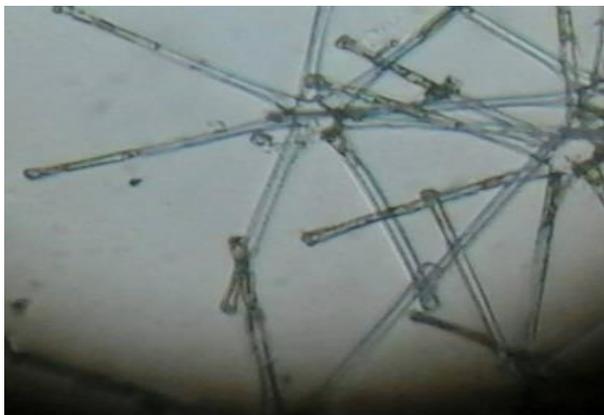


Figura 1 *Asterionella*, diatomea encontrada en Presa del Llano, Villa del Carbón

El siguiente grupo con más géneros representantes en este cuerpo de agua fueron las algas verdes con 14 estos variaron más en distribución en los últimos periodos de muestreo de diciembre de 2015 a mayo de 2016 presentándose en los punto de boca, cortina, brazo y centro, esto coincide con el aumento de turbidez con el mes de diciembre como se mostro en la gráfica 2. Bellinger, E. y Sigge, D. (2010) advierten sobre la presencia de algas verdes filamentosas como organismos que se pueden desarrollar en ambientes estresados (con eutrofización), aquí encontramos a *Zignema* que es una alga filamentosa además el exceso de algas verdes da color y olor al agua.

En el caso de las algas verde azules también conocidas como cianobacterias se presentaron 5 géneros coloniales.

Las cianobacterias coloniales están en aguas ligeramente acidas (Bellinger, E. y Sigge, D. (2010) aquí se registraron en junio agosto octubre y de 2015 y enero de 2016.

En el caso de *Anabaena azollae* se registró en el periodo de julio de 2015 en zona centro, esta cianobacteria prefiere condiciones frías y semisombreadas y se desarrolla mejor en contenidos altos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo (Lumpkin, T. A. y D. L. Plucknett. 1980), aquí es importante señalar que el punto de muestreo donde aparece esta cianobacterias está muy cercano a un contenedor móvil donde se reproducen truchas, ahora bien se ha evidenciado que la producción de truchas eleva los niveles de fosforo en el agua (Vásquez, W. et. al 2016).

En cuanto a dinoflagelados se encontró al género *Ceratium* es un organismo común en aguas con altos contenidos de iones de calcio y con altos niveles de fosforo este solo se presentó en el muestreo del mes junio de 2015 en la zona centro y al siguiente periodo de Julio en la misma zona de muestreo se encontró la cianobacterias *Anabaena azollae* la cual también se presenta en contenidos altos de fosforo, es importante recordar que los valores de dureza en términos de CaCO_3 fueron altos para aguas naturales según la NOM-127-SSA1-2004.

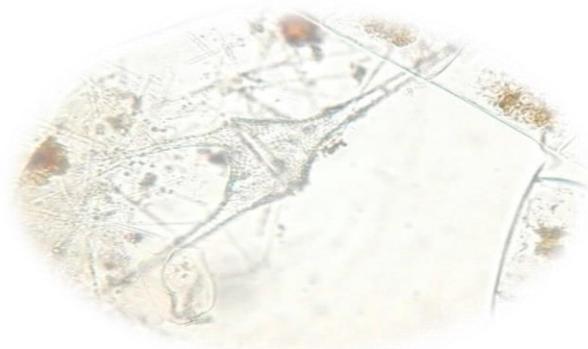


Figura 2 *Ceratium*, dinoflagelado encontrado en la Presa del Llano, Villa del Carabon

Los muestreos realizados en los periodos de Julio a Octubre de 2015 no presentaron presencia de enterobacterias en los medios usados (Agar hierro triple azúcar y azul de metileno). A partir del muestreo de noviembre se empieza a presentar contaminación bacteriana.

Posteriormente todos los puntos de muestreo muestran resultados positivos y en tinción de gram se observan bacilos negativos, recordando que las enterobacterias son un grupo de bacterias gram negativas (Puerta, A. y Mateos F. 2010).

Cabe señalar que a partir que se empieza a presentar resultados positivos a crecimiento microbiano se presentó reacción en el medio azul de metileno positivo para *Escherichia coli* esta bacteria es la más prevalente del grupo de enterobacterias-

Finalmente en relación a la contaminación registrada en los distintos puntos de muestreo con los registros de algas observamos que a partir de que hay contaminación bacteriana los taxos de algas presentes disminuyeron y los que se presentan corresponden a algas verdes y diatomeas.

Conclusiones

Se llevaron a cabo las determinaciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la Presa del Llano en el Municipio de Villa del Carbón, en el Estado de México durante el periodo de Julio de 2015 a Mayo de 2016. Se encontró que el agua de esta presa es ligeramente alcalina, con altos niveles de oxigenación, temperatura acorde al periodo estacional, turbidez baja, dureza considerable por ser agua natural.

Los parámetros fisicoquímicos muestran ligeros cambios que consideramos favorecieron la presencia de varios taxos de algas, presentándose algas que nos confirman dichos parámetros. Con respecto a la contaminación por enterobacterias encontrada en el agua consideramos que este cuerpo de agua requiere de encontrar las fuentes de contaminación bacteriana, tratamiento para evitar mayor contaminación, controlar las actividades que se realizan en esta presa como son la producción de trucha –por el aumento de fosforo – en algunas zonas, pesca deportiva y actividades recreativas (paseo en lancha, camping, etc.), sugiriendo tratamientos como fitorremediación por ser económico, eficiente y que no afectaría considerablemente el valor paisajístico de la zona.

Referencias

Almudena, E. (2007). “Propiedades físicas y químicas del agua”. España. CONAGUA. 2014. Estadísticas del agua en México Recuperado el 01 de agosto de 2014. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA-07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>

Bellinger, E. y Sigge, D. 2010. *Freshwater Algae: Identification and use as bioindicators*. Wiley-Blackwell. 254p

Hernández, N. (2010). Ecoturismo e infraestructura vial como detonante de la economía local, caso de estudio: Villa del Carbón, 2009. Quivera, sin mes, 37-57, UAEM.

Juárez, M. 2009. Manual de prácticas de laboratorio de química ambiental. IPN. 29-45.

Kudo, R. 1982. Protozoología. CECSA. México. pp 905 .

Lee, S; Basu, S; Tyler, C; Wei, I. 2004. Ciliate populations as bio-indicators at Deer Island Treatment Plant. *Advances in Environmental Research*. 8: 371-378.

Lujan, A; Luque, E. y Boccolini, M.2005. Diatomeas planctónicas de cursos de agua. Cuenca del Río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina).*Bol. Soc. Argent. Bot.* 40 (3-4), 183 - 198. Recuperado 01 de agosto de 2016.<http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v15n2/v15n2a06.pdf>

Lumpkin, T. A. y D. L. Plucknett. 1980. Azolla. *Botany, physiology and use as a green manure*. *Econ. Bot.* 34, 111-153.

Maidana, N; Izaguirre, I Vinocur, A; Mataloni, G. y Pizarro, H. 2005. Diatomeas en una transecta patagónico-antártica.*Ecología Austral* 15,159-176.

Mejía, M. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Recuperado el 4 de Agosto del 2015, de <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>

Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-2002, "procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua publicos y privados".

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilizacion".

NMX-AA-036-SCFI-2001. Análisis de agua - determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

NMX-AA-072-SCFI-2001. Análisis de agua - determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

NMX-AA-073-SCFI-2001. Análisis de agua - determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

NMX-AA-074-1981. Analisis de agua - determinacion del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

Plan de desarrollo municipal 2013-2015 Ayuntamiento de Villa del Carbón, Estado de México.

Romero, J. (1999). "Calidad del agua". México. Alfaomega.

Puerta-García A. y Mateos-Rodríguez F.2010 Enterobacterias. *Medicine Unidad de Enfermedades Infecciosas*. Servicio de Medicina Interna. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Albacete. España. 10 (51), 3426-31

Rossel A; Gonzalez J; Del Torno J; Galvan, M. 1982. Manual de técnicas de muestreo y Análisis de plancton y perifiton. INE 3ra ed. México. p228.
http://repositorio.inecc.gob.mx/ae/ae_003156.pdf

Solomon, E; Berg, L; Martin, D. 2001. Biología. 5ta ed. Mc-Graw Hill Interamericana. México. Pp35.
<http://www.redalyc.org/pdf/401/40115676003.pdf>

Vásquez w. Núñez M., Inga M. 2016. Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa-Puno. Rev Soc Quím Perú. 81(1), 15-28.

Wehr, J. y Sheath, R. 2003. Freshwater Algae of North America Ecology and Classification. Academy Press. New York. P935. Recuperado el 2 de agosto de 2015.
http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MB_A/files/biologiadealgas.pdf

Estudio de las características físico-químicas de residuos orgánicos para su uso potencial en la producción de biogás

MOJICA, Cuitláhuac*†, VIDAL, Eleazar, RUEDA, Belzabet y ACOSTA, Dulce

Recibido Enero 08, 2016; Aceptado Abril 30, 2016

Resumen

En el presente trabajo se estudiaron las características físico-químicas de residuos orgánicos generados en el Municipio de Ciudad Valles, S.L.P. El objetivo fue caracterizar los residuos del rastro municipal (mezcla de sangre, contenido rumial y trozos de vísceras), de una granja avícola (gallinaza, plumas, vísceras y aserrín) y de una granja porcícola (estiércol) para determinar su uso potencial en la producción de biogás. En cada residuo, se estudiaron cuatro muestras frescas de 50 g. Se les realizaron pruebas bromatológicas (humedad, cenizas, grasas y nitrógeno total) a través de métodos de análisis básicos de laboratorio para identificar su conformación. También se calcularon los porcentajes de sólidos totales, sólidos volátiles, carbono orgánico, la relación C/N y los porcentajes de proteína, grasa y carbohidratos. Este trabajo permitió evaluar la potencialidad de los residuos para la producción de biogás y metano. Los resultados mostraron que los residuos de la granja porcícola tienen una producción potencial de biogás y de metano de 828 y 437 m³/tonelada de residuos, respectivamente; los de la granja avícola de 804 y 411 m³/tonelada de residuos respectivamente y los del rastro de 795 y 402 m³/ ton. de residuos, respectivamente.

Residuos orgánicos, bioenergía, digestión anaeróbica, biogás, metano

Abstract

In this paper were studied the physical and chemical characteristics of organic waste generated in the municipality of Ciudad Valles, S.L.P. The objective was to characterize waste from municipal slaughterhouse (mixed blood, ruminal content and bits of viscera) of a poultry farm (gallinaza, feathers, offal and sawdust) and a pig farm (manure) to determine its potential use in the biogas production. In each residue, four fresh samples of 50 g were studied. Bromatological tests were performed (moisture, ash, fat and total nitrogen) through basic methods of laboratory analysis to identify its conformation. As well were calculated the percentages of total solids, volatile solids, organic carbon, the C / N and the percentages of protein, fat and carbohydrates. This work allowed us to evaluate the potential of waste for biogas production and methane. The results showed that the pig farm waste have a potential production biogas and methane of 828 and 437 m³/ ton of waste, respectively; the poultry farm of 804 and 411 m³ / ton of waste, respectively and the municipal slaughterhouse of 795 and 402 m³ / ton. of waste, respectively.

Organic waste, bio-energy, anaerobic digestion, biogas, methane

Citación: MOJICA, Cuitláhuac, VIDAL, Eleazar, RUEDA, Belzabet y ACOSTA, Dulce. Estudio de las características físico-químicas de residuos orgánicos para su uso potencial en la producción de biogás. Revista de Energía Química y Física 2016, 3-6: 15-22.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: cuitlahuac.mojica@tecvallles.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

Uno de los mayores desafíos que actualmente tiene la humanidad, es el cambio climático. En parte, esto se debe al modelo energético actual, donde el hombre carga a la atmósfera cantidades elevadas de dióxido de carbono (CO₂) a un ritmo tal que la naturaleza es incapaz de reciclar. Este CO₂ se debe básicamente al cambio en el uso del suelo, así como a las emisiones generadas por el uso de los combustibles fósiles.

Según estudios de la FAO, las actividades agropecuarias tienen profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. La actividad ganadera representa aproximadamente el 40 por ciento de las emisiones globales de amoníaco.

El amoníaco es un acidificante aún mayor que el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno. Es una de las causas principales de la lluvia ácida que daña los árboles, acidifica los suelos, los lagos y los ríos y perjudica la biodiversidad. Las proyecciones pecuarias suponen un aumento del 60 por ciento en las emisiones de amoníaco procedentes de excrementos de animales¹.

Lo anterior refleja una problemática que es prioritaria atender y ante esto surge la necesidad de estudiar los residuos orgánicos del sector agropecuario y su potencialidad para revalorizarlos en la generación biogás, como una fuente de energías más limpia.

En años recientes, el biogás, ha despertado un gran interés por tratarse de una tecnología de fácil implementación, sobre todo en el sector rural. Ante su potencial de aprovechamiento energético como biocombustible en México, la Secretaría de Energía está desarrollando programas nacionales para el aprovechamiento de residuos sólidos y de excretas del sector pecuario en proyectos de generación de energía.

Existen materiales orgánicos que son potencialmente utilizables para la producción de biogás. Los residuos de las actividades agropecuarias (estiércoles y residuos de cosecha) y su manejo adecuado pueden apoyar a la producción y transformación de esta biomasa en fuentes alternas de energía. La tecnología de la digestión anaeróbica es una opción importante; implica una serie de reacciones bioquímicas en la que los residuos orgánicos son degradados o consumidos por los microorganismos.

La acción de éstos produce el calor que se requiere para mantener el proceso en su temperatura ideal (35 °C). En el proceso también se generan efluentes líquidos y sólidos que pueden ser utilizados como fertilizantes orgánicos².

Es así como, la digestión anaeróbica, es un método de tratamiento de residuos, que permite disminuir la cantidad de materia orgánica contaminante, al estabilizarla y la producción también de biofertilizantes. Así mismo, contribuye a mejorar las condiciones sanitarias mediante el control de la contaminación.

¹ FAO

² REMBIO, 2011. Cuaderno Temático No. 4. La Bioenergía en México. Situación actual y perspectivas.

En la digestión anaeróbica, las características bioquímicas de los residuos orgánicos deben favorecer el desarrollo y la actividad del proceso metanogénico, en este sentido es necesario que se encuentren presentes elementos químicos como el carbono, nitrógeno y sales minerales; pues dependiendo de su composición bioquímica, será la dinámica para la producción del biogás.

