



SEP

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. VICTORIA

TecnoINTELECTO

Órgano de Divulgación Científica

Una Publicación del Tecnológico Nacional de México -
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

Volumen 14

No. 2

Diciembre 2017

ISSN 1665-983X

CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Influencia de la ubicación del lecho y masa del sorbente en la remoción de iones fluoruro con un reactor diferencial cónico. M.L. Jiménez-Núñez, M.A. Borja-Salín, R.E. Zavala-Arce, M.F. Guzmán-Hernández.....1

Estudio de adsorción de amarillo 5 con un hidrogel de quitosano-celulosa en un sistema continuo. A. Ordoñez-Ortega, A. García-González, R.E. Zavala-Arce, B.E. Moreno-Martínez, J.L. García-Rivas.....5

Validation of a glucose portable kit to evaluate the stress on channel catfish. J.L. Rábago-Castro, J.G. Sánchez-Martínez, R. Pérez-Castañeda, A. M. Ayala-Cruz.....14

Metales pesados (Pb, Cd y Hg) en el camarón Farfantepenaeus aztecus de Laguna madre, Tamaulipas y el riesgo a la salud pública. M.L. Vázquez-Sauceda, E. Pérez-Arriaga, F. Benavides-González, Z. Blanco-Martínez, S. Hernández-Contreras.....19

Evaluación de la densidad de siembra y factor de conversión alimenticia en el cultivo de tilapia nilótica (Oreochromis niloticus) en sistemas intensivos con bajos niveles de recambios de agua en tanques de fibra de vidrio. J.A. Solís-Echeverría, R. García-Torcuato, A. Ancona-Ordaz Ángel, K. Castillo-Martínez & J. Sánchez-López.....26

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Análisis de los índices de lectura en los estudiantes de educación a distancia del Instituto Tecnológico De Cd. Victoria. R. Ortiz-Medina, A. Nieto-Meza, J. Funatsu-Díaz, P. Ramírez-Gil, L. García-Mundo.....35

La función de pérdida, una aplicación en la asignación de calificaciones. D.Á. Balderas Puga.....42

DIRECTORIO

Mtro. Manuel Quintero Quintero
Director General de Educación Superior Tecnológica

Ing. Fidel Aguillón Hernández
Director

Dra. Araceli Maldonado Reyes
Subdirectora Académica

Ing. Víctor M. García Loera
Subdirector de Planeación y Vinculación

Ing. Jorge L. Funatsu Díaz
Subdirector de Servicios Administrativos

COMITÉ EDITORIAL

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
División de Estudios de Posgrado e Investigación

COORDINACIÓN EDITORIAL

Ludivina Barrientos-Lozano, Ph. D.
Pedro Almaguer-Sierra, Dr.

Asistencia Editorial:

M.C. Aurora Y. Rocha-Sánchez

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. Rosalba Argumedo. Universidad Veracruzana.

Dr. Raúl Derat Solís. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dra. Lilia del Carmen García Mundo. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dr. Marco Aurelio Jiménez Gómez. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dr. Juan A. Vargas Enríquez. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dr. Jorge Ariel Torres Castillo. Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Dr. Pedro Almaguer-Sierra.

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dra. Ludivina Barrientos-Lozano, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dr. Alfonso Correa-Sandoval. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dra. Fabiola Lango Reynoso. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz.

Dra. Sandra Grisell Mora-Ravelo. Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Dr. Jorge Homero Rodríguez castro. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dr. Carlos A. Salazar Olivo. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Dr. Arcadio Valdés González. Lab. de Acuicultura UANL Facultad de C. Biológicas

Dr. Crystian S. Venegas Barrera. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA, CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES.

Dr. Dr. Raúl Marín Aguilar. UAMCEH. Universidad Autónoma de Tamaulipas/ Universidad Pedagógica Nacional, México.

Dra. Rosa Delia Cervantes Castro. UAMCEH. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Investigadora asociada al Centro Multidisciplinario de Investigaciones Regionales, UAT.

TecnOINTELECTO (ISSN 1665-983X y reserva: 04-2004-072626452400-102) es un órgano de divulgación científica de forma semestral del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil No. 1301, C. P. 87010, Cd. Victoria, Tamaulipas, México; Tels. (834) 153 20 00 Ext. 325. El contenido y la sintaxis de los artículos presentados son responsabilidad del autor (es). Editor Principal: División de Estudios de Posgrado e Investigación. **Apoio editorial-informático: M.C. Aurora Y. Rocha Sánchez.** Envío de documentos, consultas y sugerencias al correo electrónico: ludivinab@yahoo.com, almagavetec@hotmail.com. Todos los derechos son reservados y propiedad del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria-Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica. TecnOINTELECTO, Vol. 14 No. 2. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.



Consúltanos en el Índice Latinoamericano www.latindex.org y en el Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias PERIÓDICA www.dgb.unam.mx/periodica.html



(Pastor *et al.*, 2006; Ferreira *et al.*, 2006) , iones fluoruro (Jiménez-Núñez *et al.*, 2010; (Jiménez-Núñez *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2007), iones sulfato (Huan *et al.*, 2016) contaminantes radiactivos catiónicos y aniónicos (Arixin *et al.*, 2016), entre otros.

1.3 Reactores cónicos de lecho fluidizado

Las ventajas de los sistemas fluidizados sobre los de lecho fijo son: a) la macro mezcla que se presenta b) las grandes dispersiones de fases. Este tipo de reactor se ha utilizado en sistemas sólido- gas, para la adsorción de compuestos volátiles orgánicos (Mofidi *et al.*, 2013), Cromo (VI) Bai y Abraham, T. E. (2005), entre otros y en sistemas líquido-sólido ha sido empleado para la remoción de cobre II (Lee *et al.*, 2014), Nitrogeno (Chowdhury *et al.*, 2008) y metales pesados (Yang y Renken, 2000). Para fluidizar un lecho de partículas, el fluido se bombea hacia arriba por la parte inferior de la cama a través de una placa porosa. A baja tasa de flujo (por debajo de fluidización mínima), la cama está empacada. A medida que se incrementa el flujo, la fuerza de arrastre sobre las partículas aumenta hasta que es suficiente para equilibrar su peso con las fuerzas gravitatorias y floten. Las partículas entonces tienen libertad de movimiento y la cama se dice que esta fluidizada (Duru *et al.*, 2002). En estudios recientes se han comparado reactores con geometría cilíndrica y cónica, demostrando que éste último tiene mayores ventajas debido a la variación que presenta el tiempo de residencia de las partículas, la velocidad de flujo y la caída de presión en relación al área transversal (Sutar y Das, 2012); Shi *et al.*, 1984) Además son útiles para la fluidización de los materiales con una amplia distribución de tamaño de partícula, también presentan inestabilidades con menos fluctuaciones de presión. A pesar de su amplia aplicación, gran parte del desarrollo y diseño de los reactores de lecho fluidizado cónicos han sido empíricos debido al complejo comportamiento del par fluido-sólido.

Las ecuaciones para calcular la velocidad mínima de fluidización son:

Porosidad inicial del lecho:

$$\epsilon_0 = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_p} \quad (1)$$

La densidad aparente (ρ_a) se define como el peso seco de una unidad de volumen, es decir, la densidad del material sorbente entre el volumen que lo contendrá.

$$\rho_a = \frac{m_1}{VT} \quad (2)$$

Para ello se calcula

$$Re_{oc} = \frac{Ar}{\frac{150(1 - \epsilon_0)}{\epsilon_0^3} + \sqrt{(1.75/\epsilon_0^3) * Ar}} \quad (3)$$

Como:

$$Re_{oc} = \frac{D_p * U_o * \rho}{\mu} \quad (4)$$

Despejando a U_o de la ecuación 6 tenemos que:

$$U_o = \frac{Re_{oc} * \mu}{D_p * \rho} \quad (5)$$

2. METODOLOGÍA

En un reactor cónico de lecho fluidizado sólido-líquido, cuyas características se muestran en la tabla 1, e imagen en la figura 1, se colocaron cinco masas diferentes (0.02, 0.04, 1.0, 2.0 y 3.0 g) de la hidrotalcita de níquel -aluminio sintetizada con diámetro de partícula 0.3-0.71 mm (entre mallas 25-50) , en dos alturas diferentes h_1 y h_2 , en la tabla 2 se muestra la secuencia de experimentación, la solución de iones fluoruro de 10 mg F/L se hizo pasar de manera ascendente con flujo volumétrico propuesto (F_o) de 700 ml/min de acuerdo a la velocidad mínima de fluidización calculada (630 ml/min) con las ecs. (1)-(5), así como en las propiedades físicas de las partículas mostradas en la tabla 3. La solución se impulsó por medio de una bomba peristáltica. Los experimentos se realizaron por triplicado.

Tabla 1. Características del reactor.

Geometría externa	Cilíndrica		
Geometría interna	Cónica con tres escalones		
Dimensiones del cilindro (cm)	D _{ext.} : 10.6		H: 15
Alturas de los escalones (cm)	h ₁ : 5	h ₂ : 8	h ₃ : 11
Angulo del cono	30°		

Tabla 2. Experimentación realizada.

No. experimento	Masa de HTN-Al en g	Ubicación de la cama	
		h1=5cm	h2=8cm
1	0.2	X	
2	0.2		X
3	0.4	X	
4	0.4		X
5	1.0	X	
6	1.0		X
7	2.0	X	
8	2.0		X
9	3.0	X	
10	3.0		X



Figura 1. Interior del reactor cónico de lecho fluidizado sólido-líquido

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestran los resultados de la sorción de iones fluoruro de una solución de concentración inicial de 10 mg/L con las diferentes masas de la HT-Ni-Al colocadas en las 2 posiciones del lecho en el reactor (h1=5 y h2=8 cm).

La máxima sorción obtenida fue del 40%, con 1.0 gramo de masa colocada en la altura 2, y ocurrió a los 20 minutos. La tendencia de las curvas de concentración de iones fluoruro es semejante, con las diferentes cantidades del material sorbente.

Los porcentajes de remoción de iones fluoruro de los ocho tratamientos, se muestran en la figura 3, donde se observa que los porcentajes de remoción fueron similares en las dos alturas del lecho con 0.02, 0.04, 2.0 y 3.0 g del material sorbente, y solo con 1.0 g de la HTNi-Al, el %de remoción varió drásticamente siendo del 13% en la altura 1 y del 38 % en la altura 2, lo que significa que lo que determina el porcentaje de remoción de los iones fluoruro por la HTNi-Al es la cantidad de masa y no la altura del reactor en donde esté ubicada la cama.

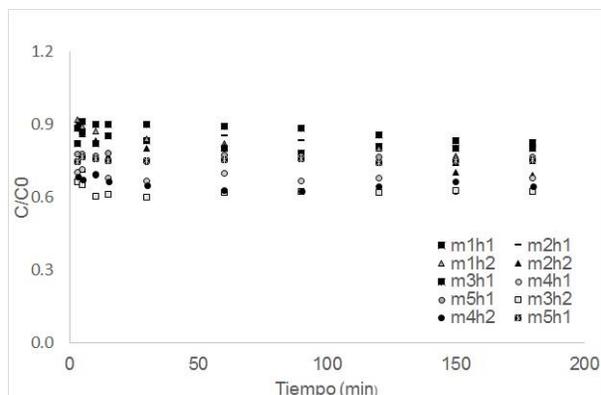


Figura 2. Sorción de iones fluoruro por la HTNi-Al.

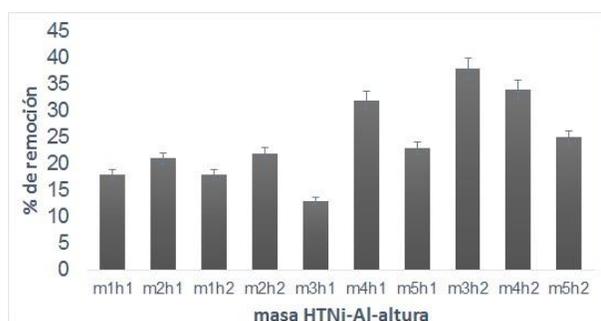


Figura 3. Porcentaje de remoción de iones fluoruro por la HTNi-Al.

4. CONCLUSIONES

El porcentaje máximo de sorción en condición continua fue del 40 % con 1.0 g de HTNi-Al en el lecho colocado a 8 cm en el reactor (altura 2), un flujo volumétrico de 700 mL/min y una concentración de alimentación de 10 mg F⁻/L. La cantidad de material sorbente es la que determina el porcentaje máximo de remoción de iones fluoruro y no la posición del lecho dentro del reactor cónico.

5. LITERATURA CITADA

Arixin, Bo, Sarina S., Hongwei, L., Zhanfeng, Z., Qi X., Yuantong G., Godwin, A., and Huaiyong Z. 2016. Efficient Removal of Cationic and Anionic Radioactive Pollutants from Water Using Hydrotalcite-Based Getters Appl. Mater. Interfaces, 8:16503-16510.