Los carbohidratos y las proteínas son los nutrientes indispensables para el crecimiento, desarrollo y actividad de las bacterias anaeróbicas. El carbono contenido en el estiércol es el elemento que las bacterias convierten en metano (CH₄). El nitrógeno es usado para la multiplicación bacteriana y como catalizador en el proceso de producción del biogás. Si su nivel es alto el proceso se retarda por el exceso de amoníaco y la alcalinización de la fase líquida, pudiendo detenerse el proceso. El contenido de carbono en el estiércol de bovino es alto, así como el de nitrógeno en el estiércol de cerdo. De aquí la posibilidad y ventaja de alimentar el biodigestor con mezcla de excretas, lo que permite balancear su contenido de nutrientes e incrementar así la eficiencia del proceso de producción de biogás³.

Considerando el contexto anterior, el presente proyecto se enfocó al estudio de las características físico-químicas de los residuos orgánicos de una granja avícola, de una granja porcícola y del rastro municipal de Ciudad Valles, S.L.P., para su uso potencial en la producción de biogás y contribuir de esta manera, a la gestión integral de los residuos en el municipio, a la reducción del impacto ambiental derivado de la disposición final de los residuos en superficies a cielo abierto y por consecuencia a la mitigación de los gases de efecto invernadero.

Así mismo, para revalorizar los residuos y se obtengan beneficios económicos.

Metodología

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Química del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. El Municipio de Ciudad Valles, se localiza al Oriente del estado de San Luis Potosí, en la región de la Huasteca. Se encuentra a una altura media de 200 msnm. Su clima es caluroso húmedo; en tiempos de primavera y verano se llegan a presentar temperaturas máximas de hasta 56 °C y en invierno se tienen temperaturas mínimas de 6 a 8 °C con un frío húmedo⁴.

Para la investigación se recolectaron cuatro muestras frescas de cada uno de los siguientes residuos orgánicos: de una granja avícola (gallinaza, plumas, vísceras y aserrín), de una granja porcícola (estiércol) y del rastro municipal de Ciudad Valles (sangre, contenido rumial y trozos de vísceras).

A las muestras se les realizaron pruebas que comprendieron métodos de análisis de laboratorio básicos para identificar la conformación de los residuos como fueron la humedad, cenizas, grasas y nitrógeno total.

Así mismo, se calcularon los porcentajes de sólidos totales, de sólidos volátiles, de carbono orgánico, la relación C/N y los porcentajes de proteína y carbohidratos.

De cada mezcla de residuos se tomaron 50 g., en frascos de humedad para realizar los análisis correspondientes, mismos que se describen a continuación:

³ Persson et al., 1979.

⁴ Wikipedia

1) Humedad: Se introdujeron las muestras en una estufa de secado a 105 °C, hasta obtener peso constante entre dos pesadas consecutivas. Para calcular el porcentaje de humedad se aplicó la siguiente fórmula⁵:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(B-A)-(C-A)}{B-A} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

A= Peso del frasco a peso constante (g)

B= Peso del frasco a peso constante con muestra húmeda (g)

C= Peso del frasco con muestra seca (g)

2) Sólidos totales: Se obtuvieron por diferencia, respecto al porcentaje de humedad. Se determinó el contenido de cenizas y de sólidos volátiles⁶.

Cenizas: Se tomaron dos gramos de los residuos a los que se les determinó la humedad y se calcularon los porcentajes de cenizas. Este porcentaje se obtuvo por diferencia de pesos, usando la siguiente fórmula⁷:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(\text{Peso del crisol} + \text{cenizas}) - (\text{peso del crisol})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100 \quad (2)$$

Sólidos volátiles: Una vez determinado el porcentaje de cenizas, se calculó el porcentaje de sólidos volátiles por diferencia.⁸

Grasas: Se realizaron las extracciones de cada uno de los residuos. Se hizo la determinación de extracto etéreo por el método Soxhlet. Se usó la siguiente fórmula⁹:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{P-p}{M} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

P= Masa del matraz con grasa (g)

p= Masa del matraz sin grasa (g)

M= Masa de la muestra (g)

Nitrógeno total: Se determinó por el método Kjeldahl, basado en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado. Debido a las reacciones químicas se libera amoníaco, que es recuperado por destilación y recibiéndolo en ácido sulfúrico. Al reaccionar se forma sulfato de aminio, el exceso de ácido es titulado (valorado), con hidróxido de sodio usando como indicador rojo de metilo.¹⁰

Relación C/N: Se calculó el porcentaje de Carbono Orgánico a partir de los porcentajes de materia orgánica (sólidos volátiles). Se calcularon las relaciones de C/N para cada una de las muestras, usando las fórmulas siguientes¹¹:

$$\% \text{ de Carbono orgánico} = \frac{\% \text{ de materia orgánica}}{1.724} \quad (4)$$

Donde:

1.724= factor de conversión

$$C/N = \frac{\% \text{ de Carbono Orgánico}}{\% \text{ de Nitrógeno total}}$$

Donde C/N= Relación Carbono Nitrógeno

Resultados

En el presente estudio se determinaron las características físico-químicas de los diferentes residuos orgánicos, los resultados se muestran en las tablas siguientes:

⁵ Skoog, Douglas A. West, Donald. M. Introducción a la Química Analítica. Editorial Reverte. Barcelona. 2002.

⁶ Skoog, West, et al. 2002

⁷ Skoog, West, et al. 2002

⁸ Skoog, West, et al. 2002

⁹ Skoog, West, et al. 2002

¹⁰ FAO, 1986.

¹¹ Skoog, West, et al. 2002

Residuos	Humedad (%)	Sólidos totales (%)
Estiércol cerdo	64.68	35.32
Granja avícola	68.58	31.42
Rastro municipal	83.18	16.82

Tabla 1 Porcentajes de humedad y sólidos totales en los tres residuos estudiados. *Fuente Elaboración Propia*

En el análisis químico proximal realizado a los residuos estudiados, se obtuvo que éstos estuvieron compuestos en su mayor parte de humedad y una pequeña parte correspondió a los sólidos totales (Tabla 1).

En el estiércol de cerdo, se obtuvo un 35.32 % de sólidos totales, dentro del rango reportado por Varnero (2011) que es de 15 a 49 %¹². En los residuos de la granja avícola, se obtuvo un 31.42 % de sólidos totales, también dentro del rango reportado por Varnero (2011) que es del 26 al 92 %. Y en el caso de los residuos del rastro municipal, se obtuvo un 16.82% de sólidos totales, ligeramente por encima del valor reportado por Falla Cabrera (1995) para contenido rumial, que es del 15%¹³

Residuos	Cenizas (%)	Sólidos Volátiles (%)
Estiércol cerdo	20.32	79.68
Granja avícola	21.26	78.74
Rastro municipal	19.28	80.72

Tabla 2 Porcentajes de cenizas y sólidos volátiles en base seca de los tres residuos estudiados. *Fuente Elaboración Propia*

¹² Varnero, M.M.T., 2011. Manual de Biogás

¹³ Falla Cabrera, L.H. 1995.

Del porcentaje de sólidos totales mostrados en la Tabla 1, éstos estuvieron conformados en mayor cantidad de sólidos volátiles o materia orgánica y aproximadamente una quinta parte de Cenizas (Tabla 2). En el caso de los residuos porcinos, el porcentaje de cenizas obtenido en este estudio, es inferior al reportado por Varnero (2011), quien establece un 23.67% y es superior en los residuos de origen avícola donde reportan un 17.23%. En el caso de los residuos del rastro municipal, Falla Cabrera (1995), reporta un 27.06% de cenizas en contenido rumial, valor superior al 19.28 % obtenido en el presente estudio.

Residuos	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)
Estiércol cerdo	8.75	8.43	82.82
Granja avícola	10.38	4.36	85.26
Rastro municipal	12.06	2.55	85.34

Tabla 3 Porcentajes de proteína, grasa y carbohidratos en base seca de los tres residuos estudiados. *Fuente Elaboración Propia*

A su vez, los porcentajes de sólidos volátiles mostrados en la Tabla 2, estuvieron compuestos en su mayor parte de carbohidratos y en menores proporciones de proteína y grasa (Tabla 3). Los porcentajes de carbohidratos fueron superiores a los obtenidos por Varnero (2011), quien reporta un 32.39% en residuos porcinos y un 50.55% en residuos avícolas. El porcentaje de proteína de los residuos porcinos, fue inferior al 10.95 % reportado por Varnero (2011); en los residuos avícolas fue superior, ya que estos autores reportaron un 9.56% y en el caso de los residuos del rastro municipal, el resultado del estudio fue superior, comparado con los datos de Falla Cabrera (1995), quien reporta un 9.60% de proteína en contenido rumial.

De la misma manera, los porcentajes de grasa obtenidos en la presente investigación, y comparados con datos de Varnero (2011), son inferiores en el caso de los residuos porcinos donde se establece un 11.50%, y superiores en el caso de residuos avícolas donde reportan un 2.84%; y en el caso de los residuos del rastro municipal, el resultado del estudio es superior, comparado con datos de Hómez González (s.f.), quien reporta un 2 % en contenido rumial¹⁴.

Residuos	Nitrógeno Total (%)	Relación C/N
Estiércol cerdo	1.40	14.03
Granja avícola	1.66	20.88
Rastro municipal	1.93	22.73

Tabla 4 Porcentajes de nitrógeno total y relación Carbono/Nitrógeno en los tres residuos estudiados. Fuente Elaboración Propia

Adicionalmente, en la determinación de la relación Carbono/Nitrógeno de los residuos estudiados (Tabla 4), Varnero (2011), reporta que la relación óptima para que se lleve a cabo el proceso metanogénico está en el rango de 20:1 a 30:1.

En el presente estudio, la relación C/N determinada en el estiércol de cerdo (14.03), está por debajo de la relación óptima y la determinada en los residuos de la granja avícola (20.88) y del rastro municipal (22.73), está dentro del valor óptimo.

Residuos	m ³ /ton Biogás	m ³ /ton CH ₄	% de metano en el biogás
Estiércol cerdo	828	437	53
Granja Avícola	804	411	51
Rastro Municipal	795	402	51

Tabla 5 Producción estimada de biogás y metano en base seca de los tres residuos estudiados. Fuente Elaboración Propia

Con base en la producción reportada por Varnero 2011; por cada 1000 g. de proteína, carbohidratos y grasas se esperan 0.98, 0.75 y 1.44 m³ de biogás, así como 0.49, 0.37 y 1.04 m³ de metano (CH₄) respectivamente.

En la granja porcícola se determinó un 8.75 % de proteína, por lo tanto por cada tonelada de estiércol de cerdo se espera una producción de biogás de 86 m³. Además se determinaron 8.43 % de grasas y 82.82 % de carbohidratos, de los que se estima una producción de 121 y 621 m³ de biogás respectivamente. Por lo tanto, por cada tonelada de estiércol de cerdo se estima una producción total de 828 m³ de biogás y 437 m³ de metano, asumiendo que el total de la materia orgánica seca se degradó.

En los residuos de la granja avícola se determinó un 10.38 % de proteína, por lo tanto por cada tonelada de estos residuos se espera 102 m³ de producción de biogás. Además se determinaron 4.36 % de grasas y 85.26 % de carbohidratos, de los que se espera una producción de 63 y 639 m³ de biogás respectivamente. Por lo tanto, por cada tonelada de residuos de la granja avícola se estima una producción total de 804 m³ de biogás y 411 m³ de metano, asumiendo que el total de la materia orgánica seca se degradó.

¹⁴ Hómez González, M. s.f.

En los residuos del rastro municipal se determinó un 12.06 % de proteína, por lo tanto por cada tonelada de estos residuos se espera 118 m^3 de producción de biogás.

Además se determinaron 2.55 % de grasas y 85.34 % de carbohidratos, de los que se espera una producción de 37 y 640 m^3 de biogás respectivamente. Por lo tanto, por cada tonelada de residuos del rastro municipal se estima una producción total de 795 m^3 de biogás y 402 m^3 de metano, asumiendo que el total de la materia orgánica seca se degradó.

Anexos



Figura 1 Determinación de nitrógeno total de residuos orgánicos. *Fuente Elaboración Propia*



Figura 2 Determinación de diversas pruebas bromatológicas. *Fuente Elaboración Propia*

Agradecimiento

Se agradece a los Productores que colaboraron con la aportación de los residuos para la realización de la presente investigación, así como al Rastro Municipal y al Laboratorio de Química del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, por las facilidades brindadas para el análisis físico químico de los diferentes materiales orgánicos.

Conclusiones

La relación C/N de los residuos de la granja porcícola (14.03), está ligeramente por debajo del promedio 16.10, reportado por Varnero, 2011.

Se recomienda mezclar este residuo con material vegetal con altos contenidos de carbono, como pudieran ser las pajas y/o el aserrín, a fin de mejorar la relación C/N, entre 20:1 y 30:1, reportada por Varnero, 2011 como la relación óptima para la producción e biogás.

Respecto a los residuos del rastro y de la granja avícola (20.88 y 22.73, respectivamente), están dentro del rango óptimo de la relación C/N.

El contenido de metano en el biogás obtenido de los tres residuos estudiados osciló entre el 51 y 53 %, valores superiores al reportado por Varnero, 2011, para asegurar la inflamabilidad del gas (mayor a 45%).

Referencias

Falla Cabrera, L.H. 1995. Desechos de matadero como alimento animal en Colombia. Santa Fé de Bogotá Colombia. Folleto. Recuperado de: <http://www.fao.org/livestock/AGAP/FRG/APH134/cap7.htm>

FAO, 1986. Food and Nutrition Paper 14/7 Food analysis: general techniques, additives, contaminants, and composition Roma. Pág. 221
 FAO, 2002. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Informe resumido. Perspectivas para el medio ambiente Agricultura y medio ambiente. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.htm>

Hómez González, M. s.f.Aspectos Descriptivos Técnicos para el Aprovechamiento de los Residuos Orgánicos Generados en un Matadero Municipal para procesos de Compostaje y Lombricultura. Colombia. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/colres001.pdf>

Persson, et al. 1979. Agricultural anaerobic digester: design and operation. Bulletin 827, Pennsylvania State University, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station, University Park, Penn. November. Ubicado en: <http://extension.psu.edu/naturalresources/energy/waste-to-energy/resources/biogas/projects/bulletin-827.pdf>

REMBIO, 2011. Cuaderno Temático No. 4. La Bioenergía en México. Situación actual y perspectivas. México.

Varnero, M.M.T., 2011. Manual de biogás. Gobierno de Chile. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Global Environment Facility, Proyecto CHI/00/G32: “Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”. Chile. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>

Wikipedia. Ciudad Valles. Recuperado el 20 de junio de 2016 de: https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_Valles

Instrumentación y telemetría para un Electratorón

CRUZ-JIMENEZ, Braulio*†, MONTAÑEZ-RUFINO, Mirtha, QUIJANO-CETINA, Renan y CASTILLO-ATOCHE, Alejandro

Universidad Autónoma de Yucatán

Recibido Enero 04, 2016; Aceptado Marzo 11, 2016

Resumen

El Electratorón es un vehículo eléctrico de mínimo tres ruedas. Posee dimensiones similares a un kart (250 x 200 cm como máximo), pero es impulsado por un motor eléctrico y batería de plomo ácido de tipo comercial. Este tipo de vehículo no puede superar los 45 kg de peso y su enfoque consiste en fungir como herramienta pedagógica que permita a los estudiantes desarrollar categorías más sofisticadas en el futuro. En este artículo se presenta un sistema de instrumentación electrónica y telemetría para un vehículo eléctrico tipo Electratorón, el cual permite, tanto al piloto como a su escudería, conocer el rendimiento de las baterías y tomar decisiones durante su recorrido. El vehículo llamado "Balam I" fue construido para participar en las competencias del circuito serial "Toyota-Electratorón". En cuanto a rendimiento se refiere, se recolectan datos como la velocidad alcanzada por el vehículo, la demanda de corriente del motor, así como el voltaje y la temperatura en las baterías en tiempo real.

Electratorón, instrumentación, telemetría, voltaje, corriente

Abstract

The electratoron is an electric vehicle, at least three wheels. It has similar dimensions to a kart (250 x 200 cm maximum), but is driven by an electric motor and commercial lead acid battery. This type of vehicle cannot exceed 45 kg and its focus is to serve as a teaching tool that allows students to develop more sophisticated categories in the future. This article describes a system of electronic instrumentation and telemetry for an electric vehicle type electratoron, which allows both the driver and his team, knowing the battery performance and make decisions during the race. The vehicle called "Balam I" was built to participate in the competitions of the serial circuit "Toyota-electratoron". As regards performance, data such as speed reached by the vehicle, the motor current demand and real-time voltage and temperature in the batteries are collected.

Electratoron, instrumentation, telemetry, voltage, current

Citación: CRUZ-JIMENEZ, Braulio, MONTAÑEZ-RUFINO, Mirtha, QUIJANO-CETINA, Renan y CASTILLO-ATOCHE, Alejandro. Instrumentación y telemetría para un Electratorón. Revista de Energía Química y Física 2016, 3-6: 23-30.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: braulio.cruz@correo.uady.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

En México, desde principios de los años 90's, se crearon las primeras escuderías dedicadas al diseño y construcción de vehículos tipo Electratorón y en 1995 se lleva a cabo el primer campeonato nacional.

El Proyecto Electratorón México promueve la categoría Formula Electratorón Experimental (F/Ex). Esta categoría se conforma por vehículos eléctricos en su mínima expresión, optimizados y simplificados al máximo. De esta forma, su construcción es relativamente sencilla y bastante económica, por lo cual funciona como la herramienta pedagógica ideal para que los estudiantes se familiaricen con la tecnología de los vehículos eléctricos [1].

El sistema de instrumentación y telemetría que aquí se presenta ha sido desarrollado para el vehículo eléctrico "Balam I" previamente construido con el objetivo de participar en las competencias del circuito serial "Toyota - Electratorón". Este vehículo es de 93 cm de alto, 2.28 m de ancho y 1.22 m de largo, alcanza una velocidad máxima de 35 Km/h, necesita de 24 V de carga, pesa 130 kg, cuenta con un motor de 3.33 HP y su relación de transmisión es de 15:44.

El dispositivo que se desarrolló es capaz de medir los siguientes parámetros en el "Balam I": corriente en el motor, temperatura y voltaje en las baterías y velocidad del vehículo. La importancia de cada una de éstas variables mencionadas se describe en los siguientes párrafos.

La corriente en el motor permite determinar fallas mecánicas o cortocircuitos, dado que cuando se presentan estos casos se produce una fluctuación en el valor nominal de la corriente.

La temperatura y voltaje en las baterías permite estimar el estado de carga de las baterías, así como detectar algún posible fallo que provoque un incremento en la temperatura. De igual manera, estos datos servirán para identificar la distancia que se puede recorrer y el tiempo que las baterías se mantienen cargadas.

La velocidad ayuda al cálculo de la eficiencia del vehículo ya que dará a conocer la aceleración del mismo, así como también ayudará a identificar cuál es el consumo de corriente a cierta velocidad.

Obtener la información referente a los parámetros de medición propuestos en tiempo real y con un sistema de adquisición de datos confiable resulta de gran interés para el monitoreo y control del desempeño de un vehículo eléctrico, como el Balam I.

En la actualidad es frecuente el uso de los sistemas de telecomunicaciones para la transferencia de información de los sistemas de adquisición de datos mediante el uso de redes móviles, las cuales permiten al usuario desplazarse a través de un área de cobertura que se extiende a varios kilómetros sin la necesidad del uso de cables [2].

El enfoque de las telecomunicaciones para redes móviles se ha dirigido al uso de equipos que permitan la transferencia de datos entre los dispositivos, llamadas y mensajes a distancia [3].

Así, el sistema de telemetría desarrollado, utiliza la tecnología GPRS para la transmisión de la información recabada por los sensores, la cual puede ser consultada de manera remota por los integrantes de la escudería.

La conjunción de las telecomunicaciones con los sistemas de adquisición de datos provee flexibilidad para el usuario, ya que permite el monitoreo de equipos a distancia que recolectan información del entorno, los cuales son enviados a una base de datos y visualizados en una estación central [4].

Desarrollo

Debido a la necesidad de conocer ciertos aspectos del desempeño del vehículo “Balam I”, como la demanda energética, la duración de las baterías y el efecto de la temperatura en el desempeño, se implementó un sistema de adquisición de datos con el objetivo de utilizar la información obtenida para considerar mejoras futuras. La elección de un sistema fijo de adquisición de datos inalámbrico en comparación con uno portátil surge por la necesidad de almacenar los datos en forma masiva y no depender de una memoria estática de capacidad limitada, así como facilitar la extracción de los datos. Para el sistema de adquisición es recomendable que los datos no permanezcan almacenados en el vehículo ya que pueden perderse en caso de accidente.

La tecnología GPRS fue elegida para la transmisión de los datos de manera inalámbrica ya que proporciona gran flexibilidad. Para el almacenamiento, manipulación y análisis de los datos se utiliza un servidor web, el cual funge como receptor para ingresar la información proveniente del vehículo en una base de datos y ejecuta la aplicación de una interfaz de usuario para la representación de la información tomada de la misma [4].

Las variables a medir en el Balam I son: velocidad, corriente, temperatura y voltaje. Para tener una lectura precisa de estos datos es necesario conocer las especificaciones de los sensores y acondicionar su salida para conectarlas al sistema de adquisición de datos.

Finalmente, los sensores son sometidos a un proceso de caracterización para comprobar la calibración de los mismos, después de la etapa de acondicionamiento.

Medición de velocidad

En el entorno eléctrico del “Balam I” los elementos involucrados para la caracterización de la velocidad son: las baterías, el motor y el controlador de carga que es el encargado de regular la corriente que demanda el motor para aplicar mayor o menor velocidad. La aceleración que alcanza el motor del “Balam I” es de 330 a 385 revoluciones por minuto (rpm), lo que equivale a una velocidad de entre 30 y 35 km/h aproximadamente.

El sensor utilizado para medir la velocidad es el PT1504-6B que es un fototransistor NPN de alta velocidad de respuesta y alta sensibilidad. Para su funcionamiento necesita la colocación de un fotodiodo (Fotodiodo infrarrojo IR383) en frente, ya que cuando el fotodiodo incide directamente sobre el fototransistor, éste entra al estado de saturación provocando una señal en estado bajo (tensión cercana a cero volts, $V_{CE} \approx 0$).

Por el contrario, cuando ocurre una interrupción entre ambos, el fototransistor entra en estado de corte lo que provoca una señal en estado alto ($V_{CE} \approx V_{CC}$). Mediante la lectura de estos pulsos se conoce la frecuencia y es posible mediante programación calcular la velocidad.

En la Figura 1 se presenta el modelo de instrumentación del sensor para la lectura de la velocidad.

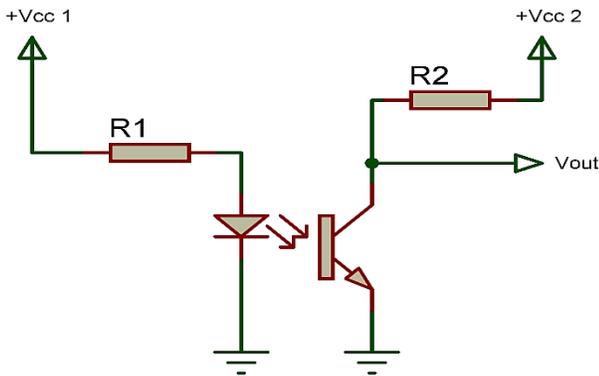


Figura 1 Diagrama esquemático del sensor de velocidad

El sensor PT1504-6B del módulo de adquisición de la velocidad es colocado cerca del neumático del BEV Balam I que mediante las interrupciones generadas por el rin hace variar la señal que es leída por el Arduino Mega2560.

Medición de corriente

El sensor de efecto Hall ACS758 es un dispositivo que permite la lectura de corriente, tanto alterna, como directa en ambas direcciones. Su salida es un voltaje proporcional a la corriente de entrada y sus características más relevantes se presentan en la Tabla 1.

Características del ACS758		
Rango	Sensibilidad	Error
±200A	10mV/A	1.20%

Tabla 1 Características principales del sensor ACS758

En la Figura 2 se presenta el modelo de instrumentación del sensor para la lectura de la corriente. La resistencia R1 y el capacitor C1 forman un filtro pasabajos pasivo para eliminar ruido que pudiera salir del sensor analógico.

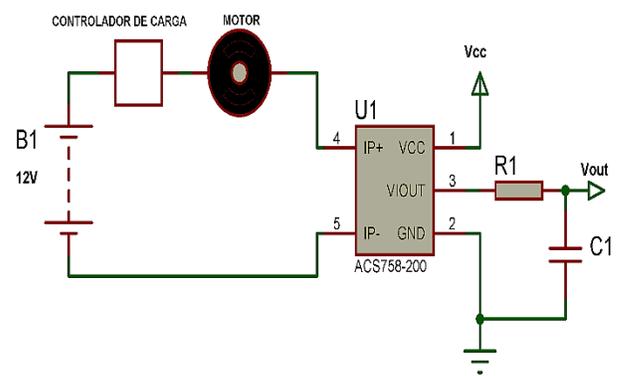


Figura 2 Diagrama esquemático de la conexión del sensor ACS758

Medición de voltaje y temperatura

Para la medición de voltaje se utilizó un divisor de tensión resistivo, de tal manera que se pueda atenuar el voltaje para poder ser leído por el canal analógico del microcontrolador. Después del divisor de voltaje y antes de llegar al microcontrolador, es necesario proporcionar un aislamiento galvánico con el propósito de evitar que la corriente de las baterías se induzca a través del circuito de medición y dañe algún componente del sistema.

El circuito integrado ACPL-782t fue seleccionado para aislar las etapas de medición y potencia, debido a sus características y bajo costo. El ACPL-782t utiliza como principio de aislamiento un medio óptico y entrega una salida analógica en voltaje diferencial, proporcional al voltaje de entrada. El circuito se alimenta con dos fuentes aisladas, de hasta 5.5 VDC y requiere de un amplificador operacional para entregar una salida simple al microcontrolador. En la Figura 3 puede observarse el diagrama esquemático del circuito para la medición del voltaje.

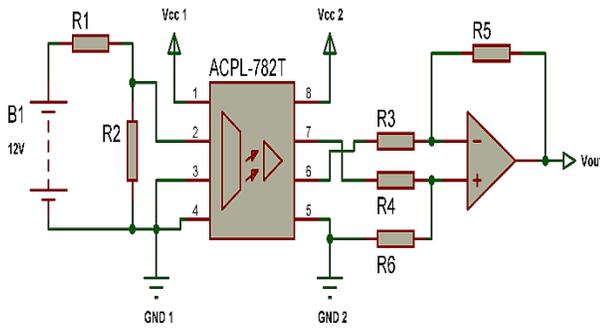


Figura 3 Diagrama esquemático del circuito para la medición de voltaje

Al excederse la demanda de la corriente o al tener un mal funcionamiento en las baterías, se genera un aumento en la temperatura sobre las terminales y el cuerpo del acumulador, ocasionando un incremento en la resistencia interna y variación en el voltaje de salida de la batería [5]. Por tanto, al monitorear la temperatura de las baterías se podría detectar variaciones en la tensión de suministro del motor, alteraciones en la resistencia interna de la batería y en general, un mal funcionamiento en el sistema eléctrico.

Para medir la temperatura se utilizó el termómetro digital DS18B20 (las características se observan en la Tabla 2) que permite un monitoreo constante con un rango de entre -55 y 125 °C. Este sensor envía los datos de la temperatura registrada mediante el protocolo de comunicación serial OneWire al microcontrolador de la tarjeta de desarrollo Arduino Mega2560.

Características del DS18B20		
Rango (°C)	Exactitud	Resolución
-55 a 125	±0.5 °C	12 bit

Tabla 2 Características principales del sensor de temperatura DS18B20

En la Figura 4 se presenta el circuito esquemático para la medición de temperatura, donde se observa tres sensores; dos colocados en cada una de las terminales de la batería y uno más pegado al cuerpo de la misma.

Los tres sensores DS18B20 (Figura 5) están conectados en modo “parásito”, lo cual significa que no requieren alimentación positiva conectada directamente a su terminal VCC. Un capacitor interno se carga durante el periodo de lectura de datos del sensor a través de una resistencia conectada en configuración pull-up y eso es lo que utiliza para energizarse.

También cabe destacar que el protocolo serial de transmisión de datos OneWire permite la conexión de varios sensores sobre un solo hilo de comunicación a manera de Bus, teniendo cada sensor un identificador único proporcionado por el fabricante.

Los sensores traen una calibración de fábrica muy precisa, por lo que únicamente se corrobora esta calibración con un sensor patrón para asegurar la precisión de las lecturas de temperatura.