Asawa, K., Singh, A., Bhat, N., Tak, M., Shinde K., Jain, S. 2015. Association of Temporomandibular Joint Signs & Symptoms with Dental Fluorosis & Skeletal Manifestations in Endemic Fluoride Areas of

- Dungarpur District, Rajasthan, India. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 9(12):18-21.
- Bai, S.R., Abraham, T.E. 2005. Continuous Adsorption and Recovery of Cr(VI) in Different Types of Reactors. *Biotechnol. Progress*, 21: 1692–1699.
- Cavani, F., Trifiro, F., Vaccari, A. 1991. Hidrotalcite-type anionic clays: preparation, properties and applications. *Catalysis Today* 111, 73-301.
- Chowdhury, N., Nakhla, G., Zhu, J. 2008. Load maximization of a liquid–solid circulating fluidized bed bioreactor for nitrogen removal from synthetic municipal wastewater. *Chemosphere*. 71, 5, 807-815
- Duru, P., Nicolas, M., Hinch, J., Guazzelli, E., 2002. Constitutive laws in liquid-fluidized beds. *J. Fluid Mech.* 452, 371–404.
- Ferreira, O. P., Gomes de Moraes, S., Durán, N., Cornejo, L., 2006. Evaluation of boron removal from water by hydrotalcite like compounds. *Chemosphere*, 62, 80–88.
- González S.N., Girones R., Gutiérrez F.C., Rubio, A.J., Luis G.C., Hardisson, G. 2015. El agua de consumo como fuente de exposición crónica a fluoruro en Tenerife; evaluación del riesgo. *Nutrición Hospitalaria*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309238513045>. Accesado: 29 de marzo de 2017.
- Huan Jing Ke Xue. Gu YB, Ma YW, Wan JQ, Wang Y, Guan ZY. 2016. Removal of Sulfate Ions from Aqueous Solution by Adsorption with Hydrotalcite-like Composite. *Pub-Med* 15; 37(3):1-7.
- Jiménez-Farfán, M.D, Hernández-Guerrero J.C., Juárez-López, L.A., Jacinto-Alemán L.F., De la Fuente-Hernández, J. 2011. Fluoride consumption and its impact on oral health. *Int J Environ Res Public Health*. 8(1):148-60.
- Jiménez-Núñez, M. L., Olgúin, M.T., Solache-Ríos, M., 2007. Fluoride Removal from Aqueous Solutions by Magnesium, Nickel, and Cobalt Calcined Hydrotalcite-like Compounds. *Separation Science and Technology* 42(16): 3623-3639.
- Jiménez-Núñez, M.L., Solache-Ríos, M., Olgúin, M.T. 2010. Fluoride Sorption from Aqueous Solutions and Drinking Water by Magnesium, Cobalt, and Nickel Hydrotalcite-Like Compounds in Batch and Column Systems. *Separation Science and Technology* 45, 6 786-793.
- Johnson, D.B., Walczak, M. 2015. Dental fluorosis and fluoride in Willoq and Cuzco: assumptions and reality in Peru. *International Journal of Medical Science and Public Health* Vol 4; Issue 9, 1269- 1276.
- Kebede A, Retta N, Abuye C, Malde M. 2016. Community knowledge, attitude and practices (kap) on fluorosis and its mitigation in endemic areas of Ethiopia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition & Development*. 16(1):10711-10722.
- Lee, C-I., Yang, W-F., Hsien, Ch-I. 2004. **Removal of Copper (II) by Manganese-Coated Sand in a Liquid Fluidized-Bed Reactor.** *J Hazard Mater* 114 (1-3), 45-51.
- Mofidi, A., Asilian, H., Jonidi, J.A. 2013. Adsorption of Volatile Organic Compounds on Fluidized Activated Carbon Bed. *Health Scope*. 2(2): 84-90.
- Posada-Jaramillo G, Restrepo-Puerta A. 2015. Factores de riesgo ambientales y alimentarios para la fluorosis dental, Andes, Antioquia. *Revista Facultad Nacional De Salud Pública*. 35(1):79-90.
- Shi, Y.F.; Yu, Y.S. y Fan, L.T. 1984. Incipient fluidization condition for a tapered fluidized bed. *Ind. Eng. Chem. Fundam.*, 23:484-489.
- Sutar, H., y Das, C.K. 2012. Mixing and Segregation Characteristics of Binary Granular Material in Tapered Fluidized Bed: A CFD Study, *Engineering* 4, 215-227.
- Wang, H., Chen, J., Cai, Y., Ji, J., Liu, L., Teng, H.H. 2007. Defluorination of drinking water by Mg/Al hydrotalcite-like compounds and their calcined products. *Applied Clay Science* 35: 59-66.
- Yang, J., Renken, A. 2000. Heavy Metal Adsorption to a Chelating Resin in a Binary Solid Fluidized Bed. *Chem. Eng. Technol.* 23(11):1007-1012.

ESTUDIO DE ADSORCIÓN DE AMARILLO 5 CON UN HIDROGEL DE QUITOSANO-CELULOSA EN UN SISTEMA CONTINUO

A. Ordoñez-Ortega¹, A. García-González¹, R. E. Zavala-Arce^{1*}, B.E. Moreno-Martínez² & J.L. García-Rivas¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Toluca, Av. Tecnológico s/n. Colonia Agrícola Bellavista, Metepec, Edo. de México, México C.P. 52149, gorillaz_atenas@hotmail.com, ig_garcia@outlook.com, [*rzavalaa@toluca.tecnm.mx](mailto:rzavalaa@toluca.tecnm.mx), jgarcia@toluca.tecnm.mx

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Nuevo León. Av. Eloy Cavazos #2001 Col. Tolteca; Guadalupe, Nuevo León, México
beatrizeugenia_m_mtz@yahoo.com.mx

RESUMEN: Actualmente la contaminación por colorantes es un problema grave, debido a los problemas biológico-ambientales que causa su introducción en los cuerpos de agua. En el presente trabajo se planteó el uso de un material sorbente denominado hidrogel para estudiar el efecto de remoción del colorante del tipo azoico, amarillo 5 mediante estudios de adsorción en un sistema continuo. Dicho material se generó a partir de quitosano (Q) con celulosa (E) entrecruzado con etilenglicol diglicidil éter (E). Las variables que se analizaron fueron la altura del lecho y el flujo de alimentación de la solución con el colorante. Los otros parámetros se mantuvieron constantes, temperatura, pH de la solución y concentración inicial del colorante. El hidrogel obtenido fue caracterizado por su porcentaje de humedad y por su morfología mediante microscopía electrónica de barrido, las cuales revelaron un material de hinchamiento elevado y con una superficie semiesférica y porosa. Se generaron las curvas de ruptura a partir de los datos experimentales obtenidos del estudio en flujo continuo. A partir de ellas se pudieron determinar parámetros de operación como lo son el tiempo de ruptura y el de saturación, en donde se pudo observar que una mayor altura de lecho y un menor flujo de alimentación favorecen a que estos tiempos sean más largos. Los datos obtenidos también se ajustaron a los modelos de Thomas, Dosis respuesta y BDST mostrando cada uno una buena correlación con los datos experimentales, en su rango de aplicación de la curva de ruptura. Como resultado del ajuste a estos modelos, en particular al de Thomas, se considera que la adsorción no está limitada por la reacción química, sino que está controlada por la transferencia de materia en la interfase.

PALABRAS CLAVE: Flujo continuo, adsorción, amarillo 5, quitosano, hidrogel

ABSTRACT: Currently, contamination by dyes is a serious problem, due to the biological-environmental problems caused by its introduction into water bodies. In the present work the use of a sorbent material called hydrogel was studied to see the effect of the adsorption of the azo dye, yellow 5 by studies in a continuous system. This material was generated from chitosan (Q) with cellulose (E) crosslinked with ethylene glycol diglycidyl ether (E). The bed height of the hydrogel and the feed flow of the solution with the dye were the variables analyzed. Other parameters were kept constant, like temperature, pH of the solution and initial concentration of the dye. The hydrogel obtained was characterized by its percentage of humidity and by its morphology by scanning electron microscopy, which revealed a high swelling material with a hemispherical and porous surface. The rupture curves were generated from the experimental data obtained from the continuous flow study. From them it was possible to determine operation parameters such as the rupture and saturation time, where it could be observed that a higher bed height and a lower feed flow favor that these times are longer. The data obtained were also adjusted to the Thomas models, Dose response and BDST each showing a good correlation with the experimental data, in their range of application of the rupture curve. As a result of the adjustment to these models, in particular to that of Thomas, it's considered that the adsorption is not limited by the chemical reaction, but is controlled by the transfer of matter at the interface.

KEYWORDS: Continue flow, adsorption, yellow 5, chitosan, hydrogel.

1. INTRODUCCIÓN

La salud pública y el equilibrio de los ecosistemas dependen de la calidad del agua. El agua está asociada a la transmisión de enfermedades ya sea directamente a través de la ingesta de alimentos contaminados, de ahí que el agua esté directamente relacionada a la calidad de vida de la población. El aumento en la contaminación de los cuerpos receptores de aguas residuales ha seguido una tendencia exponencial, debido al crecimiento desmesurado de las poblaciones humanas, el incremento de la actividad industrial y un mayor grado de consumo en nuevos productos (WWAP, 2017).

Dentro de este ámbito se puede considerar que la contaminación por colorantes a los efluentes líquidos y a los cuerpos receptores de agua, no ha recibido tanta atención. Sin embargo, es importante resaltar que los colorantes son una fuente alta de contaminación, principalmente por los bajos índices de aprovechamiento que se tienen en algunos procesos. El vertido de efluentes con colorantes ha llamado la atención por los daños que estos ocasionan en altas concentraciones, este es el caso del colorante amarillo 5, utilizado ampliamente en la producción de dulces, medicamentos, suplementos alimenticios, bebidas energéticas, refrescos y alimentos, su uso puede ocasionar efectos negativos en la salud humana y en los ambientes acuáticos, ya que es un colorante sintético cuya principal característica es la presencia del grupo azo, el cual es difícil de degradar (Restrepo, 2007).

Debido a la problemática que representan los colorantes en los ecosistemas y la salud humana, a nivel mundial, la Comisión del Codex Alimentarios, una organización conjunta de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y la Organización Mundial de la Salud (OMS), que se encarga de desarrollar normas internacionales sobre seguridad alimentaria, constantemente actualiza la "Normativa General sobre los Aditivos Alimentarios" (GSFA por sus siglas en inglés), con el propósito de establecer normas internacionales armonizadas, factibles e incuestionables para su comercio en todo el mundo (EUFIC, 2013; Amchova *et al.*, 2015; FAO y WHO, 2017).

Uno de los materiales adsorbentes reportados en la literatura con buenos porcentajes de remoción de color, es el quitosano, que es un polímero natural obtenido mediante un proceso de desacetilación de la quitina (la cual está presente en exoesqueletos de artrópodos y paredes celulares de hongos). Las razones que conducen a la sociedad a volver a utilizar los polímeros naturales son el creciente interés por compatibilizar la fabricación de productos manufacturados con la sostenibilidad del medioambiente y el alto coste de algunos materiales sintéticos (Fomina y Gadd, 2014). Además, el problema de una alta acumulación de residuos en los últimos tiempos ha promovido el uso de estos, reciclándolos como materia prima (Mengibar, 2011; Deniz y Aysun, 2016). En soluciones acuosas, los grupos amino (-NH₂) del quitosano son mucho más fáciles para cationizar, y adsorben fuertemente todas las clases de aniones de colorantes por atracción electrostática (Hadi, 2013). Los referidos estudios sobre adsorción de colorantes, entre los que se incluyen los de tipo azoico, han sido realizados en sistemas discontinuos y continuos (Wang *et al.*, 2010; Esquerdo *et al.*, 2014; Ramavandi *et al.*, 2014; Zhou *et al.*, 2014; Benítez, 2015; Vakili *et al.*, 2015; García, 2016; Zhou *et al.*, 2014; Vakili *et al.*, 2015).

Basado en lo anterior, en el presente trabajo se presentan los resultados de un estudio de adsorción de colorante amarillo 5 en un sistema dinámico usando a un hidrogel de quitosano-celulosa como material adsorbente.

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1 Materiales

La experimentación se realizó usando amarillo 5 (tartracina) comercial, con una pureza del 89.6 %, quitosano (Q) grado alimenticio obtenido de la empresa Alimentos América S. A. de C. V., celulosa (C) microgranular de Sigma-Aldrich, etilen glicol diglicidil éter (E) marca Tokyo Chemical Industry Co.; reactivos grado analítico como: ácido acético, glacial, marca Fermont, ácido clorhídrico marca J. T. Baker, hidróxido de sodio marca Meyer, el agua de disolución para colorantes fue agua destilada y en la preparación de soluciones de reactivos se usó agua desionizada.

2.2 Síntesis del hidrogel

Para la síntesis del hidrogel se siguió la metodología descrita por Vázquez (2017), el cual será referido en adelante como hidrogel QCE.