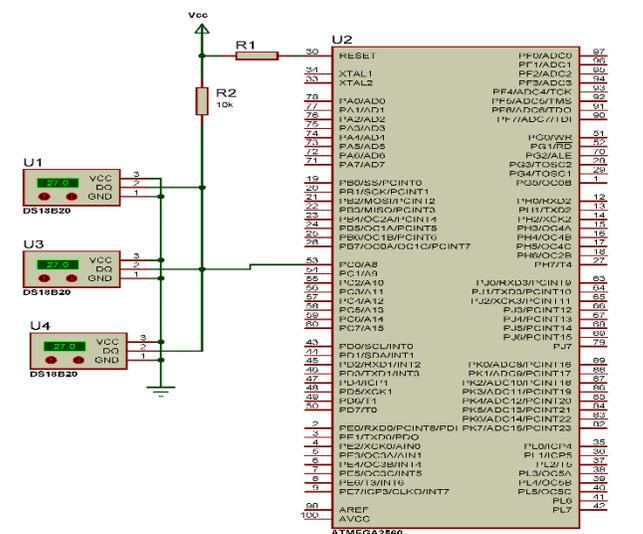


Figura 4 Diagrama esquemático de la conexión de los sensores DS18B20 al microcontrolador

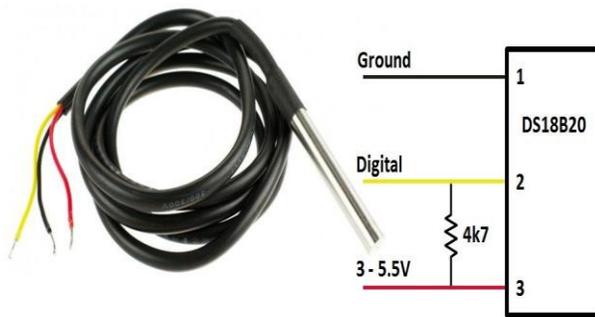


Figura 5 Imagen de un sensor de temperatura DS18B20, encapsulado

Resultados

En esta sección se presenta las tarjetas electrónicas desarrolladas para la medición de las diferentes variables comentadas en el apartado anterior. También se muestra la interfaz gráfica en la que se despliegan los datos, una vez que han sido procesados por el microcontrolador y enviados vía GSM.

Se decidió crear un circuito independiente para cada módulo de medición para reemplazarlo fácilmente en caso de fallo y/o actualización. Esto permite a la herramienta ser flexible ya que no depende de un sistema complejo sino de varios sistemas sencillos intercambiables.

En la Figura 6 se visualiza el módulo desarrollado para la medición de voltaje y corriente, con todos los componentes necesarios para el acondicionamiento de las señales analógicas, tal como se muestra en los circuitos esquemáticos de la sección 2.

Se puede observar el uso de bornes que soportan hasta 150 Amperes de corriente directa. Para la conexión se necesita abrir el circuito ya que la medición se realiza sobre una línea del motor.

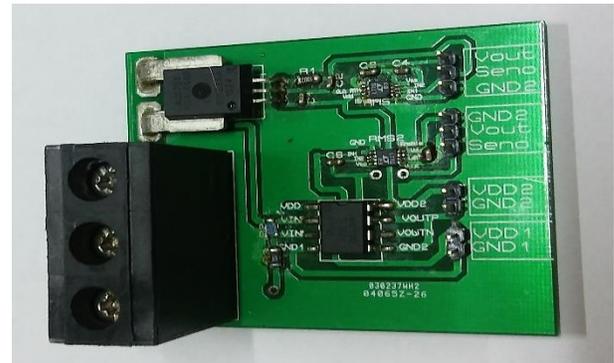


Figura 6 Tarjeta electrónica para medición de voltaje y corriente

En la Fig. 7 se aprecia el interior del sistema completo de adquisición de datos, incluido el módulo GPRS integrado.



Figura 7 Interior del módulo de adquisición de datos

En la Figura 8 se presenta el módulo de adquisición de datos en su etapa final con sus respectivas conexiones sobre el BEV Balam.



Figura 8 Sistema de adquisición de datos montado en el Balam-I

El desarrollo de la base de datos se generó en dos columnas para facilitar el almacenamiento y despliegue de la información, ya que permite el manejo individual de las tablas para cualquier modificación en las mismas permitiendo flexibilidad al sistema de almacenamiento de la información.

Es necesaria la correcta recepción de los datos por parte del servidor ya que mediante comandos es almacenada la información en la base de datos. Después que el módulo GPRS envía la información, el servidor la separa y almacena. La información tarda en promedio 10 segundos desde la toma de los datos en el sistema de adquisición hasta el almacenamiento de los mismos.

Se diseñó una interfaz web para visualizar la información obtenida de los sensores en forma de gráficas.

El objetivo principal de la página web es el despliegue de la información almacenada en la base de datos, la cual se actualiza automáticamente cada 20 segundos. En la Figura 9 se muestra el diseño de la página web.

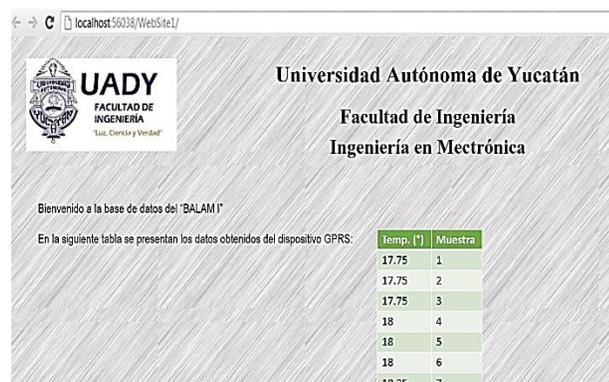


Figura 9 Captura de pantalla sobre el diseño de la página Web

Discusión

Por medio de gráficas se presenta la información almacenada en la base de datos. Las gráficas se realizaron para facilitar el análisis, la interpretación y la relación de los parámetros presentados en forma simple y concisa.

En el Gráfico 1 se presenta las gráficas de corriente y temperatura. La temperatura como se observa en la gráfica se mantuvo constante entre 15 y 20 grados centígrados a lo largo del muestreo, lo que significa que el desempeño del vehículo no se vio afectado por la temperatura. También se puede notar que la corriente tuvo altas y bajas durante las mediciones, sin embargo, visualizando las dos gráficas que se presentan, para los valores de corriente próximos a 10 A no hubo cambios considerables en la temperatura.

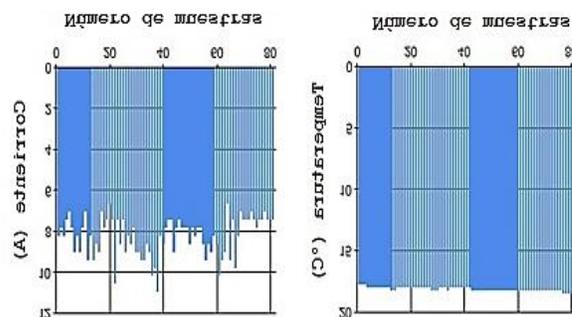


Gráfico 1 Gráficas de corriente y temperatura.

En la gráfica de velocidad y corriente mostrada en el Gráfico 2 se muestra que los valores de la corriente fluctúan independientemente de la velocidad, aunque sí presentan un incremento transitorio cuando se presenta un cambio en la velocidad.

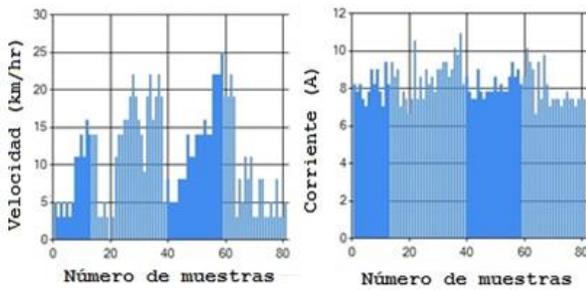


Gráfico 2 Gráficas de corriente y velocidad tomadas de la página web

La información expresada en las gráficas anteriores proviene de la base de datos que se generó con los datos obtenidos de los sensores, permitiendo analizar el comportamiento del BVE “Balam I”, así como también identificar los factores que influyen en su desempeño.

Conclusiones

El vehículo eléctrico plantea ventajas desde el punto de vista de uso en las ciudades, debido a su capacidad de atender las demandas actuales de movilidad urbana de manera más eficiente y sostenible en términos de consumo energético.

Por lo tanto, disponer de una herramienta que nos permita conocer el desempeño de un vehículo eléctrico es importante sobre todo en la etapa de desarrollo, ya que sirve de retroalimentación respecto a los componentes que no están operando eficientemente.

Dicha herramienta también nos permite evaluar el consumo energético, ya que, al medir las variables de voltaje y corriente, podemos estimar su potencia máxima y su autonomía.

Referencias

1. Electrón México. (2016). Obtenido de <http://electraton.com.mx/>
2. Chan C., Wong Y. “The State of the Art of Electric Vehicles Technology”. Proceedings of the IEEE, Vol. 90, No. 2, 2002, pp. 46-52.
3. I. Javier, “Sistema de Monitoreo de Baterías en Cabina para un Vehículo de Tracción Eléctrica”, Tesis de Licenciatura para Ingeniería Civil Electricista, Ingeniería Civil Electricista, Santiago de Chile, 2004.
4. Chen Xiaorong, Shi Zhan, et al. “Research on Remote Data Acquisition System Based on GPRS”. University of Shanghai for Science and Technology Shanghai, 2007, pp. 1 – 3.
5. Gómez Mauricio, Miranda José, et al. “Design and Development of Application Software System for the Acquisition and Storage of Local and Remote Data for Mobile Applications using TCP/IP protocols and GPS/GPRS services”. Proceedings of the 16th International Conference on Electronics, Communications and Computers, 2006, pp. 1 – 5. En México, desde principios de los años 90’s, se crearon las primeras escuderías dedicadas al diseño y construcción de vehículos tipo Electrón y en 1995 se lleva a cabo el primer campeonato nacional.

Obtención y caracterización de nanocelulosa a partir de tule (*Typha domingensis*)

PULIDO-BARRAGÁN, Eder*†, MORALES-CEPEDA, Beatriz, ZAMUDIO-AGUILAR, Minerva y LUGO-DEL ANGEL, Fabiola

Recibido Enero 09, 2016; Aceptado Marzo 18, 2016

Resumen

La celulosa es el polímero renovable más abundante que existe. La celulosa ha sido usada a partir de madera, algodón, ramio, sisal, tunicados y otras fibras de plantas para materiales de construcción, como fuente de energía y para ropa desde hace 150 años. Las fibras naturales han adquirido interés como refuerzos para polímeros por ser un material con gran disponibilidad, renovabilidad, bajo costo y biodegradabilidad. Por estas razones, las Fibras de Nanocelulosa (NFC) es considerada una alternativa prometedora para los polímeros sintéticos para aplicaciones de empaquetado. En esta investigación, la celulosa fue aislada usando como fuente el Tule (*Typha domingensis*). Algunos componentes presentes en la celulosa inicial, como la lignina residual, hemicelulosa, ceras y otros compuestos fueron removidos usando una mezcla tolueno/etanol y después se realizó un proceso de blanqueamiento con NaClO. Las fibras de nanocelulosa han sido sintetizadas por hidrólisis ácida. Después, la suspensión fue diluida y desionizada con agua para detener la reacción y la completa separación de las fibras de nanocelulosa fue obtenida por ultrasonificación. Las fibras de nanocelulosa fueron caracterizadas por Difracción de Rayos X, Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier y Microscopía Electrónica de Barrido..

Celulosa, Nanofibras, Tule

Abstract

Cellulose constitutes the most abundant renewable polymer resource. Cellulose has been used in the form of Wood, cotton, bacterial cellulose, ramie, sisal, tunicate and other plant fibres for building materials, as an energy source and for clothing for about 150 years. Natural fiber has attracted interested as reinforcement for polymers because is a widely available, renewable, low cost, and biodegradable material. For these reasons, the Nanocellulose Fiber (NFC) is considered as a promising alternative to synthetic polymers for packaging applications. In this research, cellulose was isolated using southern cattail (*Typha Domingensis*) as source. Some components present in the starting material with cellulose, such as residual lignin, hemicellulose, waxes, and others compounds were removed using a toluene/etanol mixture and then a bleaching proceses with NaClO. The nanocellulose fibres have been synthesized by acid hydrolosys. After that, the suspensión was diluted with deionized wáter to stop the reaction and the complete separation of nanocellulose fibres was obtained by ultrasonication. The nanocellulose fibres were characterized by X Ray Diffraction, Fourier Transformade Infrared Spectroscopy and Scanning Electron Microscopy.

Cellulose, Nanofibres, Southern Cattail

Citación: PULIDO-BARRAGÁN, Eder, MORALES-CEPEDA, Beatriz, ZAMUDIO-AGUILAR, Minerva y LUGO-DEL ANGEL, Fabiola. Obtención y caracterización de nanocelulosa a partir de tule (*Typha domingensis*). Revista de Energía Química y Física 2016, 3-6: 31-38.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: eder.pulido@upalt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

En la actualidad la mayoría de los objetos de uso cotidiano para gran parte de la población mundial, están constituidos por polímeros, desde la funda del celular, la carcasa de la computadora, botellas y vasos desechables, llantas de los vehículos, fascias de autos, etc., todos ellos son fabricados a partir de polímeros como el polietileno, polipropileno, poliuretano, policarbonato, neopreno, entre otros.

Los polímeros comerciales o estándar son materiales ligeros, resistentes a la corrosión, presentan buenas propiedades mecánicas, cualidades estéticas y no son adecuados para uso a temperaturas altas.

Sin embargo, son relativamente económicos y fácilmente conformables en una variedad de formas. Es por este tipo de propiedades y/o características, que el uso de materiales poliméricos crece gradualmente año con año ^[1].

Una de las principales desventajas que presentan la mayoría de los polímeros, es que se convierten rápidamente en residuos debido a que cuentan con una vida útil relativamente pequeña en comparación a otro tipo de materiales.

A su vez, su alta resistencia a la degradación, genera un problema ecológico de prioritaria importancia, debido a esto, en la actualidad se busca disminuir el daño potencial que los desechos poliméricos pueden ocasionar, a través del diseño de polímeros que cuenten con una mayor vida útil o que tengan un tiempo de degradación menor, de manera que sean más amigables con el medio ambiente ^[2,3].

Las propiedades mecánicas de los polímeros son una de las características por las cuales se elige entre un polímero y otro.

Debido a esto, la modificación de compuestos poliméricos para obtener un incremento de las propiedades mecánicas, es un campo de la investigación bastante usado, ya que comercialmente se busca que el polímero sea más resistente mecánicamente y pueda ser obtenido a un menor costo.

Por otra parte, la celulosa es el polímero renovable más abundante sobre la tierra, sus fibras o derivados han sido usados en una gran variedad de aplicaciones, productos o materiales, desde hace más de 150 años ^[6]. En los últimos años ha despertado un nuevo interés en este material a partir de la obtención de la nanocelulosa, debido a que posee características bastante atractivas por ser ligera, fuerte, rígida y con un alto coeficiente de resistencia respecto a su peso, es transparente y presenta un bajo coeficiente de dilatación con la temperatura. Estas características han potencializado su uso como refuerzo a diferentes tipos de polímeros para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas, obteniendo resultados bastantes sobresalientes ^[4-7].

Debido a que la celulosa se puede obtener prácticamente de cualquier material orgánico, presenta una gran ventaja obtenerla de fuentes que no impacten al medio ambiente, como el tule (*typha domingensis*), la cual es considerada como planta invasiva o plaga por parte de la SEMARNAT, y en la zona conurbada del sur de Tamaulipas se presenta de manera cotidiana con estragos para los mantos acuíferos de la zona.

Metodología a desarrollar

El proceso de obtención de nanocelulosa se divide en tres partes principales:

- a) Extracción de celulosa de la planta.

Este proceso tiene como objetivo separar la celulosa de todos los demás componentes de la planta. La siguiente imagen describe el proceso que se lleva a cabo para su separación.



Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de extracción de celulosa

Este primer proceso se lleva a cabo en un reactor tipo Batch, en donde se debe tener cuidado en el proceso de montaje, purgado de presión y desmontaje del reactor, antes y después de la reacción.

b) Blanqueamiento de celulosa.

El blanqueamiento tiene como objetivo eliminar el color residual que tiene la celulosa, proveniente principalmente de la lignina.

Previo al blanqueamiento se realiza un tratamiento en equipo soxhlet con una mezcla tolueno/etanol 2:1 durante 6 horas para remover ceras, colorantes e impurezas.

Se prepara una solución de NaClO al 1 %, se somete a agitación continua con una temperatura de 70 °C durante una hora. Terminado este tiempo se lava y filtra con agua destilada hasta obtener un pH neutro. Al final se seca a 80° C.

Después se realiza un tratamiento con una solución diluida de HCl 0.5 % para remover las hemicelulosas.

c) Hidrólisis ácida.

Este proceso rompe las partes amorfas de las moléculas de celulosa, las partes cristalinas al tener una mayor resistencia a los ataques ácidos, se mantienen intactas.

Se prepara una solución de H₂SO₄ al 64% en 700 ml. Se toman la celulosa blanqueada y se depositan en la solución de H₂SO₄ a una temperatura de 45 °C bajo agitación continua durante 45 minutos. Para detener la reacción, se diluye en 5 L de agua desionizada durante 2 h. Para remover el exceso de agua y ácido, la suspensión es centrifugada a 6000 rpm por 10 min [8].

La suspensión se somete a un baño ultrasónico para obtener una completa separación de las fibras.

Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier.

Esta técnica de caracterización se basa en la absorción que presentan las moléculas con respecto a la radiación infrarroja.

El FTIR arroja resultados del tipo cualitativo, lo cual permite identificar y/o determinar los grupos funcionales de una molécula para los que se observan bandas características en regiones específicas del espectro generado por la prueba. Esto permite poder identificar si existe alguna transformación o modificación de los grupos funcionales de la celulosa después de haberse sometido a los diversos tratamientos.

Difracción de Rayos X

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

La Difracción de Rayos X se basa en la dispersión coherente del haz por parte de la materia, y en la interferencia constructiva de las ondas que están en fase y que se dispersan en determinadas direcciones del espacio.

Con cada tratamiento se va reduciendo la cantidad de celulosa amorfa, por lo tanto la cristalinidad de la muestra aumenta, lo cual ocasionará que en los difractogramas realizados se distinga una mayor cristalinidad después de los tratamientos realizados.

A partir de los datos obtenidos mediante esta técnica, y utilizando fórmulas como la de Sherrer y la cristalinidad, se puede obtener información como el tamaño de las nanofibras y el grado de cristalinidad de la muestra.

Microscopía Electrónica de Barrido.

Esta técnica explora la superficie de la muestra punto por punto. Su funcionamiento se basa en recorrer la muestra con un haz muy concentrado de electrones haciendo un barrido sobre la muestra, y genera la imagen a partir de los electrones dispersados sobre la misma. Este tipo de microfotografías otorga información acerca de la morfología de la muestra, en el caso de esta investigación dará información acerca del tamaño de las microfibras y se podrá identificar si aún se tienen algunos otros elementos indeseables en la celulosa.

Resultados

Difracción de Rayos X.

Después de realizar la síntesis de las fibras de nanocelulosa de tule se caracterizaron por Difracción de Rayos X (Gráfico 1), en donde se obtuvieron difractogramas de la planta de tule seca, la celulosa después del tratamiento con el equipo soxhlet y después de haberse sometido al blanqueamiento con el NaClO.

En donde se puede distinguir claramente una tendencia en el comportamiento después de cada tratamiento recibido.

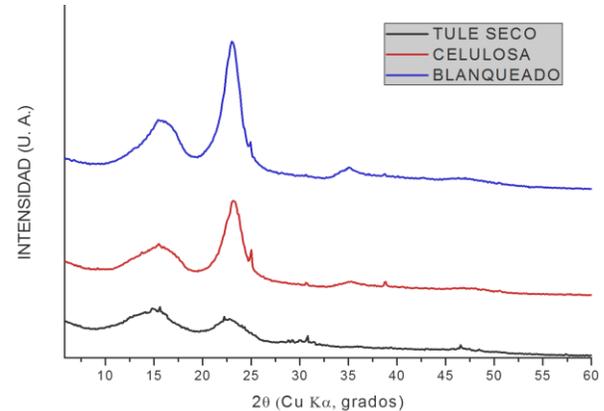


Gráfico 1 Difractograma de tulle y celulosa

En el difractograma se aprecia como aumenta la cristalinidad de la muestra al aumentar la intensidad de las reflexiones características de la celulosa en los ángulos 16° , 23° , y 35° . Lo que indica la separación de la parte amorfa de la celulosa quedando después de cada tratamiento una mayor parte cristalina. La diferencia es bastante notoria con respecto a la primera muestra, que es el difractograma del tulle seco, en ese momento la muestra es mayoritariamente amorfa, por lo tanto no presenta un patrón definido ni se aprecian las reflexiones características de la celulosa, solo pequeños comportamientos en algunos de los ángulos en donde se identifica la celulosa cristalina.

Después de haberse sometido al proceso de extracción de celulosa, se identifican claramente reflexiones en los ángulos 16° y 23° , lo que indica la pérdida de material amorfo en la muestra. Tras realizarse el blanqueamiento la intensidad de reflexiones antes mencionadas se incrementan, e inclusive se alcanza a apreciar una tercera reflexión característica en el ángulo 35° .

A través de los datos arrojados mediante esta técnica de caracterización, se puede obtener información estructural y de tamaño de fibra a través del uso de diferentes fórmulas.

Mediante la fórmula de Sherrer se puede determinar el tamaño de las nanofibras, analizando los datos arrojados en la reflexión característica en el ángulo $2\theta = 23^\circ$. La fórmula de Sherrer enuncia lo siguiente:

$$t = \frac{k \times \lambda}{\theta_B \times \cos B} \quad (1)$$

Dónde:

t = Tamaño de partícula

k = constante de Sherrer (0.9)

λ = longitud de onda de radiación

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

B = la anchura de la reflexión expresada en radianes.

Para obtener una mayor precisión al momento de calcular el diámetro de partícula, se determinó un criterio para medir el diámetro de las reflexiones de los difractogramas, en el cual, mediante el programa OriginPro 8, se determinó el punto medio de la altura de la reflexión, y a partir de ese punto, se obtenía la distancia entre la reflexión inicial y final. A partir de esta fórmula se realizaron los cálculos para determinar el tamaño de la fibra. De la misma manera, se puede usar una fórmula para determinar el grado de cristalinidad de una muestra, mediante un método propuesto por Segal et al. [9]

$$Crl = 100 \times \frac{I_{200} - I_{non-cr}}{I_{200}} [\%] \quad (2)$$

Dónde:

Crl = El grado relativo de cristalinidad

I_{200} = Intensidad máxima (en unidades arbitrarias) del pico en $2\theta = 23^\circ$

I_{non-cr} = Intensidad mínima (en unidades arbitrarias) correspondiente al contenido amorfo en $2\theta = 20^\circ$

Tras haber usado las fórmulas de Sherrer y de Crl, se obtuvieron los datos mostrados en la Tabla 1.

	Tamaño de fibra	Cristalinidad
Tule	-----	29 %
Celulosa	6.1 nm	69 %
Blanqueamiento	5.2 nm	73 %

Tabla 1

Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier. Con esta técnica se obtiene información directa sobre los cambios en los grupos funcionales de la muestra antes y después de los tratamientos químicos como se muestra en el Gráfico 2.

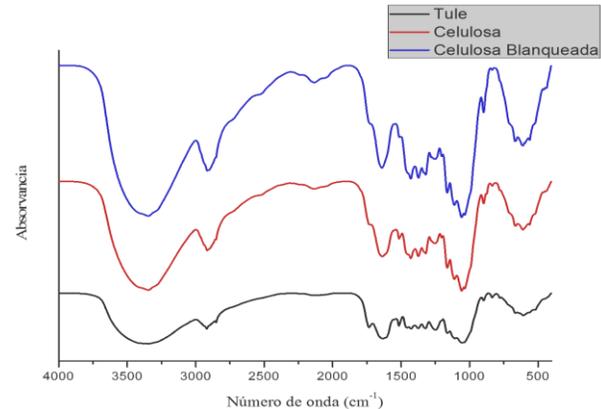


Gráfico 2 Espectro FTIR de tule y celulosa

Las bandas espectrales entre 3100-3600 cm^{-1} corresponden al estiramiento intramolecular O-H de la celulosa, entre 2850-2970 cm^{-1} se aprecia un estiramiento C-H, las bandas en 1750 cm^{-1} corresponden a vibraciones C-O, en 1060 cm^{-1} existen vibraciones y estiramientos del grupo C-O-C al igual que en 680 cm^{-1} .

En la mayoría de estas bandas se distingue un aumento en la intensidad conforme aumenta el nivel de cristalinidad, como marca la literatura. ^[10]

Microscopía Electrónica de Barrido.

A partir de las micrografías se distingue claramente la morfología de las fibras.

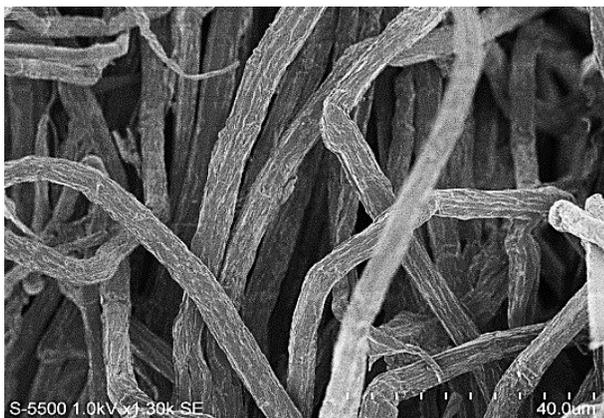


Figura 2 Micrografía Electrónica de Barrido “A” de microfibras de tulle

Esta micrografía muestra fibras de celulosa de tulle después realizarse la limpieza con el equipo soxhlet, desde este momento ya se puede distinguir claramente las fibras definidas con dimensiones micrométricas, lo que muestra que el proceso de extracción de celulosa en el reactor tipo Batch ha optimizado el proceso ya que las fibras naturales no alcanzan un tamaño tan pequeño.

A partir de las micrografías se realizó una medición del diámetro de las fibras con el uso de programa ImageJ, donde se obtuvieron los datos para generar el histograma mostrado en Gráfico 3.

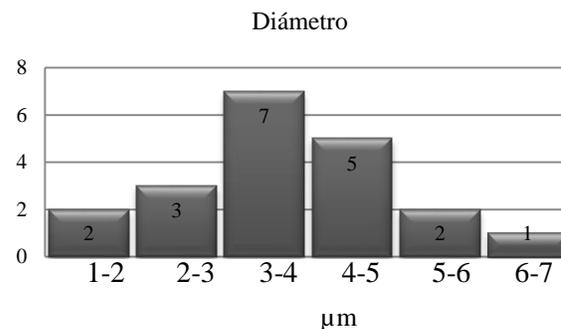


Gráfico 3 Histograma de diámetro de fibra “A”

El histograma muestra la distribución del tamaño de fibras, hay una clara mayoría de fibras con un diámetro entre 3 y 5 µm, con un promedio 3.6 µm con 20 fibras contabilizadas. De la misma manera se realizó el histograma del Gráfico 4, a partir de la Figura 3.

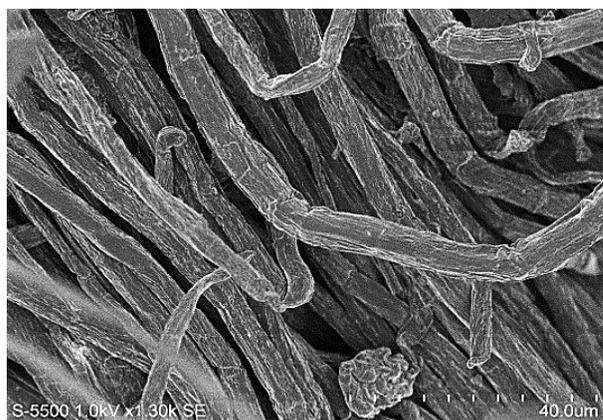


Figura 3 Micrografía Electrónica de Barrido “B” de microfibras de tulle

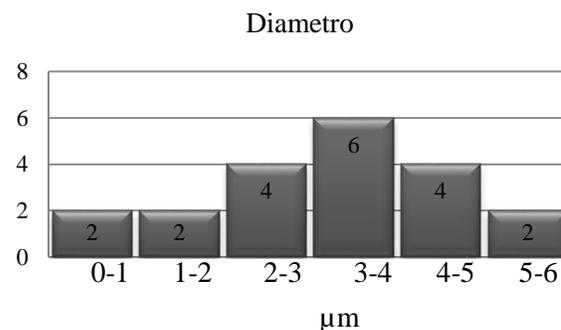


Gráfico 4 Histograma de diámetro de fibra “B”

Este histograma muestra un mayor número de fibras entre 2 y 5 μm , generando un promedio de 3.2 μm de diámetro, lo cual es muy similar al mostrado en el Gráfico 2.

Dentro de estas mismas micrografías se alcanza a distinguir fibras con diámetros menores a 1 micra, lo que indica la presencia de fibras nanométricas aún antes de haber sido realizado en proceso de blanqueamiento con NaClO y la hidrólisis ácida, lo que representa un avance significativo ya que han obtenido nanofibras con la mitad de los procesos que comúnmente se realizan para su síntesis.

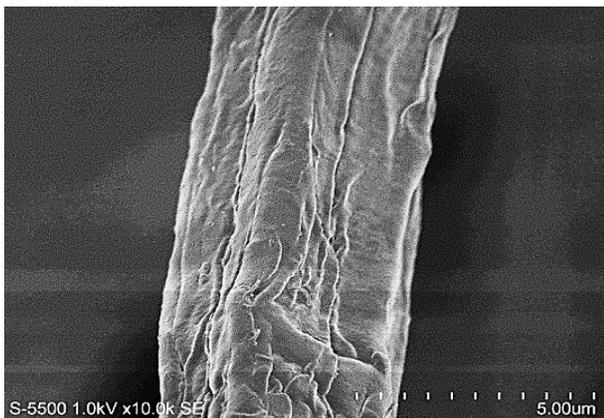


Figura 4 Micrografía Electrónica de Barrido a una escala de 5 μm

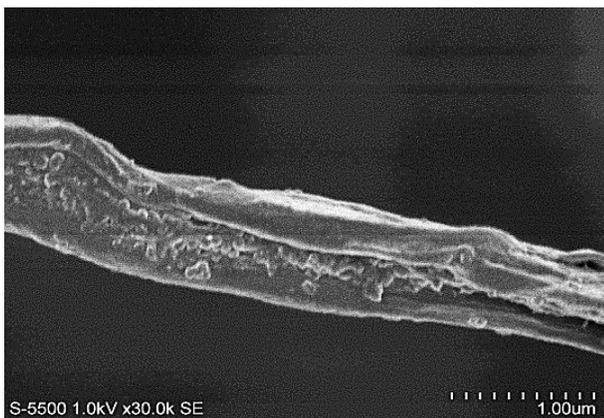


Figura 5 Micrografía Electrónica de Barrido a una escala de 1 μm

Agradecimiento

Por el apoyo otorgado a: Universidad Politécnica de Altamira. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero y Tecnológico Nacional de México.