2.3 Caracterización

Los hidrogeles en general, contienen un elevado porcentaje de agua en su composición, por lo cual se determinó el porcentaje de humedad por gravimetría hasta peso constante en un desecador en condiciones de vacío. Los cálculos se realizaron mediante la ecuación:

$$\%H = \frac{P_h - P_s}{P_h} \times 100 \quad (1)$$

Donde, P_h corresponde al peso inicial, únicamente secando la humedad superficial, P_s indica el peso después de un proceso de secado hasta obtener valores constantes y $\%H$ corresponde al porcentaje de agua que contiene el hidrogel. La determinación se realizó por triplicado. Para observar la morfología del material sintetizado, se tomaron muestras del hidrogel y se usó un microscopio electrónico de barrido Jeol JSM-6610LV a condiciones de alto vacío, permitiendo el análisis de las muestras, con un voltaje 15 a 20 kV.

2.4 Pruebas en sistema continuo

Para el sistema de adsorción en flujo continuo se utilizó una columna de vidrio con diámetro interno 2.5 cm; la columna fue colocada en posición vertical siendo empacada con las perlas de hidrogel hasta alcanzar dos diferentes alturas de lecho sobre el que se hizo pasar en flujo ascendente con una bomba peristáltica dos diferentes flujos de una solución de colorante con una concentración inicial de 250 mg/L manteniéndola a 30 °C en un baño térmico. El empacado de la columna se realizó inmovilizando el lecho adsorbente en el centro de la columna. La recolección de muestras se realizó de manera continua minuto a minuto durante la primera hora y posteriormente cada 15 min hasta alcanzar el 90 % de saturación de la columna. Las muestras se analizaron mediante la técnica de espectroscopia UV-Vis a 426 nm usando el espectrofotómetro de la marca Thermo Fisher Scientific, modelo Genesis 10S. Las variables estudiadas en el sistema fueron la altura del lecho (3 y 6 cm) y la

velocidad de flujo de alimentación del colorante (3 y 5 mL/min). Con los datos obtenidos se obtuvieron las curvas de ruptura. Una vez obtenidas las curvas de ruptura, se determinó la cantidad de colorante adsorbido por masa de hidrogel en la columna, q_c (mg/g), además de parámetros de operación de flujo continuo y la capacidad de adsorción del hidrogel dentro de la columna. Los datos experimentales obtenidos también fueron ajustados a los modelos de Thomas, Dosis-Respuesta y BDST (Bed Depth Service Time) cuyas expresiones matemáticas se presentan a continuación:

$$\frac{C_e}{C_i} = \frac{1}{1 + e^{\left(\frac{K_{Th} q_e X}{Q} - \frac{K_{Th} C_i t}{1000}\right)}} \quad (2)$$

$$\frac{C_e}{C_i} = 1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{C_i Q t}{1000 q_0 X}\right)^a} \quad (3)$$

$$\frac{C_e}{C_i} = \frac{1}{1 + e^{-k_{ads} C_i \left(t - \frac{N_0 Z}{C_i v}\right)}} \quad (4)$$

En las cuales C_e representa la concentración en el efluente (mg/L), C_i es la concentración del influente de la columna (mg/L), K_{Th} representa la constante cinética de Thomas (mL/min mg) k_{ads} representa la constante del modelo BDST que describe la transferencia de masa del líquido a la fase sólida ((L/(mg min))), Q es el flujo volumétrico que del influente (mL/min), q_e es la capacidad de adsorción al equilibrio de Thomas (mg/g), N_0 es la capacidad de adsorción volumétrica máxima (mg/L), q_0 para la ecuación de dosis respuesta es la máxima concentración del soluto en la fase sólida (mg/g), Z es igual a la altura del relleno de la columna (cm), X es la masa seca del adsorbente en la columna (g), t es la variable del tiempo de operación del flujo en la columna (min), a representa para el modelo de Dosis-Respuesta la pendiente de la función.

2.5 Experimentos de desorción del material en lotes

Se realizaron pruebas para determinar la factibilidad de regeneración del hidrogel al retirar el colorante del mismo, para ello en principio, se estudió el efecto del pH en este proceso, de acuerdo a la metodología establecida por García en 2016, obteniendo el valor de pH más adecuado al cual se libera la mayor cantidad de colorante del hidrogel; a

partir de ello, se estableció la cinética de desorción para finalmente realizar un conjunto de ciclos de adsorción – desorción (5 ciclos, por triplicado) para evaluar el comportamiento de la capacidad de adsorción y desorción del colorante en el hidrogel conforme el incremento de ciclos; la adsorción se llevó a cabo con soluciones de colorante de concentración inicial de 250 mg/L manteniendo una relación masa de hidrogel/ volumen de 0.0024 gramos de hidrogel/10 mL de solución, mientras que la desorción se realizó en una fracción de 1/16 del volumen de adsorción utilizado en la determinación del pH óptimo obtenido con anterioridad (Barron *et al.*, 2009).

3. RESULTADOS

3.1 Síntesis del hidrogel

En el proceso de síntesis del hidrogel QCE se obtuvieron perlas de consistencia semidura, color blanco, de forma semiesférica, de diámetro promedio de 2.8 mm, resistentes al tacto y las diferentes condiciones de temperatura, agitación y empaquetamiento en columna.

3.2 Caracterización del material

3.2.1 Porcentaje de humedad

El porcentaje de humedad obtenido para el hidrogel QCE fue en promedio 92.35 % por lo que el material puede llegar a retener un alto contenido de agua aumentando el tamaño de poro y posibilitando la difusión del soluto dentro del adsorbente, al igual que materiales similares tal como estudios anteriores de Vázquez, (2017), se puede clasificar como material de alto hinchamiento (Katime, 2003). Este valor se aproxima al obtenido en trabajos como los de Moreno (2015) y Benítez (2015) para el material sintetizado.

3.2.2 Microscopía electrónica de barrido

En la Figura 1 se presentan las micrografías del hidrogel sintetizado, en la cual se puede observar la forma semiesférica del material y su superficie porosa.

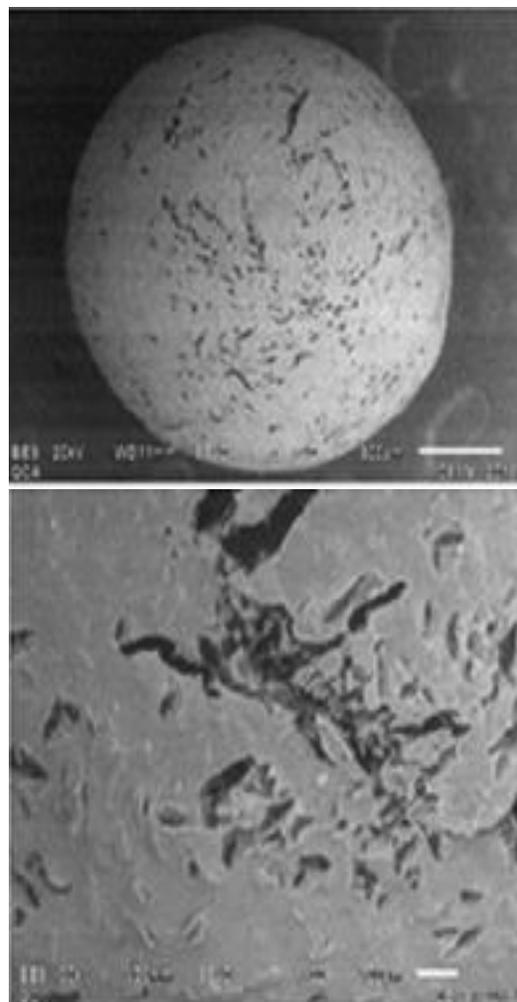


Figura 1. Micrografías del hidrogel QCE (a) x30, 600 µm, b) 100 X, 100 µm).

3.3 Experimentos en flujo continuo

Los datos experimentales obtenidos de las concentraciones de las muestras tomadas de los efluentes fueron tratados para obtener la relación C_e/C_i (concentración en el efluente/concentración inicial) siendo esta relación graficada contra el tiempo, generando así las curvas de ruptura que se pueden observar en la Figura 2.

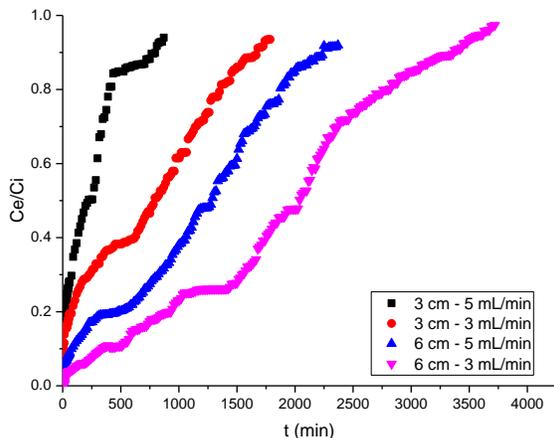


Figura 2 Curvas de ruptura para los diferentes parámetros estudiados.

Tal como se observa en la Figura 2, los tiempos de saturación de la columna presentan el siguiente comportamiento: a mayor altura se obtuvo mayor tiempo de saturación, y a mayor caudal disminuyó el tiempo de saturación. Lo anterior se explica debido a que al aumentar la

altura del lecho se aumenta la masa del sorbente lo que requiere de una mayor cantidad de colorante para saturar una mayor cantidad del material adsorbente, siendo necesario incrementar el volumen alimentado a la columna (Cruz-Olivares *et al.*, 2013). Y por otra parte un flujo mayor puede limitar una mejor difusión de los iones a través del material sorbente.

A partir de los datos experimentales se calcularon además otros parámetros de operación en la columna como se muestra en la Tabla 2. Como resultado de los datos experimentales ajustados a los modelos matemáticos el material sintetizado muestra una alta capacidad de adsorción siendo esta de 501.31 mg/g cuando se maneja el flujo menor, en este caso de 3 mL/min y una altura de 6 cm, obteniendo un tiempo de ruptura de 330 min y tiempo de saturación de 3766 min.

Tabla 2. Parámetros de operación obtenidos de las columnas de lecho fijo. Donde t_{rup} es el tiempo de ruptura, t_{sat} es el tiempo de saturación, q_c es la capacidad de la columna, m_{total} es la masa del adsorbato que circuló en la columna hasta el tiempo de saturación, V_e es el volumen total de efluente, q es la capacidad específica del material en columna, ZTM es la altura del frente de adsorción en columna.

Altura(cm)	Caudal (mL/min)	t_{rup} (min)	t_{sat} (min)	q_c (mg)	m_{total} (mg)
inter3	3	12	1785	577.47	1338.75
3	5	5	870	334.45	1087.5
6	3	330	3766	1421.79	2824.5
6	5	75	2370	1503.95	2962.5
Altura(cm)	Caudal(mL/min)	V_e (L)	q (mg/g)	ZTM(cm)	% Remoción
3	3	5.35	384.98	2.97	43.13
3	5	4.35	222.97	2.98	30.75
6	3	11.29	473.93	5.47	50.33
6	5	11.85	501.31	5.81	50.76

En la Tabla 2 se puede observar que el mayor tiempo de ruptura se obtuvo en las condiciones de mayor altura de lecho y menor caudal, es decir 6 cm y 3 mL/min, resultado esperado ya que un menor flujo de alimentación brinda al sistema un mayor tiempo de contacto entre la solución de colorante y el material sorbente e incluso permite una mejor difusión en el lecho (Castellar *et al.*, 2013; García, 2016). Como consecuencia de esto, esta misma columna es la que presenta también el mayor tiempo de

saturación. Así mismo se puede observar para todas las columnas que la zona de transferencia de masa corresponde prácticamente a la altura del lecho de cada columna, lo que indica que el frente de adsorción ocupa prácticamente la totalidad de la columna, como consecuencia, las velocidades de adsorción son bajas (Castellar *et al.*, 2013; García, 2016; Hethnawi *et al.*, 2017).

3.3.1 Ajuste a modelos matemáticos

El modelo empírico de BDST para columnas de lecho fijo permite predecir el rendimiento del adsorbente, asumiendo que el proceso de adsorción es controlado por las reacciones entre el adsorbato y la capacidad disponible del adsorbente (Han *et al.*, 2009; Singha y Sarkar, 2015). El modelo permite predecir la relación de la altura del lecho Z contra el tiempo de servicio de la misma (Figura 3), de la ecuación se puede destacar el valor de N_0 que representa la capacidad de adsorción en mg/L y k_a es la constante de velocidad del modelo en L/(mg*min), Z_0 por su parte representa la altura crítica dado que la concentración C_e en el tiempo cero tenga el valor de cero (Tabla 3).

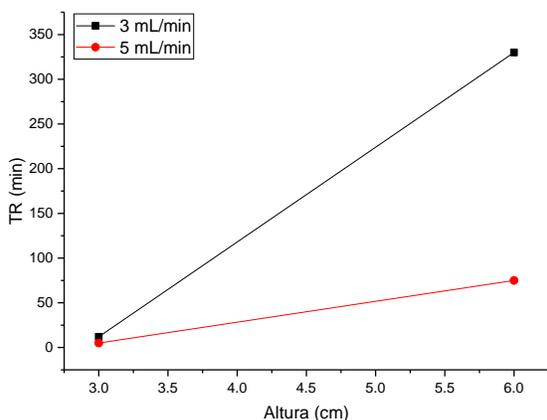


Figura 3. Diagrama de ajuste al modelo BDST de los 2 caudales a las 2 alturas.

Tabla 3. Resumen de datos obtenidos para el modelo BDST.

Modelo BDTS	3 mL/min	5 mL/min
N_0	6136.30725	3996.55746
K	2.0774E-05	6.5457E-05
Z_0	2.88760807	2.81415929

Los datos obtenidos para ambas columnas presentan valores similares de Z_0 por lo que esta altura es crítica para el material e independiente del caudal usado (3 o 5 mL/min), siendo la altura mínima para que se dé el tiempo de servicio t diferente de cero; esto se obtuvo considerando las alturas de 3 y 6 cm para caudales de 3 y 5 mL/min. Los valores obtenidos de N_0 son considerablemente altos considerando la capacidad obtenida en los experimentos por lotes (Vázquez, 2017), por lo

que se asume que a pesar de ser un modelo aceptable para predecir el escalamiento de las columnas las interacciones entre los sitios funcionales del material y el adsorbato son un parámetro que no es el predominante para limitar la capacidad de adsorción del hidrogel QCE en columnas.

Tabla 4 Resumen de parámetros de ajuste a los modelos matemáticos de Thomas y Dosis-Respuesta.

Altura (cm)	3		6	
	3	5	3	5
Caudal (mL/min)				
K_{Th}	0.0093	0.0241	0.0064	0.0087
q_e	339.2	106.4	867.3	530.4
R^2	0.971	0.968	0.993	0.993
A	0.936	0.9379	3.0284	2.4328
q_0	189.8	50.5	685	413.9
R^2	0.886	0.948	0.97	0.945

En la Tabla 4 se puede observar el ajuste a los modelos de Thomas y Dosis Respuesta. En general se puede observar un buen ajuste de los datos experimentales a ambos modelos.

El modelo de Thomas es de los más usados para describir el proceso de biosorción desarrollado en columnas de lecho fijo, sus principales limitaciones son que se basa en una cinética de adsorción de segundo orden en la que considera que la biosorción no está controlada por las reacciones químicas entre en adsorbato y adsorbente, si no por el fenómeno de transferencia de masa en la interfase, esta discrepancia puede llevar a considerar a asumir erróneamente el modelo dominante para la adsorción bajo las condiciones específicas para cada condición (Aksu y Gönen, 2004). El modelo de Thomas estima los parámetros k_{Th} y q_e , de tal forma que, considerando los tamaños de lecho de las columnas en este trabajo se observa que el valor de q_e incrementa pero los valores de k_{Th} decrecen, mientras que estos mismos parámetros incrementan con respecto al aumento en los flujos usados; se muestra además un buen ajuste a los datos, esto implicaría, siendo que los valores calculados de q_e son similares a los calculados para columnas, que este modelo es el que mejor

asume en mecanismo que limita la adsorción en columna.

El modelo de Dosis Respuesta, provee una correlación razonable sobre los efectos de la concentración del colorante en el influente y el flujo de este en una columna de lecho fijo, sobre la capacidad máxima de adsorción q_0 ; con el incremento de la concentración y flujo, q_0 incrementaría, los ajustes a este modelo permiten asumir que la relación de la cantidad de colorante presente en la solución del influente de la columna no influye de manera directa en la capacidad de adsorción de la

columna (Ramavandi *et al.*, 2014; Lei *et al.*, 2017)

3.4 Desorción

De los resultados del efecto de pH en la capacidad de desorción del material se observó que el pH donde mayormente se libera el adsorbato de la superficie del hidrogel es el pH 11. La cinética de desorción mostró un equilibrio a las 3 horas, siendo este el tiempo máximo para lograr la máxima desorción; los diferentes ciclos de desorción se muestran en la Figura 4.

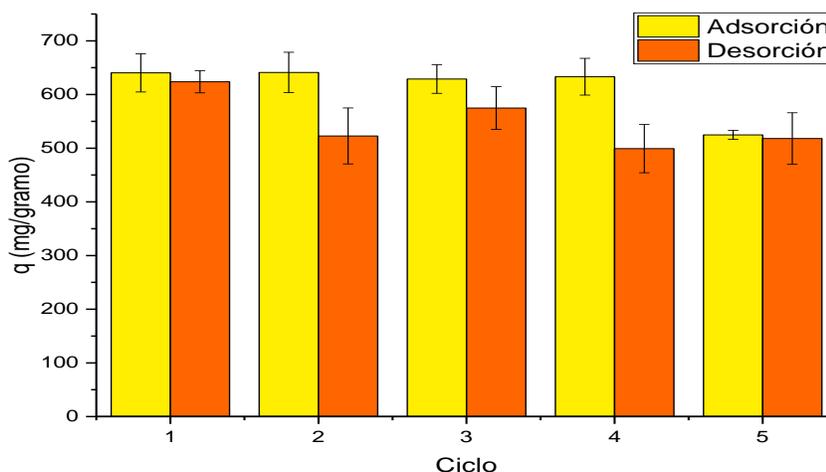


Figura 4. Ciclos de adsorción – desorción.

Los ciclos de adsorción - desorción muestran que después de 5 ciclos el material pierde aproximadamente 20% de su capacidad de adsorción de igual manera lo hace la desorción, siendo esta solo un 80 % de la cantidad adsorbida.

4. CONCLUSIONES

La síntesis realizada permitió obtener un material de morfología porosa tal como se observó en dicha caracterización; el modelado matemático de los datos experimentales permite asumir que de los parámetros que limitan la velocidad de adsorción en sistemas continuos es mayormente por los fenómenos de transferencia de masa, tal como lo puede ser la difusión intraparticular y en menor medida a la interacción del adsorbato con la superficie del adsorbente. Las capacidades de adsorción indican que el lecho de 3 cm es una altura aceptable para el manejo de los caudales de 3 y 5 mL/min; sin embargo, las condiciones que tienen los tiempos de operación más grandes y favorecen la remoción del colorante

amarillo 5 en sistema continuo es con lechos de mayor tamaño con caudales bajos, lo cual favorece tiempos de contacto altos permitiendo que el fenómeno de transferencia de masa se de en el hidrogel QCE.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el apoyo otorgado a través del proyecto 5892.16-P

6. LITERATURA CITADA

- Aksu, Z, Gönen, F 2004. Biosorption of phenol by immobilized activated sludge in a continuous packed bed: Prediction of breakthrough curves. *Process Biochemistry* 39(5): 599–613.
- Amchova P., Kotolova H., Ruda K. J., (2015), Health safety issues of synthetic food colorants, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, Volume 73, Issue 3, 2015, pp 914-922.

- Barron Z. J., Szygula A, Ruiz M., Sastre A. M., Guibal E. 2009. Biosorption of Reactive Black 5 from aqueous solutions by chitosan: Column studies, *Journal of Environmental Management* 91, pp 2669-2675
- Benítez S. M. C. 2015. Estudio preliminar de la adsorción de colorante Amarillo No. 5 en soluciones acuosas sobre un hidrogel de quitosano-celulosa entrecruzado. Tesis Profesional para obtener el grado de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Toluca
- Benítez S. M. C. 2015. Estudio preliminar de la adsorción del colorante Amarillo No. 5 en soluciones acuosas sobre un hidrogel de quitosano-celulosa entrecruzado, Tesis Profesional para obtener el grado de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Toluca.
- Castellar O. Grey C., Cardozo A. B. M., Suarez G. J. F., Vega T. J. E., (2013), Adsorción por lote y en una columna de lecho fijo del colorante B39 sobre carbón activado granular, *Prospect*. Vol. 11, No. 1, Enero - Junio de 2013, págs. 66-75.
- Cruz-Olivares J., Pérez-Alonso C., Barrera-Díaz C. Ureña-Nuñez F., Chaparro-Mercado M. C. y Bilyeu B. 2013. Modeling of lead (II) biosorption by residue of allspice in a fixed-bed column. *Chemical Engineering Journal* 228, 21-27.
- Deniz Fatih, y Aysun K. Remziye, (2016), Dye biosorption onto pistachio by-product: A green environmental engineering approach, *Journal of Molecular Liquids*, Volume 219, 2016, pp 194-200.
- Esquerdo V.M., Cadaval Jr. T.R.S., Dotto G.L., Pinto L.A.A. 2014. Chitosan scaffold as an alternative adsorbent for the removal of hazardous food dyes from aqueous solutions. *Journal of Colloid and Interface Science*
- EUFIC (Consejo Europeo de información alimentaria) 2013. Documentos básicos, 06/2006, aditivos alimentarios. Página web: <http://www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria-calidad/aditivos-alimentarios/expid/basics-aditivos-alimentarios/>.
- FAO (Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura) Y WHO (Organización Mundial de la Salud), 2017 Norma General Para Los Aditivos Alimentarios; CODEX STAN 192-1995.
- Fomina M. & Gadd G. M. (2014). Biosorption: Current perspectives on concept, definition and application. *Bioresource Technology* 03 Jan 2014, 160:3-14.
- García G. A. 2016. Estudio de adsorción de tartracina en condiciones estáticas y dinámicas de flujo con un criogel de Q-C, Tesis Magistral para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Toluca
- Hadi A.G. 2013. Dye Removal from Colored Textile Wastewater Using Synthesized Chitosan. *International Journal of Science and Technology* Vol. 2(4).
- Han R, Wang Y, Zhao X. 2009. Adsorption of methylene blue by phoenix tree leaf powder in a fixed-bed column: Experiments and prediction of breakthrough curves. *Journal Desalination* 245(1-3): 284-297.
- Hethnawi A., Nassar Nashaat N., Manasrah Abdallah D., Vitale Gerardo, (2017), Polyethylenimine-functionalized pyroxene nanoparticles embedded on Diatomite for adsorptive removal of dye from textile wastewater in a fixed-bed column, *Chemical Engineering Journal*, Volume 320, 2017, pp 389-404.
- Karimi M, Shojaei A, Nematollahzadeh A. 2012. Column study of Cr (VI) adsorption onto modified silica-polyacrylamide microspheres composite. *Chemical Engineering Journal* 210: 280-288.
- Katime I., Katime T. O., Katime T. D. 2004. Los materiales inteligentes de este milenio: Los hidrogeles macromoleculares. Síntesis, propiedades y aplicaciones, Euskal Herriko Unibertsitatea. Argitarapen Zerbitzua, Universidad del País Vasco, 1ª ed., pp. 154-185.
- Lei Li, Jinju Zhang, Yanxiang Li Chuanfang Yanga. 2017. Removal of Cr (VI) with a spiral wound chitosan nanofiber membrane module via dead-end filtration, *Journal of Membrane Science*, Volume 544, 15 December 2017, Pages 333-341
- Mengibar, M. Á. L. 2011. Obtención y caracterización de quitosanos modificados: Ingredientes funcionales con aplicaciones tecnológicas y biológicas en la industria

- alimentaria. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Moreno P. J. I. 2015. Evaluación de la adsorción del colorante rojo No. 2 en solución acuosa con perlas de hidrogel, quitosano-celulosa expuestas a plasma de descarga luminiscente, Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Toluca.
- Ramavandi B., Farjadfard S., Ardjmand M. 2014. Mitigation of orange II dye from simulated and actual wastewater using bimetallic chitosan particles: Continuous flow fixed-bed reactor. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2: 1776–1784.
- Restrepo, M. 2007. Sustitución de colorantes. *Revista. Lasallista Investigación*. Vol.4 No.1 Caldas Enero- Junio 2007
- Singha, S, Sarkar, U. 2015. Analysis of the dynamic column using semi-empirical models: Case studies with removal of hexavalent chromium from effluent wastewater. *Korean Journal of Chemical Engineering* 32(1): 20–29.
- Vakili M., Rafatullah M., Salamatini B., Abdullah A. Z., Ibrahim M. H., Tan Kok B., Gholami Z., Amouzgar P. 2014. Application of chitosan and its derivatives as adsorbents for dye removal from water and wastewater: A review, *Carbohydrate Polymers*, Volume 113, 26 November 2014, Pages 115-130.
- Vázquez Esquivel C. J. 2017., Efecto del tamaño de partícula de un hidrogel de Q-C en la adsorción de tartrazina, Tesis profesional, para obtener el grado de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Toluca.
- Wang N.W.S., Ariff N.F.M, Hashim A., Hanafiah M.A.K.M, 2010. Preparation, characterization, and environmental application of crosslinked chitosan-coated bentonite for tartrazine adsorption from aqueous solutions. *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 206(1), pp 225-236.
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2017. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado. París, UNESCO
- Zhou Z., Lin Shiqi, Yue Tianli, Lee Tung-Ching 2014. Adsorption of food dyes from aqueous solution by glutaraldehyde cross-linked magnetic chitosan nanoparticles, *Journal of Food Engineering* 126, 133-141