Conclusiones

La obtención de nanofibras de celulosa a partir del Tule (*Typha Domingensis*) es bastante atractiva ya que el acceso a ella no es nada limitado, incluso ayudaría e incentivaría a los procesos de dragado por parte del gobierno que se realizan en la zona conurbada del sur de Tamaulipas en donde llega a sobrepoblar los mantos acuíferos y considerarse plaga.

Otra ventaja significativa es que esta presenta gran facilidad para ser tratada, usando menor cantidad de reactivo, menos tratamientos y un menor tiempo que otras fuentes usadas como la cascara de naranja y corona de piña, por mencionar algunas, lo que representa una potencial factibilidad a nivel industrial.

Se logró obtener una cristalinidad del 73% aún antes de la hidrólisis ácida, un porcentaje similar al que alcanzan otras fuentes con diversos métodos después de haberse realizado ese proceso, por lo que se estima que una vez aplicado este tratamiento alcance una cristalinidad de por lo menos 80 %.

Referencias

1. Askeland D.R. (1998). Ciencia e Ingeniería de los materiales. D.F., México.: International Thompson Editors.
2. Witt U., Müller R. J., Deckwer W. D., (1995) Biodegradation of Polyester Copolymers Containing Aromatic Compounds. Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry. 32:4, 851 – 856.

3. Müller R. J., Kleeberg I. Deckwer W. D., (2000) Biodegradation of polyester containing aromatic constituents. Journal of Biotechnology. 86, 87 – 95.
4. Savadekar N. R., Mhaske S. T. (2011). Synthesis of nanocellulose fibres and effect on thermoplastics starch based films. Carbohydrate Polymers, 89, 146 – 151.
5. 8. Masoodi R., et al. (2011). Mechanical characterization of cellulose nanofiber and bio-based epoxy composite. Materials and Design. 36, 570 – 576.
6. 9. Aitomaki Yvonne, Oksman Kristiina. (2014). Reinforcing efficiency of nanocellulose in polymers. Reactive & Functional Polymers.
7. Jonathan Spender, et al. (2012). Method for production of polymer and carbón nanofiber from water-soluble polymers. Nanoletters, 12(7). 3857 – 3860.
8. Kloser E., Gray D. G. (2010). Surface Grafting of Cellulose Nanocrystals with Poly(ethylene oxide) in Aqueous Media. Langmuir, 26 (16), 13450 – 13456.
9. Segal L, et al. (1959) An empirical method for estimating the degree of crystallinity of native using the x-ray diffraction. Text Res J, 29:786-794.
10. umar A, et al. (2014). Characterization of Cellulose Nanocrystals Produces by Acid-Hydrolysis from Sugarcane Baggasse as Agro-Waste. Journal of Materials Physics and Chemistry. 2(1). 1 - 18

Secado de nopal (*Opuntia ficus*) utilizando secador solar con sistema de reflectores

TORRES, José*†, HERNÁNDEZ, Oscar, ARCE, Gerardo y VIZUET, Jonathan

Recibido Enero 05, 2016; Aceptado Febrero 25, 2016

Resumen

En este artículo se investigó el comportamiento de temperaturas y evolución de secado de trozos de nopal verdura (*Opuntia ficus*). El experimento se realizó con un secador solar con sistema de reflectores de tipo indirecto por convección natural el día 7 de septiembre de 2016 en Nicolás Romero, Estado de México. El nopal verdura se cortó en trozos y se sumergió en una solución compuesta de agua y cloruro de sodio durante 20 minutos, después se colocaron en charolas dentro de la cámara de secado del sistema, se registraron diferentes temperaturas dentro del secador solar así como también la temperatura ambiente del lugar donde se llevó a cabo la prueba, todas estas temperaturas se registraron en intervalos de 10 minutos por un periodo de 8 horas. Así mismo se registraron las masas del producto por intervalos de 30 minutos durante la prueba de secado. Las curvas de secado se obtuvieron al graficar la razón de humedad adimensional (MR) contra el tiempo de secado, su comportamiento se modeló utilizando el Modelo Exponencial. Los resultados mostraron que a partir de un secador solar con sistema de reflectores se logró eliminar un promedio de 70.97% de contenido de humedad del producto.

Secado de nopal, Curva de secado, Sistema de reflectores solares

Abstract

In this work the behavior of drying temperatures and evolution pieces of nopal (*Opuntia ficus*) was investigated. The experiment was performed with a solar dryer with indirect reflector system by natural convection type on September 7, 2016 in Nicolas Romero, Estado de Mexico. The nopal was cut into pieces and dipped into a solution composed of water and sodium chloride for 20 minutes solution, then placed in trays in the drying chamber system, different tempera were recorded within the solar dryer as well as ambient temperature of the place where the test was conducted, all these temperatures were recorded in 10 minute intervals for a period of 8 hours. Also the masses of the product registraron intervals of 30 minutes during the drying test. Drying curves were obtained by plotting the dimensionless moisture ratio (MR) against the drying time, their behavior was modeled using the exponential model. The results showed that from a solar dryer with reflector system succeeded in eliminating an average of 70.97% moisture content of the product.

Drying of nopal, Curve Drying System solar reflectors

Citación: TORRES, José, HERNÁNDEZ, Oscar, ARCE, Gerardo y VIZUET, Jonathan. Secado de nopal (*Opuntia ficus*) utilizando secador solar con sistema de reflectores. Revista de Energía Química y Física 2016, 3-6: 39-46.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jobe_tv@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

El nopal (*Opuntia ficus*) es una especie vegetal nativa de América, perteneciente a la familia de las cactáceas con presencia a lo largo de todo el continente. El nopal es una de las plantas más importantes que se cultiva en zonas áridas y semiáridas en todo el mundo, ya que presentan características adaptativas en su anatomía, morfología y fisiología que le permiten sobrevivir, crecer y reproducirse en condiciones de muy baja precipitación.

Actualmente se han reconocido 377 especies, 104 crecen en México en forma silvestre; 60 de las cuales son endémicas de nuestro país. Los nopales han generado estrategias adaptativas y pueden sobrevivir a las sequías. La mayoría de las especies carecen de agua, sus hábitats son regiones áridas y semiáridas donde no se puede cosechar otra verdura, gran ventaja ya que más de 45% del territorio mexicano tiene esta característica.

El nopal es parte fundamental de la cultura y de la alimentación del mexicano. Como alimento posee características nutricionales únicas debido a su alto contenido de fibras, pectina, mucilago y minerales, es recomendado para sopas, ensaladas, guisos, asados o como guarnición. Su sabor suave le permite entrar en fácil combinación con otros alimentos como el huevo, chiles, camarones, salsas, carnes, quesos y lograr una variedad succulenta de platillos originales. También se combina en bebidas como licuado o jugos y frutas y es usado en el proceso de producción de bebidas fermentadas como el pulque y el conche.

Su versatilidad le permite ser consumido en polvo (deshidratado y molido) del que se elaboran dulces, panes, tortillas, galletas o tostadas; o como fruto, se emplea en dulces, mermeladas y jaleas.

En la medicina popular mexicana el nopal es utilizado para tratar la diabetes mellitus y el colesterol, debido a que contiene saponinas, es adecuado para evitar la obesidad y la industria farmacéutica utiliza el mucilago contenido en el interior de las pencas para elaborar protectores gástricos y capsulas.

La mencionada cactácea posee un alto porcentaje de humedad de 95%, que limita su vida útil, siendo ésta de 1 a 2 días a temperatura ambiente o de 7 días a 5° C. Por este motivo se ve la necesidad de buscar alternativas de diseño de prototipos para deshidratado (secadores solares) que permitan aumentar la vida de anaquel del producto a bajo costo.

Con un diseño óptimo o adecuado es posible que un secador solar puede alcanzar una gran eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar.

El deshidratado se ha utilizado desde tiempos inmemoriales para conservar productos alimenticios. Secado al aire libre es el más método de uso común, especialmente en los países tropicales y subtropicales.

Sin embargo, varias desventajas por lo general se enfrentan: daño al producto causado por roedores, aves e insectos; la degradación del producto debido a la exposición a la luz solar, lluvia, tormentas, y el rocío dirigir; la contaminación con partículas y gases debido al aire contaminación; posible agrietamiento del producto y la pérdida de capacidad de germinación; reducción de la calidad durante almacenamiento debido a secado deficiente o no-uniforme. En este trabajo se estudia el secado de muestras de nopales, empleando un prototipo de secador solar de tipo indirecto, cien por ciento por convección natural, se ha incluido en su diseño un sistema de reflectores solares junto al colector solar, buscando incrementar la energía en dicho prototipo.

Se analizan variables ambientales como son la temperatura ambiente y las temperaturas dentro del secador solar, así como también en la calidad del producto seco.

Debido a que el proceso de secado es por convección natural es un método de secado económico comparado con otras técnicas de secado. Se ha utilizado un modelo matemático empírico para simular el proceso de secado del nopal, así como el diseño del equipo de secado. El modelo empírico utilizado es el propuesto por Newton.

Descripción del Método

El nopal verdura (*Opuntia ficus*) se adquirió en el mercado municipal de Nicolás Romero, Estado de México. Se seleccionó visualmente con base a su grado de madurez, apariencia y tamaño.

Se sumergió en una solución acuosa compuesta por 2 litros de agua y 20 onzas de cloruro de sodio por un tiempo de 20 minutos, posteriormente se enjuagaron en agua limpia y la humedad superficial se removió con un paño limpio.

Se cortaron trozos de aproximadamente 30 mm x 4 mm x 4 mm, y se colocaron en cinco charolas como se muestra en la Figura 1. Por un periodo de 10 minutos se expusieron al sol antes de colocarlas dentro del secador solar. Cabe mencionar que se registraron las diferentes masas correspondientes a cada una de las charolas con el nopal fresco.

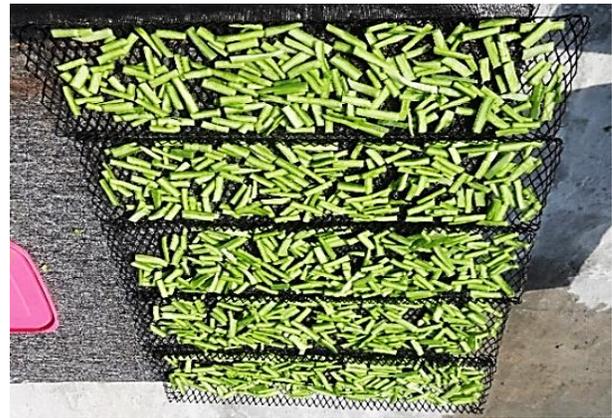


Figura 1 Trozos de nopales frescos. Fuente J. Torres.

La deshidratación se realizó en un secador solar con sistema de reflectores, de tipo indirecto, cien por ciento por convección natural. Las partes principales del secador solar con sistema de reflectores se muestran en la Figura 2.

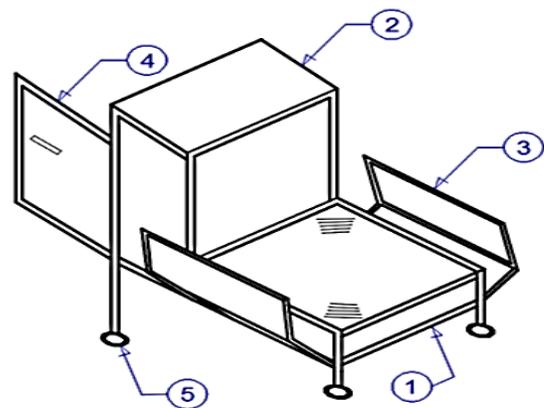


Figura 2 Secado solar con sistema de reflectores. 1 Concentrador solar. 2 Cámara de secado. 3 reflectores solares. 4 Puerta de la cámara de secado. 5 Ruedas. Fuente J. Torres

Las dimensiones del secador solar son de 60 cm de ancho x 95 cm de largo y 120 cm de altura. En la siguiente Figura 3 se muestra el secador solar.

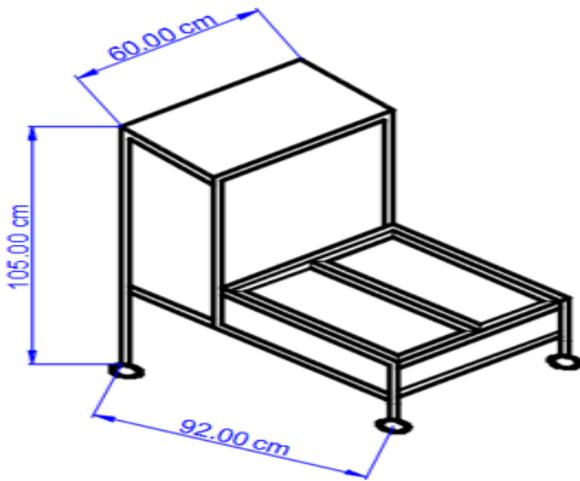


Figura 3 Secador solar con sistema de reflectores.
Fuente J. Torres

Una vez expuesto por 10 minutos las charolas con el producto a deshidratar, estas se fueron colocando en la cámara de secado del prototipo, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Cámara de secado. Fuente J. Torres

Ya colocadas las charolas dentro de la cámara de secado y completamente cerrada, se extendieron los reflectores solares para potencializar la energía en el colector solar y a su vez en la cámara de secado, como se muestra en la Figura 5.

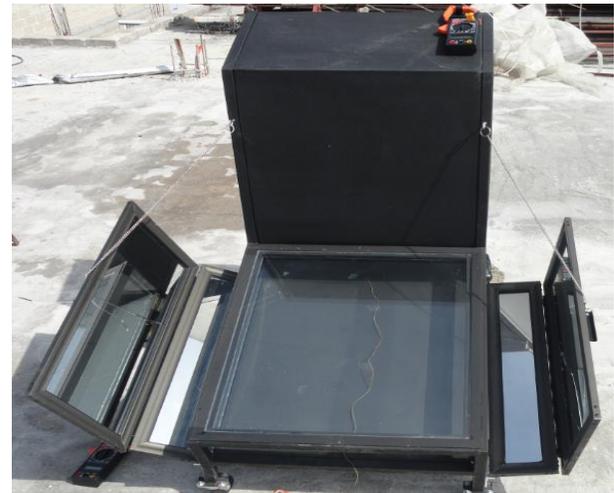


Figura 5 Secador solar con sistema de reflectores extendidos. Fuente J. Torres

Las pruebas se realizaron el día 7 de septiembre del 2016, el horario en el cual se llevó a cabo dichas pruebas fueron de 10:00 horas a 18:00 horas. En este periodo de tiempo se registraron con intervalos de 10 minutos cuatro temperaturas (Temperatura del ambiente, Temperatura a la salida del colector solar, Temperatura en medio de la cámara de secado y Temperatura en la salida de la cámara de secado). Ver Figura 6.