VALIDATION OF A GLUCOSE PORTABLE KIT TO EVALUATE THE STRESS ON CHANNEL CATFISH

J.L. Rábago-Castro, J.G. Sánchez-Martínez, R. Pérez-Castañeda & A.M. Ayala-Cruz

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas,
Km 5, Carr. Victoria-Mante, 87000 Cd. Victoria, Tamps., México

jrabago@uat.edu.mx; jgsanchez@docentes.uat.edu.mx; roperez@docentes.uat.edu.mx;
ayla_ayala@hotmail.com

RESUMEN: La industria de la acuicultura ha tenido un crecimiento acelerado en los últimos años, lo que ha provocado la intensificación de su producción. Los peces cultivados son susceptibles a diferentes fuentes de estrés, como factores ambientales, hacinamiento, manipulación o enfermedades, que pueden afectar negativamente su producción. Una manera de evaluar indirectamente el estrés en los peces es mediante el análisis de los niveles de glucosa; estos análisis se realizan con equipos de laboratorio especializados, para lo cual se requiere un procedimiento que consume mucho tiempo. Sin embargo, se requieren métodos rápidos y confiables para una respuesta oportuna de los acuicultores. El objetivo de este estudio fue validar el equipo de laboratorio contra un medidor de glucosa portátil. Se utilizaron once peces de la especie *Ictalurus punctatus*; se tomaron y midieron muestras de sangre con una unidad portátil (OneTouch® UltraMini®) y con un equipo de laboratorio estándar (VetTest®). La validación estadística de los resultados se llevó a cabo con una técnica de validación cruzada. Las mediciones de glucosa en sangre de ambos dispositivos mostraron una relación lineal significativa (con un R² de 0.938), donde la pendiente y la intersección no fueron significativamente diferentes de 1 y 0, respectivamente ($p = 0.118$). Este resultado indica una proporcionalidad de 1 a 1 entre ambos dispositivos de detección de glucosa, lo que significa que las mediciones de glucosa en sangre en la unidad portátil son tan confiables y efectivas como las realizadas con equipos de laboratorio estándar. Por lo tanto, la unidad portátil es una herramienta adecuada para que los piscicultores midan la glucosa en sangre como un indicador indirecto del estrés en los peces cultivados.

PALABRAS CLAVE: *Ictalurus punctatus*, glucosa, estrés, bagre de canal, acuicultura.

ABSTRACT. The aquaculture industry has had an accelerated growth in the last years, which has caused the intensification of its production. Cultured fish are susceptible to different sources of stress such as environmental factors, overcrowding, manipulation or diseases, which may affect negatively their production. One way to assess indirectly the stress in fish is by analyzing the glucose levels; these analyzes are performed with specialized laboratory equipment, for which a time-consuming procedure is required. However, fast and reliable methods are required for a timely response by fish farmers. The aim of this study was to validate the laboratory equipment against a portable glucose meter. Eleven fish of the species *Ictalurus punctatus* were used; blood samples were taken and measured with a portable unit (OneTouch® UltraMini®) and with standard laboratory equipment (VetTest®). Statistical validation of results was carried out with a cross-validation technique. Blood glucose measurements from both devices showed a significant linear relationship (with an R² of 0.938), where the slope and intercept were not significantly different of 1 and 0, respectively ($p=0.118$). This result indicates a proportionality of 1 to 1 between both glucose detection devices, which means that blood glucose measurements in the portable unit are as trustworthy and effective as those performed with standard laboratory equipment. Therefore, the portable unit is a suitable tool for fish farmers to measure blood glucose as an indirect indicator of stress in cultured fish.

KEYWORDS: *Ictalurus punctatus*, glucose, stress, channel catfish, aquaculture.

1. INTRODUCTION

Worldwide, aquaculture is the economic activity with the highest growth rate for food production. Its rapid growth has not been without problems and one of the most important is stress in organisms under culture. Stress is a physiological response developed by fish when facing factors such as overcrowding, hypoxia or temperature changes, among others, which predisposes the fish to infectious disease, which has resulted in the need to know how these organisms respond when confronted with these situations (Rottmann et al., 1992; Ocampo and Ocampo, 1999). One way to evaluate the physiological state of fish is by measuring blood parameters. The need to establish the normal biochemical and hematological values in fish has resulted in the use of tests and equipment for human use as useful tools (Blaxhall, 1972; Wedemeyer and Yasutake, 1977; Satheeshkumar et al., 2011). For hematological measurements, the use of equipment like the Celm automatic blood cell counter has been used to count erythrocytes. Similarly, sodium and potassium serum concentrations have been measured by photometry, calcium, and magnesium by spectrophotometry and chloride by commercial kits (Tavares-Dias et al., 2007).

Stress in fish is measured by testing cortisol and glucose levels in the blood (Biron and Tillmann, 1994; Ocampo and Ocampo, 1999). Glucose is a stress indicator in fish and is measured using colorimetry and glucose-oxidase reactions using standard laboratory equipment like VetTest® (IDEXX®, USA) (Affonso et al., 2002; Tavares-Dias et al., 2007; Satheeshkumar et al., 2011). These methods are trustworthy but have the inconvenience of being costly and not portable. On the other hand, the use of portable equipment like the Accu-Chek® Advantage and Accusport® (Wells and Pankhurst, 1999) to measure plasma glucose levels have resulted in being as trustworthy as the methods using lab equipment. The use of portable equipment in aquaculture is both practical and efficient for use in the field and farms (Wells and Pankhurst, 1999; Veen Beecham et al., 2006; Fazio et al., 2013). Evans et al. (2003) revealed the efficacy of portable methods to measure blood glucose levels in tilapia blood, reporting a high correlation between the results obtained from the portable OneTouch® UltraMini® (LifeScan,

USA) and standard colorimetry laboratory equipment. Similar results were found when glucose and lactate were measured using portable units (Veen Beechama 2006). Portable glucose measuring devices designed for use in human blood, which have shown to be as trustworthy as laboratory equipment for the measurement of blood glucose in fish are OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA) and Accu-Check® (Roche, Germany) (Wedemeyer and Yasutake, 1977), which on top of being fast and practical, can give results 5 seconds after taking the blood sample (Iwama et al., 1995; Wells and Pankhurst, 1999). The purpose of this study was to validate the portable device OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA) against a laboratory equipment VetTest® (IDEXX, USA) which uses glucose oxidase reaction through dry chemistry, for the assessment in the field of channel catfish blood glucose levels, and as a practical method.

2. MATERIALS AND METHODS

A cross-validation technique was performed between two glucose measurement equipment; the portable unit OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA) and the standard laboratory unit VetTest® (IDEXX, USA) to determine the trustworthiness of the results using the portable unit OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA). A total of eleven (20-25 cm fork length; 80 g weight) channel catfish (*Ictalurus punctatus*) were obtained from a commercial farm. The fish were placed in a 192 L fiberglass tank for a week for acclimation and fed twice a day with a commercial feed (Purina® México).

The fish were randomly allocated to three experimental 37 L aquaria (n= 3, 3 and 5 per aquaria). After one-week acclimation, a one-time blood sampling was performed. Fish were anesthetized with benzocaine (60 mg/L) to test fish blood glucose using the VetTest® (IDEXX, USA) equipment; 1 ml blood was collected from fish heart was placed in BD Vacutainer® tubes with a coagulant activator agent and samples were tested according to instructions of this technique before 60 min of blood sampling. The VetTest® has an automated analyzer containing all necessary reagents to analyze blood serum, which is applied to a colorimetric slide containing the reagent and allows determining blood glucose levels (mg/dL). The test for fish blood glucose levels using the portable OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA)

unit, one drop of blood same sample was taken from the caudal vein of fish using an insulin syringe and place on the reactive tire in the glucometers and the blood glucose was read in 5 seconds. Blood samples from heart and caudal vein of all fish of three aquaria were taken consecutively and at the same time. Blood glucose levels from the eleven fish and obtained by both methods were subjected to a cross-validation analysis plotting values from the portable OneTouch® unit along the abscissa axis (X : *OneTouch*) and values from the VetTest® equipment along the ordinate axis (Y : *VetTest*). Afterwards, data were fitted to a linear equation of the form $VetTest = a + b(OneTouch)$. Departures from a one-to-one line through the origin indicate lack of reliability of glucose measurement of the OneTouch® unit with respect to the VetTest® equipment. Therefore,

the null hypothesis of slope (b) = 1 and intercept (a) = 0 was evaluated with the simultaneous F-test (Dent and Blackie 1979), using the Excel software (Microsoft Office 365®).

3. RESULTS

Channel catfish blood glucose levels ranging from 57 to 131 mg/dL were obtained with the OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA), and from 59 to 129 mg/dL with the VetTest® (IDEXX, USA). The determination coefficient (R^2) of the fitted linear equation was of 0.938. The F of the simultaneous tests shows that the slope is not significantly different of 1 and the intercept does not differ significantly from 0 ($F=2.73$; $p=0.118$) (Fig. 1). This proves a proportionality of 1-to-1 between both equipment and methods.

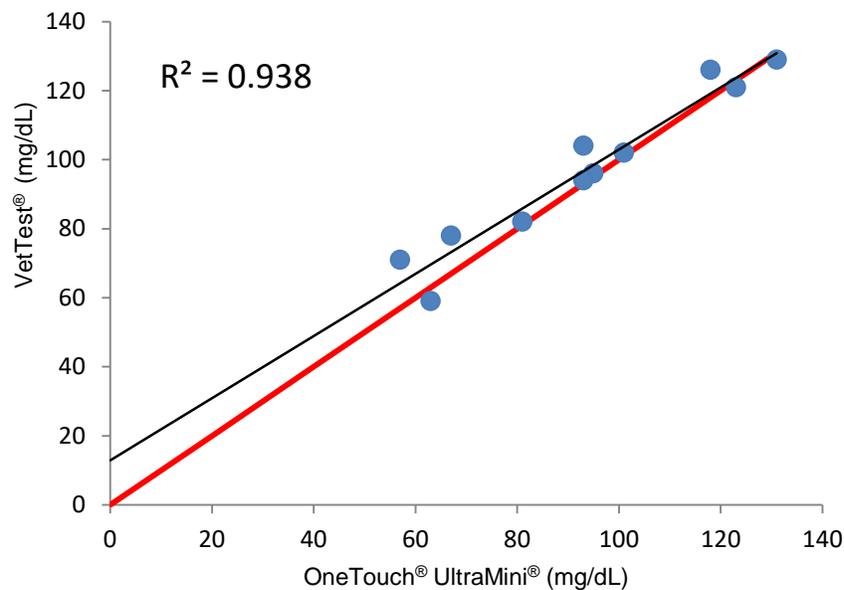


Figure 1. Cross validation of the values obtained between the OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA) and VetTest® (IDEXX, USA) to measure blood glucose in channel catfish. Thick red line represents the expected one-to-one relationship between measurements from both devices. Thin black line correspond to the fitted linear equation ($y= a + bx$). The slope and intercept were not significantly different from 1 and 0, respectively.

4. DISCUSSION

Biochemical and hematological indices are important indicators to evaluate fish health status (Satheeshkumar et al., 2011). The use of medical equipment for human use has been of great utility to evaluate aquatic organisms'

parameters (Blaxhall, 1972; Wedemeyer and Yasutake, 1977). The use of blood glucose measuring portable equipment is common in aquaculture, as previous works show (Eames *et al.*, 2010). Wedemeyer and Yasutake (1977) demonstrated that the use of the portable equipment Accu-Check III® was adequate for the measurement of blood glucose in aquatic

organisms. Similarly, Fazio (2013) showed the efficacy of portable equipment in the establishment of fish parameters in order to evaluate glucose and lactate through the use of the portable glucometer Accu-Check Active® (Roche Diagnostics, Mannheim, Germany) and a blood lactate portable analyzer Accusport® (Boehringer Mannheim, Germany) respectively, in different fish species with the objective of establishing parameters according to sex, age and size. The results of the present comparative study detected a proportionality of 1-to-1 between both glucose detection methods, which means that blood glucose assessment in the portable unit (OneTouch® UltraMini®, LifeScan, USA) are as trustworthy and effective as those performed with standard laboratory equipment (VetTest®, IDEXX, USA). This agrees with previous studies (Evans et al., 2003; Veen Beecham et al., 2006), which report a high correlation between both types of equipment. A similar study using Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Evans et al., 2003) showed that plasma glucose parameters compared between the OneTouch® Ultra® (LifeScan, USA) and a commercial colorimetric laboratory equipment had a correlation coefficient of 0.928 ($p < 0.001$), which is inferior to that obtained in the present study. The portable equipment for human use allows for a rapid and precise sampling in aquaculture (Evans et al., 2003; Veen Beecham et al., 2006; Fazio et al., 2013). The minimum detectable level for glucose with the OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA) is 20 mg/dL, whereas channel catfish blood basal glucose levels are of 64.5 mg/dL (Hargreaves and Tomasso, 2004), therefore the handheld equipment has a wide margin for the detection of low blood glucose levels. The results of this study indicate that portable devices for the measurement of blood glucose can be useful and secure as laboratory equipment, producing similar results, with the advantages that they are faster. This is important when it is necessary to obtain fast results. In conclusion the OneTouch® UltraMini® (LifeScan, USA) is just as effective as the standard laboratory equipment VetTest® (IDEXX, USA), and can be used during in fish field sampling, to measure a stress response when a fast, practical and trusty sampling is required.

5. ACKNOWLEDGMENTS

This work is part of the M.Sc. of AMAC, and we thank CONACYT for the student scholarship.

6. REFERENCES

- Affonso, E.G., Polez, V.L.P., Correa, C.F., Mazon, AF, Araujo, M.R.R., Moraes, G., y Rantin, F.T. (2002). Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. *Comparative Biochemistry and Physiology* 133: 375-382
- Biron, M., y Tillmann, J. (1994). Cortisol, glucose and hematocrit changes during acute stress, cohort sampling, and the diel cycle in diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell). *Fish Physiology and Biochemistry*, 3: 153-160
- Blaxhall, P.C. (1972). The haematological assessment of the health of freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 4: 593-604
- Dent, J.B., y Blackie, M.J. (1979). *Systems Simulation in Agriculture*. Applied Science Publishers. London. 180 pp.
- Eames, S.C., Philipson, L.H. Prince, V.E., y Kinkel, M.D. (2010). Blood sugar measurement in Zebrafish reveals dynamics of glucose homeostasis. *Zebrafish*, 7: 205-213
- Evans, J., Shoemaker, C., y Klesius, P. (2003). Effects of sublethal dissolved oxygen stress on blood glucose and susceptibility to *Streptococcus agalactiae* in Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of Aquatic Animal Health*, 15:202-208
- Fazio, F., Marafioti, S., Arfuso, F., Piccione, G., y Faggio, C. (2013). Comparative study of the biochemical and hematological parameters of four wild *Tyrrhenian* fish species. *Veterinari Medicina*, 58:576-581
- Hargreaves, J.A., y Tomasso, J.R. (2004). *Environmental Biology*. Pp. 36-68. En: *Biology and culture of channel catfish*. Tucker CS, Hargreaves JA, (Eds.) Elsevier Science. Amsterdam, the Netherlands.
- Iwama, G.K., Morgan, J.D., y Barton, B.A. (1995). Simple field methods for monitoring stress and general condition of fish. *Aquaculture Research*, 26:273-282

- Ocampo, A., y Ocampo, L. (1999). Diagnóstico del estrés en peces. *Veterinaria México*, 30: 337-344
- Rottmann, R., Francis-Floyd, R., y Durborow, R. (1992). The Role of Stress in Fish Disease. SRAC Publication No. 474, USDA, 3 pp.
- Satheeshkumar, P., Ananthan, G., Senthil, D., y Jagadeesan, L. (2011). Haematology and biochemical parameters of different feeding behavior of teleost fishes from Vellar estuary India. *Comparative Clinical Pathology*, 21:1187-1191
- Tavares-Dias, M., Ruas de Moraes, F., Makoto, E., Bonadio, P.C. (2007). Changes in blood parameters of hybrid tambacu fish parasitized by *Dolops carvalhoi* (Crustacea, Branchiura), a fish louse. *Veterinarski Arhiv*, 77: 355-363
- Venn Beecham, R., Small, B.C., y Minchew, D.C. (2006). Using portable lactate and glucose meters for catfish research: acceptable alternatives to established laboratory methods? *North American Journal of Aquaculture*, 68: 291-295
- Wedemeyer, G.A., y Yasutake, W.T. (1977). Clinical methods of the effects of environmental stress on fish health. Technical Paper 89, Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Wells, R., y Pankhurst, N.W. (1999). Evaluation of simple instruments for the measurement of blood glucose and lactate, and plasma protein as stress indicators in fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 30:276-284.

METALES PESADOS (Pb, Cd y Hg) EN EL CAMARÓN *Farfantepenaeus aztecus* DE LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS Y EL RIESGO A LA SALUD PÚBLICA

M.L. Vázquez-Sauceda, E. Pérez-Arriaga, F. Benavides-González, Z. Blanco-Martínez & S. Hernández-Contreras

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño Zapata", Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd Victoria, Tamaulipas, México.
mvazquez@docentes.uat.edu.mx, satmex7@hotmail.com

RESUMEN: La contaminación en los diferentes ecosistemas es un problema que afecta directa o indirectamente en la salud pública. Esta contaminación xenobiótica puede llegar a los ecosistemas acuáticos (mar, lagos, ríos, lagunas costeras) donde afecta a los organismos que ahí viven como son los peces, moluscos y crustáceos, en ese sentido puede incidir en el camarón, que es un recurso importante para el consumo humano y por ésta razón debe ser monitoreado en cuanto a su estatus sanitario. Siendo los organismos acuáticos libres en su hábitat natural podría sugerirse que se encuentran lejos de la presencia de contaminación antropogénica, sin embargo, el mal uso y desconocimiento en el manejo de los productos químicos como son los de uso doméstico, de agricultura, en la industria así como en la ganadería muchas veces se vierten a estos cuerpos de agua contaminando ese ecosistema y provocando un desequilibrio ambiental. En el estado de Tamaulipas rigen normatividades importantes, en materia ecológica y de salud en el tejido de los organismos acuáticos de consumo humano. A nivel nacional, Tamaulipas ocupa los primeros lugares en la captura del camarón, debido a esto, se realizaron estudios de contaminantes como los metales pesados en las poblaciones de camarones silvestres con el fin de evaluar los posibles efectos en la salud pública. El objetivo del presente estudio fue conocer la inocuidad (Metales pesados: Ca, Pb y Hg) del camarón silvestre de la Laguna Madre ubicado en tres sitios de descargas e identificar sus efectos en la salud pública. Las muestras se evaluaron por espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados del presente estudio muestran que no hay diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las concentraciones de cada uno de los metales y en ninguno de los casos, se sobrepasó el valor de la norma mexicana. Cabe mencionar que el cociente de riesgo objetivo y el riesgo carcinógeno objetivo por el consumo de camarón no se consideró significativo para ninguno de los metales.

PALABRAS CLAVE: metales pesados, contaminantes, camarón.

ABSTRACT: Pollution is a factor that directly affects most human consumption organisms, adversely affecting public health, species such as shrimp and other crustaceans are exposed to various xenobiotic substances that make them an important source of contamination transmitted through the consumption of food. The lack of knowledge of many anthropogenic activities suggests that aquatic products, mainly from the sea, rivers, lakes and natural lagoons, are free from contaminants and from chemical or biological hazards that could harm health. However, the increase in density population, coupled with the uncontrolled development of industry, brings about this environmental imbalance. In the state of Tamaulipas, there are important environmental and health regulations in the tissue of aquatic organisms for human consumption. At the national level, Tamaulipas occupies the first places in the production of shrimp, because of this, studies were carried out on contaminants such as heavy metals in wild shrimp populations in order to evaluate possible effects on public health. The objective of the present study was to know the health status of the shrimp resource, an important species of human consumption and to identify its effects on public health, to determine the heavy metals (Cd, Pb and Hg) in wild shrimp at three sites of discharges located in Laguna Madre. The methodology to evaluate consisted of the atomic absorption spectrophotometry, from which the concentrations of these heavy metals were obtained, where no significant differences ($p > 0.05$) were found between the three discharge sites evaluated and none of the metals exceeded Mexican regulations, it should be mentioned that the objective risk ratio and the objective carcinogenic risk for shrimp consumption was not considered significant for any of the metals.

KEY WORDS: heavy metals, pollutants, shrimp.

1. INTRODUCCIÓN

Siendo la Salud Pública una ciencia que protege y florecimiento de la salud de las comunidades a través de la educación, promoción de estilos de vida saludables, así como la investigación para prevenir enfermedades y lesiones. Incluye la aplicación de muchas disciplinas distintas, como la microbiología, la bacteriología, la biología para conocer los diversos comportamientos de las especies. Los profesionales de la salud pública trabajan para prevenir que surjan inicialmente o que vuelvan a ocurrir situaciones de salud a través de programas educativos, desarrollo de las políticas públicas y la administración de servicios. El enfoque de la investigación es importante en el ámbito de la salud pública, ya que esto representa un parámetro más de confianza para tomar medidas de contingencia inmediatas, como cuarentenas o cercos sanitarios. Los metales pesados son considerados de los químicos más tóxicos para la salud pública, esto se debe a dos razones fundamentales, primero a que las vías de afectación tienen origen principalmente en factores medioambientales y eso traen como consecuencia que se propaguen mediante el agua, aire o suelo y más específicamente al alterar la forma bioquímica de los elementos (Solomon, 2008.). Esto se torna relevante debido a que se debe considerar que existe en los organismos silvestres una capacidad para acumular y biomagnificar metales pesados como el cadmio y eso hace que se incremente el riesgo a la toxicidad para la cadena trófica y eso agudice la problemática a la salud pública por la ingesta importante del recurso camarón. En Tamaulipas existen ecosistemas costeros que albergan muchas especies de importancia no solo ecológicamente si no que son fundamentales para la nutrición humana. La Laguna Madre, Tamaulipas es una de las lagunas con mayor producción pesquera para nuestro país en el Golfo de México, aporta el 45% del volumen total de camarón capturado en el estado y es el recurso pesquero de mayor importancia económica de la región (Pérez-Castañeda *et al.*, 2012).

Estas lagunas costeras captan el afluente de ríos, los cuales transportan contaminantes, entre los que se encuentran los metales pesados, que son arrastrados por las corrientes de los ríos a su paso por zonas agrícolas o por los residuos de algunas industrias que eliminan

sus desechos en estos cuerpos de agua (Álvarez y Gaitán, 1994).

El excesivo incremento de los metales en estos sitios, afectan a los organismos acuáticos de diferente manera, desde la disminución de su metabolismo y su crecimiento, hasta la muerte (Páez-Osuna *et al.*, 2005 a). La toxicidad de los metales en la fauna marina, es originada por la asfixia que sobreviene de la coagulación de las mucosidades sobre las branquias, lo cual ocurre cuando las concentraciones de los metales son elevadas (Páez-Osuna *et al.*, 2005 b). Metales como el cadmio (Cd) y el plomo (Pb), pueden acumularse en el tejido humano especialmente en riñón y pulmón, alterando sus funciones y provocando efectos tóxicos como neumonías, disfunción renal, enfisemas y algunos tipos de cáncer relacionados con el aparato reproductor masculino, esto podría suceder cuando los productos pesqueros están contaminados y son consumidos por el humano. (Páez-Osuna *et al.*, 2005 a y b). Actualmente el cadmio es un metal que comúnmente forma óxidos (CdO₂), cloruros (CdCl₂) o sulfuros (CdSO₄), más de 300,000 toneladas de cadmio se liberan aun cuando solo cerca de 4000 toneladas se derivan de actividades antropogénicas, pero asegura que es el desarrollo industrial el que aporta en gran medida esta contaminación. (Agency for Toxic Substance and Disease Registry, Toxicological Profile for Cadmium, 2008).

Con respecto al impacto en la Salud Pública, el cadmio produce daños graves que afectan al sistema nervioso central, se ha estudiado que, en niños, altera el desarrollo de la barrera hematocefálica produciendo hemorragias, edema cerebral y necrosis de corteza parietal (Méndez-Armenta *et al.*, 2001). El plomo es un metal que al inhalarse ingresa a los pulmones, sin embargo, por ingestión puede incorporarse al cuerpo mediante la absorción intestinal, lo importante de este metal es su capacidad de acumulación y su rápido movimiento por el torrente sanguíneo, la absorción permite que en la sangre el promedio de vida sea de 35 días, en el tejido 40 días y en el hueso hasta 30 años (Papanikolaou, *et al.*, 2005). Cabe mencionar que su permanencia en el organismo depende mucho de la función renal y el filtrado glomerular del riñón, ya que es su ruta de excreción (Goyer, *et al.*, 2001). Con respecto a la contaminación con plomo, se puede considerar que en la sangre la presencia

indica que el organismo ha sido expuesto al metal por cualquier medio de manera reciente; mientras que cuando la concentración de plomo es en el hueso, se sugiere que la exposición es aguda o crónica. (Kakkar y Jaffery, 2005). Esto apoya el diagnóstico clínico y la posibilidad de identificar la vía de exposición y la posible contaminación.