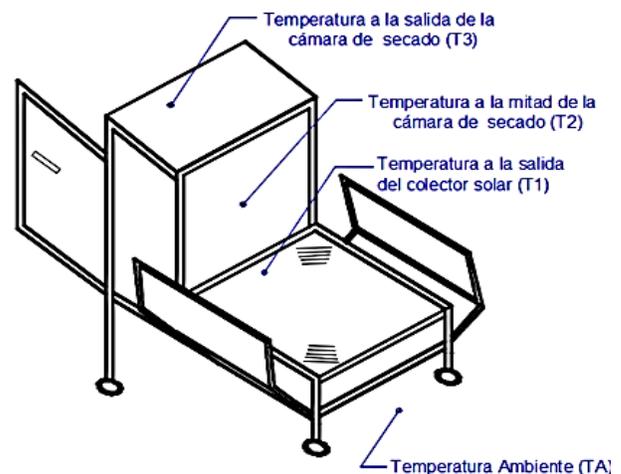


Figura 6 Temperaturas registradas en el secador solar con sistemas de reflectores. Fuente J. Torres

Para evaluar el porcentaje de humedad retirada, se consideró la masa del producto por charola en intervalos de 30 minutos durante toda la prueba.

Análisis de humedad

El componente más abundante y el único que casi está presente en los alimentos es el agua. La determinación del contenido de humedad de los alimentos es una de las más importantes y ampliamente usadas en el proceso y control de los alimentos ya que indica la cantidad de agua involucrada en la composición de los mismos.

Los valores del contenido de humedad en todas las muestras se transformaron en razones de humedad adimensionales suponiendo que el contenido de humedad final es el contenido de humedad en el equilibrio. La razón de humedad (MR), un contenido de humedad adimensional se puede calcular de acuerdo a:

$$MR = \frac{Mt - Me}{Mo - Me} \quad (1)$$

Donde Mo, Mt y Me son el contenido de humedad inicial, en cualquier momento (t) y en el equilibrio respectivamente. El contenido de humedad en el equilibrio (Me) es extremadamente pequeño comparado con el contenido de humedad inicial (Mo) y en cualquier momento (Mt).

Existen diferentes modelo matemáticos que describen el proceso deseado de productos a partir de datos experimentales:

Modelo de Page:

$$MR = \exp(-kt^n) \quad (2)$$

Modelo de Newton:

$$MR = \exp(-kt) \quad (3)$$

Modelo de Page Modificado:

$$MR = \exp(-kt^n) \quad (4)$$

Modelo Exponencial:

$$MR = a \exp(-kt) \quad (5)$$

Modelo Logarítmico:

$$MR = a \exp(-kt) + c \quad (6)$$

Análisis estadístico

Para evaluar el ajuste del modelo matemático utilizado con los datos experimentales, se utilizaron los siguientes coeficientes estadísticos: CHI-cuadrado (X^2), suma de los errores al cuadrado (SSE) y raíz cuadrada de los errores al cuadrado (RMSE).

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2}{N - Z} \quad (7)$$

$$SSE = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2 \quad (8)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2} \quad (9)$$

Donde MR_{exp,i} representan la relación de humedad obtenida experimentalmente, MR_{pre,i} son las predicciones hechas por los modelos matemáticos, N es el número de datos y z el número de constantes. El ajuste y los cálculos de estos análisis estadísticos se realizaron con el programa Microsoft Excel 2013.

Resultados

Las temperaturas registradas en el secador solar: Temperatura del ambiente (Ta), Temperatura a la salida del colector solar (T1), Temperatura en medio de la cámara de secado (T2) y Temperatura en la salida de la cámara de secado (T3), se puede observar en el Gráfico 1.

Las temperaturas más altas son las obtenidas son las correspondientes a la salida del colector solar (T1), obteniendo una temperatura promedio de 36.651°C, esto se puede observar en la Tabla 1.

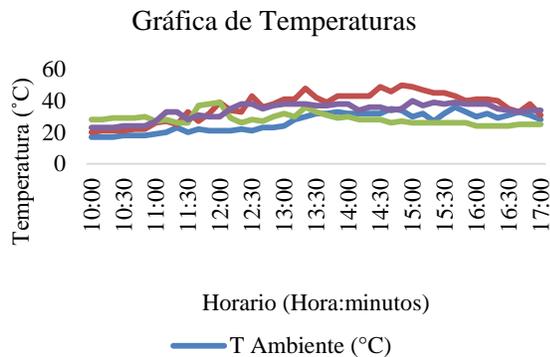


Gráfico 1 Temperaturas registradas en la prueba de secado de nopal. Fuente J. Torres

Temperatura	Temperatura
	Promedio (°C)
Ambiente (Ta)	26.53
Salida del colector solar (T1)	36.651
Mitad de la cámara de secado (T2)	28.348
Salida de cámara de secado (T3)	33.767

Tabla 1 Promedio de temperaturas en la prueba realizada Fuente J. Torres.

En el Gráfico 2 se presentan los resultados obtenidos correspondientes al porcentaje promedio de humedad retirada en el secado de nopal por charola, cabe mencionar que el orden de la numeración designada a las charolas es de forma ascendente en la cámara de secado. Se observa que en la charola número 1 se obtuvo el mayor porcentaje de humedad retirada (77.02 %) y en la charola número 2 se obtuvo el menor porcentaje de humedad (65.27 %), el porcentaje promedio de humedad retirada en la prueba de secado del nopal corresponde a 70.97 %. Los cálculos para obtener dichos porcentajes de humedad están basados en la ecuación 1.

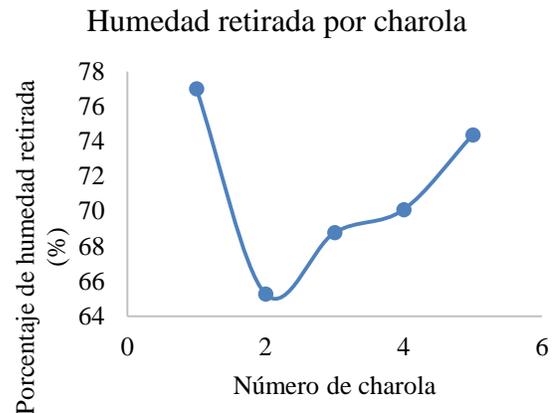


Gráfico 2 Porcentaje de humedad retirada por charola. Fuente J. Torres

Modelo matemático y valores estadísticos obtenidos

Los datos experimentales se aplicaron en el modelo exponencial (ecuación 5). El Gráfico 3 representa la curva de secado obtenida de los datos experimentales así como del modelo matemático para el secado de nopal.

La Tabla 2 representa la ecuación matemática exponencial y coeficientes estadísticos: CHI-cuadrado (X^2), suma de los errores al cuadrado (SSE) y raíz cuadrada de los errores al cuadrado (RMSE).

La comparación entre los resultados experimentales y simulados mostró que la correlación obtenida describe de manera satisfactoria la cinética del secado con base a las condiciones operativas consideradas en el dicho proceso de secado.

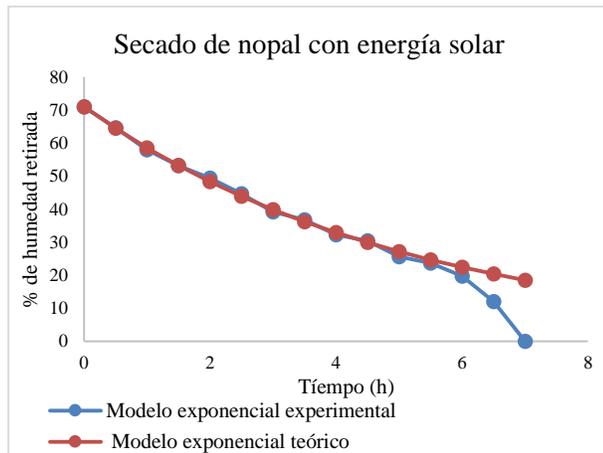


Gráfico 3 Porcentaje de humedad retirada por charola
Fuente J. Torres

Ecuación: Modelo Exponencial	$MR(t) = a e^{-kt}$ $MR(t) = 70.973 e^{-0.192 t}$
Valores estadísticos	$a = 70.973$; $k = 0.192$ $SSE (r) = 0.976$; $X^2 = 0.069$; $RMSE = 0.25$

Tabla 2 Modelo numérico de secado solar del nopal
Fuente J. Torres

Agradecimientos

Al Dr. Hilario Terres Peña por sus conocimientos compartidos. También los autores agradecen al personal de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez por su apoyo para el desarrollo de la presente investigación.

Conclusiones

Los resultados observados en este trabajo muestran que es posible secar trozos de nopal verdura (*Opuntia ficus*), utilizando un secador solar de tipo directo por convección natural.

Una de las aportaciones en cuanto al diseño de este tipo de secadores es la implementación de reflectores solares buscando con esto potencializar la energía tanto en el colector solar como en la cámara de secado.

Cabe mencionar que el promedio de temperatura ambiente registrado en la prueba realizada oscila en promedio a los 25 °C y en la estación del año en donde se realizó dicha prueba esta se caracteriza por tener temperaturas de moderadas a cálidas durante la mañana con cielos despejados que se transforman en cielos nublados con lluvias casi todos los días por las tardes.

Sin embargo con los reflectores considerados en el sistema se obtuvo un promedio de 70.97 % de humedad retirada del producto en un tiempo de ocho horas el día 7 de septiembre de 2016.

Referencias

- Almanza, R. y Muñoz- Gutiérrez, F. (2003). Ingeniería de la energía solar (1ª Edición). México: Cromocolor
- Anaya-Pérez, M. A. (2001). History of the use of *Opuntia* as forage in México. In: C. Modragón-Jacobon & S. Pérez-González (Eds.), *Cactus (Opuntia spp.) as storage* (pp. 5-12). Rome, Italy: FAO.
- Colectivo (Gabinete de Estudios de CENSOLAR). (2009). *La energía solar: aplicaciones prácticas*. España; Progensa
- Han, H. y Felker, P. (1997). Field validation of water-use efficiency of a CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. *Journal of Arid Environments*, 36, 133-148.
- Guzmán Loayza, D., y J. Chávez. (2007). Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus indica*) para el consumo humano. Recuperado el 10 de septiembre del 2016, de <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=>

Jutglar L. (2004). Energía Solar (1ª Edición). Barcelona, España: ceac.

Manrique, José A. (1984). Energía solar: fundamentos y aplicaciones fototérmicas. (2ª Edición). México: Harla

Morán L. y Pérez M. (2013). El nopal, alimento y cultura del mexicano.

Recuperado el 12 de septiembre del 2016, de <http://www.publimetro.com.mx/unam/el-nopal-alimento-y-cultura-del-mexicano/mmbh!WgWNinaEpIQ/>

Yaldiz O., Ertekin C. Thin layer solar drying of some vegetables. Dry Technol. 2001;19:p 583–596.

Zamora A. (2013). EL NOPAL: características y usos. Recuperado el 10 de septiembre del 2016, de

<http://mexicoalnatural.com/2013/02/el-nopal-caracteristicas-y-usos/>

Estudio de parámetros térmicos en dispositivos electrónicos mediante interferometría electrónica de patrones de moteado

LÓPEZ, Yadira*†, PEÑA, Gerardo, CASILLAS, Francisco y RODRIGUEZ, Martín

Recibido Febrero 5, 2016; Aceptado Marzo 31, 2016

Resumen

El uso de técnicas no destructivas para la estimación de variables físicas y la caracterización de materiales han permitido analizar la respuesta estructural que sufre un elemento de estudio cuando experimenta una fuerza externa [1], tal es el caso del método óptico, ESPI (Electronic Speckle Pattern Interferometry), que permite la detección de cambios estructurales de un objeto por medio de un sistema de adquisición y procesamiento de imágenes basado en una proyección de luz coherente sobre la superficie del material a analizar para dos estados de deformación [2]. En este trabajo, se presentan los resultados obtenidos en el análisis de los parámetros mostrados en un termistor NTC (resistencia de coeficiente de temperatura negativo) y su correlación con el método ESPI. Aunque los resultados mostrados no son definitivos, se puede observar que las técnicas ópticas presentan propiedades adicionales en el estudio de desplazamientos y deformaciones en materiales y que su correlación con las técnicas convencionales permiten la caracterización y estudio de eventos temporales, siendo un complemento en las pruebas eléctricas de estos y otros dispositivos.

Interferometría electrónica de patrón de moteado, resistencia térmica, semiconductor

Abstract

The use of non-destructive methods for the estimation of physical variables in the characterization of materials has allowed the analysis of response when an object under study undergoes an external excitation force [1]. As the ESPI (Electronic Speckle Pattern Interferometry), which detect the structural changes of an object using an acquisition system and processing image; it's base don a projection of coherent light on the surface of the material and analyzed two states of deformation [2]. In this work we report the results obtained in the analysis of the parameters of the termistor (resistor negative temperatura coefficient) and it's correlation with ESPI. Although the results show are not definitive, it can be see that the optical techniques presents important characteristics about the study and correlation with the conventional techniques, allow the study in the temporary events, it to be an add electrical testing these and other devices.

Electronic Speckle Pattern Interferometry, thermal resistor, semiconductor

Citación: LÓPEZ, Yadira, PEÑA, Gerardo, CASILLAS, Francisco y RODRIGUEZ, Martín. Estudio de parámetros térmicos en dispositivos electrónicos mediante interferometría electrónica de patrones de moteado. Revista de Energía Química y Física 2016, 3-6: 47-51.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: yadira.lopez@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

El patrón de moteado es un fenómeno que se produce cuando la luz coherente se propaga a través de la superficie de un medio, cada punto obscuro y brillante representa la distribución de la luz en la superficie, está basado en el principio de Huygens que enuncia que cada punto en un frente de onda provee un tren de ondas esféricas que después de cierto tiempo estará formado por la envolvente del tren de pulsos [3], cada uno con una velocidad y frecuencia características; cuando estos frentes de onda presentan cambios en el camino óptico introducidos en el medio difusor permite desarrollar análisis interferométricos tales como micro-desplazamientos, esfuerzos, dilataciones térmicas, rugosidad en superficies, entre otros[4,5], los métodos interferométricos utilizan el patrón de moteado generado antes y después del cambio en el camino óptico, tal es el caso de la interferometría de patrón de moteado, herramienta de la metrología óptica que permite obtener los cambios producidos en un objeto por la acción de una fuerza; esta técnica emplea una fuente de luz coherente que junto con la detección, registro y tratamiento de los datos, permite obtener las características ópticas del material analizado mediante la captura de franjas interferométricas formadas por la superposición de frentes de onda [5].

En general se considera que la interferencia producida por la superposición de dos campos con amplitudes complejas A_1 y A_2 , con intensidades I_1 e I_2 , respectivamente, el resultado de la intensidad I en un punto determinado está dado por:

$$I = |A_1 + A_2|^2 \quad (1)$$

$$I = |A_1|^2 + |A_2|^2 + A_1 A_2^* + A_1^* A_2 \quad (2)$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\phi_1 - \phi_2) \quad (3)$$

Donde ϕ_1 y ϕ_2 representan las fases de las amplitudes complejas, en la interferometría las intensidades y las fases cambian en el espacio y el tiempo, los cambios en el argumento $\cos(\phi_1 - \phi_2)$, representan los cambios de fase en el dispositivo y estos, son los que producen las franjas interferométricas.

Estos cambios presentados en el argumento coseno de la ecuación (3), están directamente relacionados con las perturbaciones en el camino óptico del sistema. Para el caso de un sistema térmico la medición de la variación de la temperatura en un sistema exponencial, puede ser representada mediante la expresión [6]

$$R = R_0 e^{-B(\Delta T)} \quad (4)$$

Dado que la medición de la temperatura está basada en el monitoreo de la diferencia del camino óptico; entonces, la diferencia de fase estará representada mediante:

$$\Delta\phi(\Delta T) = \beta L \quad (5)$$

De la ecuación (5), β representa la constante de propagación del medio y L las características propias del medio que se está estudiando.

$$\Delta\phi(\Delta T) = \frac{2\pi}{\lambda} B \Delta T A \quad (6)$$

Donde ΔT representa los cambios de temperatura a través del tiempo $\Delta T = \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$, B representa la temperatura característica del material y A el área del elemento de estudio en función de x , y .

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en el estudio de los cambios de fase originados por el cambio de temperatura en pruebas de un termistor, mediante la técnica de interferometría de patrón de moteado, se realizó una comparativa entre los cambios de resistencia que presenta el termistor y su correlación con el desplazamiento de las intensidades de los patrones de moteado obtenidos en cada uno de los frentes de onda.

Desarrollo

Para la obtención de las de los patrones de moteado se empleó un sistema de luz coherente donde el cambio de fase en el sistema térmico exponencial modifico uno de los frentes de onda produciendo las franjas de interferencia características, para el procesamiento de las imágenes de utilizo el software Matlab. El comportamiento del termistor fue estudiando mediante la ecuación (4, se consideró su valor resistivo alrededor de los $30\text{k}\Omega$, de donde se obtuvo el valor de B y R_0 .

Resultados

La tabla 1 muestra los valores resistivos del termistor.

Temperatura °C	R en Ω
To	27280
To+10	17960
To+20	12090
To+30	8313
To+40	5828
To+50	4161
To+60	3766
To+70	2707
To+80	1946
To+90	1399
To+100	1006

Tabla 1 Valores resistivos del termistor

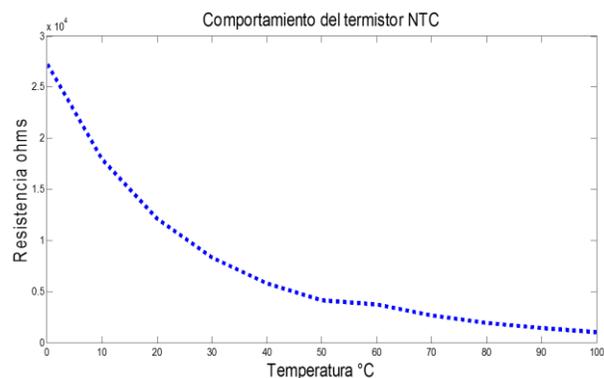


Gráfico 1 Comportamiento del termistor

El Gráfico 1, muestra el comportamiento del termistor, este corresponde a una función exponencial negativa y a un termistor NTC, como es bien conocido, en la gráfica se puede observar que a menor temperatura, la resistencia del termistor es máxima.

Para la obtención de las franjas interferométricas, se analizó el sistema mediante una diferencia de fase con características exponenciales; el rango de las temperaturas se consideró de 0°C , hasta 100°C , como muestra la tabla 1. Por su parte, el Gráfico 2, muestra los patrones de moteado de referencia y el patrón de moteado con una diferencia de fase característica del sistema.

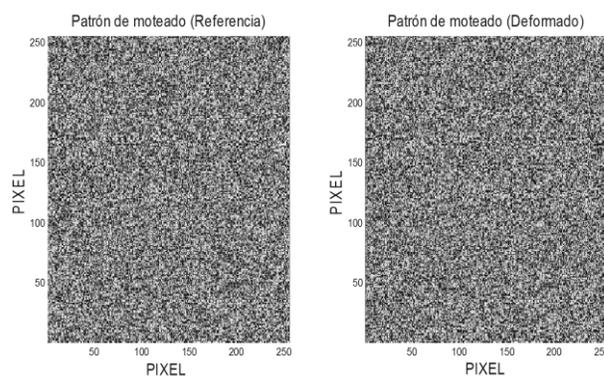


Gráfico 2 Patrones de moteado de referencia y cambio de fase

Estos patrones de moteado describen los frentes de onda del sistema de luz coherente, presentan diferencias en la distribución de la intensidad, estos patrones de moteado son característicos de la fase; de donde, a partir de estos patrones de moteado es posible obtener las franjas características del sistema de estudio.

El gráfico 3 muestra la diferencia entre los patrones de moteado del sistema estudiado, para el análisis del sistema interferométrico se simuló la deformación dentro del rango descrito de temperaturas (0 a 100°C).

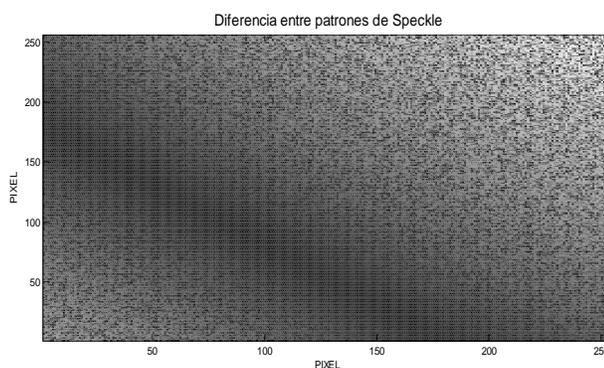


Gráfico 3 Franja de interferencia resultante de los patrones de moteado entre cada uno de los frentes de onda

Se analizó el patrón de franjas característico en el centro del sistema, con coordenadas (126,126), su comportamiento se muestra en el gráfico 4, se puede observar que la intensidad de la sección del sistema analizado muestra un comportamiento similar al del modelado del termistor, de donde se pueden inferir los cambios en el dispositivo analizado, por su parte, los gráficos 5,6, muestran la distribución de la intensidad de los frentes de onda para 0, 10, 50 y 100 grados centígrados, el análisis de las distribuciones fueron elegidas considerando los cambios iniciales, centrales y finales en el dispositivo.

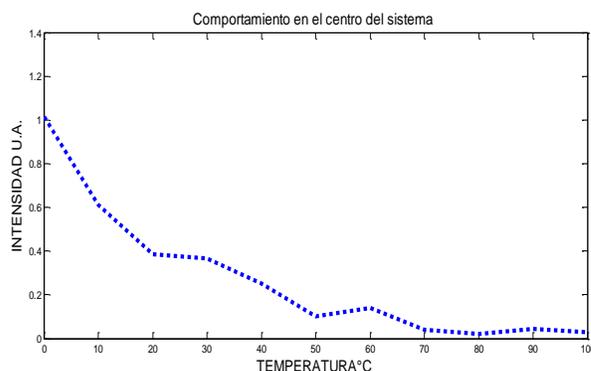


Gráfico 4 Comportamiento del patrón de franjas en el centro del sistema

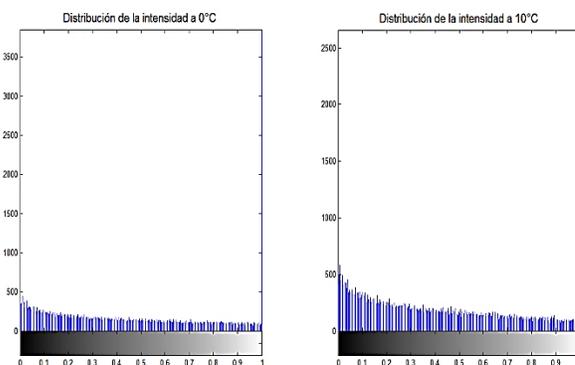


Gráfico 5 Distribución de la intensidad de las franjas de interferencia generadas de 0 y 10 grados centígrados

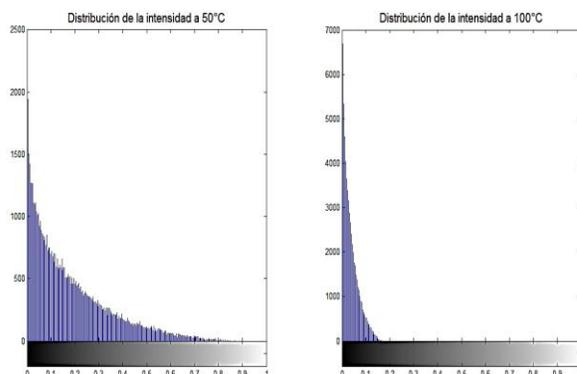


Gráfico 6 Distribución de la intensidad de las franjas de interferencia generadas de 50 y 100 grados centígrados

Conclusiones

Con los resultados mostrados se puede decir que la intensidad de los frentes de onda es dependiente de los cambios en el sistema analizado, también, que la sección del elemento que es estudiado muestra un comportamiento similar al modelo térmico; permitiendo correlacionar el comportamiento de dispositivos electrónicos con los diferentes sistemas interferométrico; adicional a esto es las técnicas ópticas permiten el estudio de diferentes sistemas, en tiempo real y aportan un sustento adicional a las técnicas convencionales.

Los resultados aquí mostrados dan pauta a la realización de pruebas ópticas con diferentes dispositivos electrónicos, para complementar el estudio del comportamiento de estos y otros dispositivos.

Referencias

[1] Y.H. Huang, S.P. Ng, L. Liu, C.L. Li, Y.S. Chen, Y.Y. Hung, NDT&E using shearography with impulsive thermal stressing and clustering phase extraction, *Optics and Lasers in Engineering* 47 (2009) 774–781.

[2] Y.Y. Hung, H.P. Hob, Shearography: An optical measurement technique and applications, *Materials Science and Engineering R* 49 (2005) 61–87.

[3] Hecht, Eugene, *Óptica*, Adisson Wesley Iberoamericana, Madrid 2000, ISBN: 978-84-7829-025-3.

[4] L. Rodriguez Cobo, M. Lomer, C. Galindez and J.M. Lopez Higuera, POF vibration sensorbased on speckle pattern changes, *SPIE*, Vol. 8421, 84212Y-1.

[5] Pramod K. Rastogi, *Digital speckle pattern interferometry and related techniques*, Wiley 2001, ISBN: 0471490520, 97800471490524.

[6] Reinaldo A. Mancini, *Modelling of phase transformations during cooling of steels, application of stelmor type processes*, *Información Tecnológica*, Vol. 6, 5, 1995.

Instrucciones para Autores

[Titulo en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayusculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor
Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva

(Indicar Fecha de Envio:Mes,Dia, Año); Aceptado(Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen

Titulo

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.11

Abstract

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

Keyword

Cita: Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor. Titulo del Paper. Título de la Revista. 2015, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

† 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]

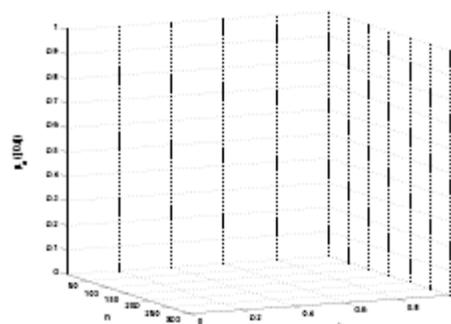


Grafico 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

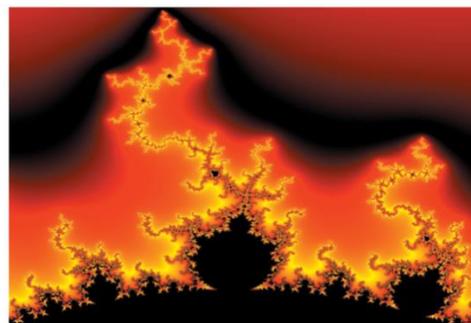


Figura 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.

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

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

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

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

Metodología a desarrollar

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

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

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

Conclusiones

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

Referencias

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

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

Referencia

Formato de Originalidad



Sucre, Chuquisaca a ____ de ____ del 20____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

Firma (Signature):

Nombre (Name)

Formato de Autorización



Sucre, Chuquisaca a ____ de ____ del 20____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Bolivia a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Bolivia to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

Firma (Signature)

Nombre (Name)

Revista de Energía Química y Física

“Aceros inoxidables recubiertos con oxido de titanio para procesos a alta temperatura”

ALCANTARA, Juan, MELO, Dulce, GÓMEZ, Fernando y AGUIRRE Nancy

“Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa del Llano ubicada en el municipio de Villa del Carbón Estado de México”

RAZO-PAREDES, José Trinidad, TOLEDO-TREJO, Erika y FRANCO-GÓMEZ, Armando

“Estudio de las características físico-químicas de residuos orgánicos para su uso potencial en la producción de biogás”

MOJICA, Cuitláhuac, VIDAL, Eleazar, RUEDA, Belzabet y ACOSTA, Dulce

“Instrumentación y telemetría para un Electratón”

CRUZ-JIMENEZ, Braulio, MONTAÑEZ-RUFINO, Mirtha, QUIJANO-CETINA, Renan y CASTILLO-ATOCHE, Alejandro

Universidad Autónoma de Yucatán

“Obtención y caracterización de nanocelulosa a partir de tule (*Typha domingensis*)”

PULIDO-BARRAGÁN, Eder, MORALES-CEPEDA, Beatriz, ZAMUDIO-AGUILAR, Minerva y LUGO-DEL ANGEL, Fabiola

“Secado de nopal (*Opuntia ficus*) utilizando secador solar con sistema de reflectores”

TORRES, José, HERNÁNDEZ, Oscar, ARCE, Gerardo y VIZUET, Jonathan

“Estudio de parámetros térmicos en dispositivos electrónicos mediante interferometría electrónica de patrones de moteado”

LÓPEZ, Yadira, PEÑA, Gerardo, CASILLAS, Francisco y RODRIGUEZ, Martín