El estudiar los efectos a la salud pública conlleva a identificar la ruta química que sigue el contaminante sobre todo en el paso de la actividad metabólica, de esta manera es muy importante resaltar que la afinidad a los grupos sulfidrilo de las proteínas hace que el plomo compita activamente con el calcio, inactivando los procesos enzimáticos, principalmente los que tienen que ver con el grupo hemo (Flora *et al.*, 2008). Clínicamente los síntomas específicos que se presentan por contaminación por plomo van desde dolores de cabeza, irritabilidad, dolor abdominal hasta llegar al vómito y las convulsiones cuando la intoxicación es aguda (Järup, 2013). Asimismo, el mercurio es un metal líquido que presenta diferentes transformaciones químicas. Cuando se somete a cambios drásticos de temperatura se produce en un gas tóxico (Cousillas, 2010). Estas reacciones químicas, hacen que biológicamente el mercurio metálico se convierta en metilmercurio o mercurio orgánico, sustancia tóxica que genera daños a los organismos vivos. (Salomón, 2008). Siendo el mercurio, metal de características químicas muy inusuales, presente en la corteza terrestre en gran cantidad, se puede sugerir que el intemperismo geológico es una ruta importante, sin embargo, no se debe menospreciar las actividades antrópicas que día con día aportan cantidades importantes de mercurio (Dinis y Fiúza, 2011).

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

La Laguna Madre de Tamaulipas es una laguna costera subtropical que mide 200 km de largo y se localiza en el Golfo de México latitud 23°50'-25°30'N y longitud 97°15'-97°45'W. Tiene un área de 2000 Km² y una máxima profundidad de 3m. La zona de estudio está ubicada en la región centro de la Laguna Madre, abarcando las descargas de Matamoros y San Fernando, Tamaulipas (Carrera, 1994) (Fig. 1).

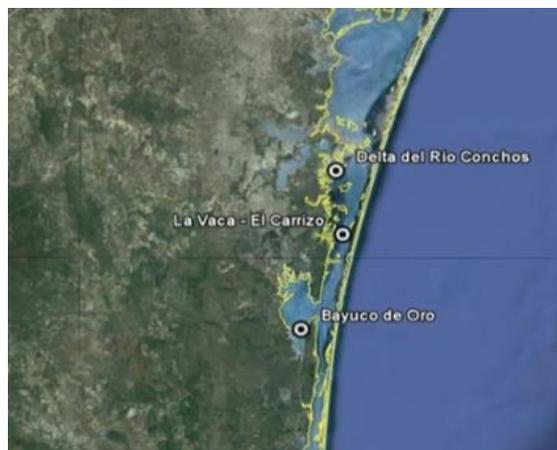


Figura 1. Sitios de descarga donde se realizaron los muestreos de camarón en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Tabla 1. Ubicación de los sitios de descarga y muestreo localizados en Laguna Madre.

Descarga	Nombre	Ubicación UTM
1	Delta del Río Conchos	0631983, -2749947
2	La Vaca-El Carrizo	0634333, -2730109
3	Boyuco de oro	0622307, -2700351

De octubre del 2010 a septiembre del 2011, se caracterizaron y detectaron los 3 principales drenes y descargas a la Laguna Madre, Tamaulipas (Fig. 1 y Tabla 1). Con ayuda de los pescadores de la región y mediante la técnica artesanal con "Charangas", se obtuvieron muestras de camarón completo de distintas tallas y pesos y con la finalidad de detectar la concentración de plomo, cadmio y mercurio se utilizaron 500g de camarón por cada sitio de muestreo, determinándose los metales pesados (plomo, cadmio y mercurio) durante los doce meses, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Pekín Elmer 5100. Se inició con 10 g de músculo de camarón previamente secado para su posterior maceración con mortero y pistilo de porcelana. Esta muestra fue sometida a un proceso de acidificación fuerte con H₂SO₄ para eliminar todo el material orgánico de la muestra. Después fue digerida. Consecuentemente, las muestras se re disolvieron con 20 ml de agua desmineralizada para ser filtrada con un Wattman 40 y fueron aforadas en un matraz volumétrico de 50 ó 100 ml. Finalmente, se

preparó una curva de calibración y se introdujo la muestra al espectrofotómetro. También se preparó un blanco para la calibración del equipo el cual consistió de 10 ml de ácido nítrico (HNO₃) y 5 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Para medir el impacto en la Salud Pública se consideró lo siguiente: El consumo estimado diario (CED) fue adaptado de Gao *et al.*, (2016) utilizando la siguiente fórmula:

$$CED = (TCC \times C)/PC$$

Donde, TCC es la razón de ingestión de camarón de las personas que habitan en México (3.01 g/cápita/d) (SAGARPA, 2013); C es la concentración del metal (mg/kg peso húmedo) considerando un 75.95 % de humedad en el tejido de camarón (Palomarez-García *et al.*, 2009) y PC es el peso corporal (60 kg/persona).



Figura 2. Muestra de camarón colectado.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) ha establecido un análisis de riesgo potencial para el consumo de sustancias individuales presentes en los mariscos; lo anterior es calculado a través del Cociente de riesgo objetivo (CRO) mismo que transmite la exposición de ciertos elementos con una dosis de referencia; de igual manera, se calcula el Riesgo carcinógeno objetivo (RCrO) que expresa la probabilidad incrementada de un individuo a desarrollar cáncer en un periodo de tiempo (toda la vida) como resultado a la exposición de una sustancia potencialmente carcinógena (USEPA, 1989). Lo anterior fue determinado siguiendo las fórmulas de Cherfi *et al.* (2016) con ligeras modificaciones.

$$CRO = (FE \times ED \times TCC \times C)/(RfDo \times PC \times TE) \times 10^{-3}$$

$$RCrO = (FE \times ED \times TCC \times C \times FPO)/(PC \times TE)$$

Donde, FE es la frecuencia de exposición (365 d/año); DE es la duración de la exposición (70 años); TCC es la razón de ingestión de camarón de las personas que habitan en México (3.01 g/cápita/d) (SAGARPA, 2013); C es la concentración del metal (mg/kg peso húmedo); RfDo es la dosis oral de referencia (mg/kg/d): 1.0 x 10⁻³ para Cd; 4.0 x 10⁻³ para Pb y 1.0 x 10⁻⁴ para Hg (USEPA, 2016); PC es el peso corporal (60 kg/persona); TE es el tiempo de exposición en días: 365 d/año x DE para efectos no carcinógenos y 25,500 d (70 años x 365 d/año) para efectos carcinógenos; FPO es la pendiente del factor carcinógeno para Pb: 8.5 x 10⁻³ (mg/kg/d)⁻¹ (USEPA 2016).

3. RESULTADOS

En los 3 sitios de estudio, el cadmio (Cd) en camarón, presentó una concentración máxima en el mes de diciembre de 0.68 mg/kg mientras que la menor concentración se observó en el mes de julio con 0.13 mg/kg, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre las descargas (p>0.05) (Fig. 3). Para el caso de plomo (Pb) en camarón, aun cuando la mayor concentración se presentó en el mes de octubre con 0.95 mg/Kg y en el mes de agosto la menor concentración con 0.38 mg/kg las diferencias no fueron significativas (p>0.05) (Figura 3). Del mismo modo en el caso del mercurio (Hg) en el camarón se encontró en los meses de abril, mayo, julio, agosto y septiembre una concentración <0.125 mg/kg (Figura 3). Es importante mencionar que las concentraciones de los metales en el estudio anual, no sobrepasan los límites de las normatividades oficiales mexicanas, en materia de salud pública (NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba). Los resultados referentes a medir el impacto en la Salud pública se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 2. Consumo estimado diario (CED) de cadmio, plomo y mercurio (µg/kg/d) por el consumo de camarón (cual) y de dónde.

	CADMIO	PLOMO	MERCURIO
CED	0.14	0.009	0.001
IDPMT	0.83	+	0.83
Referencia	JECFA (2013)	JECFA (2011)	JECFA (2007)

CED: consumo estimado diario. IDPMT: ingesta diaria provisional máxima tolerable. +: IDPMT retirado por el JECFA.

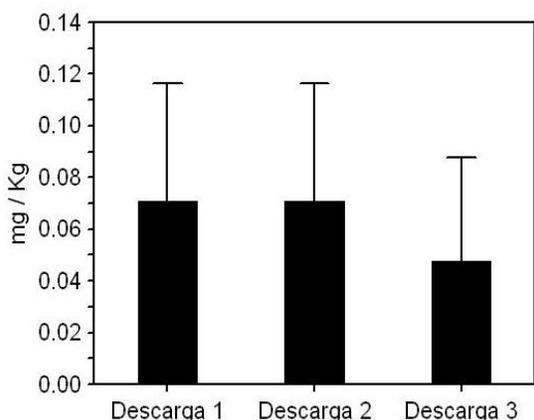
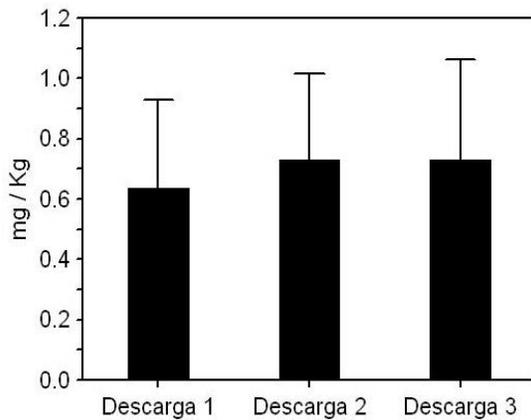
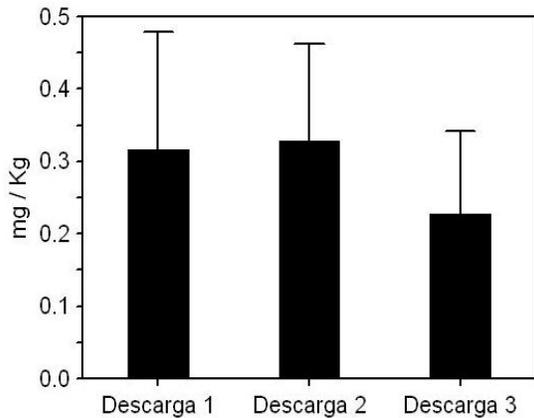


Figura 3. Metales pesados (Pb, Cd y Hg) en camarones de 3 descargas en la Laguna Madre, Tamaulipas.

Tabla 3. Cociente de riesgo objetivo (CRO) y riesgo carcinógeno objetivo (RCrO) por el consumo de camarón (cual) y de donde

CRO	
CADMIO	0.004
PLOMO	0.002
MERCURIO	0.011
RCrO	
PLOMO	7.93×10^{-5}

4. CONCLUSIONES

En el presente estudio podemos destacar que el camarón de Laguna Madre, Tamaulipas evaluado en la zona centro, se puede considerar con cantidades mínimas de metales pesados (Pb, Cd y Hg), sin embargo y como lo menciona Dinis y Fiúza en el 2011, es fundamental evaluar y dar seguimiento a las actividades antrópicas que con el desarrollo urbano e industrial pueden elevar los índices en la presencia de metales pesados en los recursos naturales.

Sin embargo, esto trae consigo que la inocuidad del recurso pesquero beneficie su comercialización ya que las descargas hacia la Laguna actualmente no están afectando antropogénicamente a los organismos que en ella habitan. La Laguna Madre es un sitio que en Tamaulipas representa el área de captura de organismos acuáticos de consumo humano más importante, sobre todo en la zona centro en donde se desarrolló el presente estudio. Cabe mencionar que la presencia de metales pesados en el tejido del camarón se considera de gran utilidad ya que, en estudios anteriores en otro sitio y otro año, en la Laguna Madre, se evaluaron los sedimentos encontrándose valores elevados en estos metales pesados (Vázquez *et al.*, 1994). Por otra parte, las concentraciones encontradas en los sitios de descarga evaluados para metales pesados no rebasan las normativas mexicanas en ninguno de los casos, siendo así favorecedor para la inocuidad y sanidad del recurso pesquero, asegurando ampliamente la situación de salud pública del recurso camarón en Tamaulipas. Sin embargo, debido a que los productos derivados de mar proporcionan a los

consumidores una dieta rica en biomoléculas como proteínas de excelente calidad y ácidos grasos como la omega 3 (FAO, 2016). Por esta razón es muy importante evaluar la presencia en ellos de compuestos que pueden incrementar los índices de contaminación por metales pesados que producen riesgos a la salud pública y se consideró de relevancia evaluar el cociente de riesgo objetivo y el riesgo carcinógeno objetivo por el consumo de camarón de la Laguna Madre. En este sentido los resultados fueron favorables ya que el CRO fue <1, de igual manera el RCrO, el cual no se incrementa, coincidiendo con la concentración de metales pesados en los camarones que no sobrepasan las normatividades mexicanas (NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba). Sin embargo se debe considerar que el riesgo carcinógeno objetivo es preocupante aun cuando la concentración de plomo no rebase las normas oficiales debido a que por un aumento en las actividades antrópicas puede ocasionar el aumento de la presión arterial sistólica en adultos siendo estos los signos más relacionados con la exposición de alimentos con contenido de plomo con una relación estimada de 1 µg / día de exposición dietética que contribuye a tener 0.052-0.16 µg/dl de plomo sangre (JECFA, 2011).

5. LITERATURA

Agency for Toxic Substance and Disease Registry, Toxicological Profile for Cadmium, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Diseases Control, Atlanta, GA. 2008.

Álvarez, A. y J. Gaitán. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano: geología. En: de la Lanza G. y C. Cáceres (eds.) Lagunas costeras y el litoral mexicano. U.A.B.C.S. México. pp. 13-74.

Aspects. Amsterdam, 1986; 68-74. Carrera, E. 1994. Laguna Madre. DUMAC 16:28-31.

Cousillas, A. 2010. Contaminación del agua. Informe toxicológico. Anteproyecto avanzado muelle multipropósito "C". 53 p.

Cherfi, A., Cherfi, M., Maache-Rezzoug, Z., & Rezzoug, S. A. (2016). Risk assessment of Heavy metals via consumption of vegetables collected from different supermarkets in La

Rochelle, France. Environmental Monitoring and Assessment, 188(3), 136. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-51407>

Dinis y Fiúza A. 2011. Exposure assessment to heavy metals in the environment: measures to eliminate or reduce the exposure to critical receptors. 27-50 p. En: Simeonov L.I., Kochubovski M.V. y Simeonova B.G. (ed). *Environmental heavy metal pollution and effects on child mental development: Risk assessment and prevention strategies*. Springer 361p.

Flora SJS, Mittal M, Mehta A. Heavy metal induced oxidative stress & its possible reversal by chelation therapy. Indian J Med Res 2008; 128: 501-23.

Goyer RA, Clarksom WT. Toxic effects of metals. En: Klaassen CD editor. Casarett and Doull's Toxicology. The basic Science of poisons. New York: McGraw-Hill, 2001; 811-67 Järup L. Hazards of heavy metal contamination. Brit Med Bull 2003; 68:167-82.

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2007). Evaluation of certain food additives and contaminants. Sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 940. Geneva, Switzerland.

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2011). Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 960. Geneva, Switzerland.

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2013). Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 983. Geneva, Switzerland.

Kakkar P, Jaffery NF. Biological markers for metal toxicity. ETAP 2005; 19: 335-49.

Méndez-Armenta M, Barroso-Moguel R, Villeda-Hernández J, Nava-Ruiz C, Rios C. histopathological alterations in the brain regions of rats after perinatal combine treatment with cadmium and

- dexamethasone. *Toxicology* 2001; 161:189-199.
- Páez-Osuna F. 2005a. Fuentes de metales en la zona costera marina, p. 329-342. En A.V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (eds.). Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. Univ. Autón. Campeche, UNAM, Instituto Nacional de Ecología. Campeche. 696 p.
- Páez-Osuna F. 2005b. Efectos de los metales, p. 343-360. En A.V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (eds.). Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. Univ. Autón. Campeche, UNAM, Instituto Nacional de Ecología. Campeche. 696 p.
- Palomarez-García, J. M., Castañeda-Chávez, M. R., Lango-Reynoso, F., & Landeros Sánchez, C. (2009). Niveles de metales pesados en camarón café *Farfantepenaeus aztecus* de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista de Investigaciones Marinas*, 30(1), 63-69.
- Papanikolaou CN, Hatzidaki GE, Belivanis S, Tzanakakis GN, Tsatsakis MA. Lead toxicity update. A brief review. *Med Sci Monit* 2005; 11: RA329-36.
- Pérez-Castañeda R., Vázquez-Sauceda M.L., Sánchez-Martínez J.G., González-Saldaña J.A., Aguirre-Guzmán G. 2012. Estructura poblacional de camarones peneidos explotados en dos zonas pesqueras de la Laguna Madre, Tamaulipas. *Ciencia y Mar* 16(48): 25-30
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2013). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2013 de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa México. Obtenido de www.conapesca.gob.mx
- Secretaría de Salud. 2009. Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009. Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba. URL: www.dof.gob.mx
- Solomon F. 2008. Impacts of metals on aquatic ecosystem and human health. *Environment and Communities*. 14-19 p. URL: www.infomine.com
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2016). Regional Screening Levels (RSLs). Generic Tables. Obtained from https://www.epa.gov/sites/production/files/2016/06/documents/master_sl_table_run_may2016df
- Vázquez F.G., Aguilera L.G. & Sharma V.K. 1994. Metals in sediments of San Andres Lagoon, Tamaulipas, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 52:382-387

EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN EL CULTIVO DE TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*) EN SISTEMAS INTENSIVOS CON BAJOS NIVELES DE RECAMBIOS DE AGUA EN TANQUES DE FIBRA DE VIDRIO.

J.A. Solís-Echeverría, R. García-Torcuato, A. Ancona-Ordaz Ángel, K. Castillo-Martínez & J. Sánchez-López

Instituto Tecnológico de Lerma. Ingeniería en Acuicultura. Km 10 carretera Campeche-Champotón s/n Lerma, Campeche, C.P. 24500, Campeche, México. alseche@hotmail.com

RESUMEN. De las especies dulceacuícolas con mayor demanda a nivel regional, nacional y mundial, se encuentra la tilapia roja (*O. niloticus*), esta especie ha sido adaptada en forma excelente a sistemas de cultivo intensivo en tierra. En las instalaciones del Instituto Tecnológico de Lerma se ha desarrollado la engorda de *O. niloticus* en estanques de fibra de vidrio rectangulares con capacidad de 2 m³ utilizando bajos niveles de recambio de agua, un manejo adecuado de los estanques de cultivo y una mayor eficiencia en el suministros del alimento. En este trabajo se realizó una evaluación del crecimiento de alevines en *O. niloticus* utilizando un “t” de student con 2 tratamientos a densidades de cultivo de 80 y 100 organismos/m³, por triplicado. Los alevines utilizados en el experimento presentaron un peso promedio de 1.08 ±0.3 g, a los 90 días incrementaron a 175 ±3.46 g y a los 184 días alcanzaron un peso promedio final de 457.5 ± 5.05 g. Se observó un crecimiento mensual de 75.82 g y un incremento de peso de 2.48 g por día. Los valores en los parámetros ambientales fueron para la Temperatura 27.80 ±0.46°C, oxígeno de 5.17± 0.32 mg/l y un pH promedio de 7.18 ± 0.38, durante las 24 semanas que duro el experimento. De lo anterior se pudo determinar que no existen diferencias significativa entre las densidades de cultivo (p> 0.05). En cuanto a la nutrición de los organismos, se suministró un alimento con alto contenido de proteínas al inicio del cultivo (40-42 %) en la etapa de alevinaje, en la siguiente etapa que corresponde a juveniles fue de 30 a 35 % de proteína y en la etapa de adultos el 30 % de proteína. El Factor de Conversión Alimenticia fue de 1.20, valor que se considera dentro de los valores más bajos para el rango de peces dulceacuícolas cultivados comercialmente. En cuanto a la sobrevivencia al final del experimento el porcentaje fue de 85 %, presentándose la mayor mortalidad en las etapas iniciales del cultivo.

PALABRAS CLAVE: Alta densidad, índice de conversión alimenticia, supervivencia, alevines.

ABSTRACT. From the freshwater species with the highest regional, national and global demand is the red Tilapia (*Oreochromis niloticus*); this specie has been adapted in an excellent way, to intensive farming system on land. In the Lerma Technological facilities has been developed the fattening of *O. niloticus* in rectangular glass fiber ponds of 2 m³ capacity using low levels of the replacement of water, an adequate management of the pond culture and greater efficiency in the food supply. In this work an evaluation of the fingerlings growth in *O. niloticus* was performance by using an “t” test with two treatments at culture densities of 80 and 100 organisms/m³, by triplicate. The fingerlings used in the experiment had an average weight of 1.8±0.3 gr, after 90 days increased to 175±3.46 gr, and 184 days later, they reached a find average weight of 457.5±5.05 gr. A monthly growth of 75.82 and daily and a daily weight increase of 2.48 g per day were observed. The environmental parameters values were as it follows: temperature 27.80±0.46°C, oxygen 5.17±0.32 mg/L and a pH average of 7.18±0.38, during the 24 weeks the experiment lasted. From the above, it was determined that there is not significant differences between culture densities (p>0.05). With regard to the organisms nutrition, a high protein diet was supplied at culture initiation (40-42%) in the fingerlings step, in the next stage, juvenile stage, the diet supplied was 30 to 35% protein. The food conversion ratio (FCR) was 1.20, values considered within the lowest values for the range of freshwater fish commercially cultured. As for survival at the end of the experiment, the percentage came to be 85%, presenting the highest mortality in the early stages of culture.

KEY WORDS: High density, feed conversion ratio, survival, fingerlings.

1. INTRODUCCIÓN

La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) es una de las especies comerciales más importantes de peces que se cultivan en el mundo, que incluyen países tropicales y subtropicales (Saavedra, 2006). El rápido crecimiento, alta tolerancia a condiciones ambientales adversas, eficiente conversión alimenticia, resistencia a enfermedades y una buena aceptación en el mercado la colocan como una especie idónea para el cultivo (Nguyen y Davis, 2009). En México, la acuicultura se realiza en sistemas extensivos (aguas naturales continentales o áreas semi-cerradas), semi-intensivos (áreas cerradas bajo condiciones y factores controlados) e intensivos (usando altas densidades de siembra y recambio de agua), pero no se utilizan los hiper-intensivos, que requieren mayor intercambio de agua y densidades de población (Del Río-Salas *et al.*, 2016). Los sistemas intensivos en el cultivo de tilapia son eficientes y tienden a implementarse en tanques circulares de geomembrana de 3 a 12 m diámetro y profundidad de 1.2 m. Los recambios van de un 10 % a un 300 % diario (Trejo-Igueravise, 2017), esto implica recambiar volúmenes de agua de 250 a 600 L/seg (Nicovita, 2007). De igual manera requieren de alimentación artificial del 100% (Al-Hardi y Siddiqui, 2000) y niveles altos de proteína entre el 30-40% (Saavedra, 2006).

Las densidades de siembra de los sistemas intensivos de tilapia varían de 80 a 150 peces/m³ (Nicovita, 2007; García *et al.*, 2013). Al-Harby y Siddiqui (2000), evaluaron el crecimiento del híbrido de Tilapia (*O. niloticus* X *O. aureus*) a densidades de 1, 5, 10 y 15 kg/m³, empleando alimento con 34% de proteína, encontrando que la biomasa y el crecimiento fueron afectados al incrementarse la densidad de cultivo. Hasan *et al.* (2010) compararon el crecimiento en el cultivo de tilapia (*O. niloticus*) a densidades de siembra 150, 200 y 250 org/40 m² con alimento comercial (30 % de proteína) durante 100 días, de lo cual reportan que el mayor crecimiento y sobrevivencia se alcanzó con la densidad de 150 org/40m². Así mismo, Yakubu *et al.* (2013) compararon tres densidades de cultivo en juveniles de *O. niloticus*, 32, 63 y 95 org/m³ encontrando que con la densidad de 32 org/m³ se logró el mayor crecimiento (70.43 g) y el menor FCA (0.99) en 12 semanas de cultivo. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia. En este mismo sentido, Costa *et al.* (2017) realizaron un estudio de evaluación del crecimiento y sobrevivencia de la tilapia (*O. niloticus*) bajo tres densidades de cultivo (250, 350 y 450 org/m³) durante 74 días en jaulas flotantes,

de lo cual reportan que el mayor peso ganado (119.55 g), la sobrevivencia más alta (98.07%) y el menor FCA se logró con la menor densidad de cultivo (250 org/m³). Por otro lado, también se deben considerar las propiedades fisicoquímicas del agua, ya que éstas se deben mantener dentro de los parámetros óptimos para garantizar el desarrollo de los peces (Fitzimmons, 2000). Los sistemas de producción acuícola intensivos requieren además de un monitoreo constante de la calidad del agua, ya que alteraciones en los parámetros fisicoquímicos del agua en el cultivo pueden provocar una mortandad total en cuestión de minutos (Trejo-Igueravise, 2017). Los parámetros fisicoquímicos considerados como óptimos para el cultivo de tilapia, han sido reportados por diversos investigadores quienes consideran valores de temperatura entre 27 a 32°C, pH entre 7-8 y oxígeno disuelto entre de 5-8 mg/L como los adecuados para esta especie (Poot-López *et al.*, 2012; El-Sherif y ElFeky, 2009 y APHA, 1985 citado por Haruna *et al.*, 2013).

Finalmente, el éxito en el desarrollo de la producción en los peces se debe principalmente a la alimentación y a las técnicas utilizadas en el cultivo. Actualmente, los países en desarrollo tienden a intensificar la acuicultura, lo cual consiste en incrementar las densidades de cultivo y alimentos artificiales. Sin embargo, tales prácticas conducen a una serie de problemas relacionados con sistemas de cultivo, técnicas de alimentación y el déficit de alimentos artificiales a bajo costo en cultivos intensivos. Por ejemplo, se ha demostrado que el incremento en la densidad de siembra, en el cultivo de tilapia, causa un decremento en el peso final de los organismos y su sobrevivencia (Costa *et al.*, 2017). Por lo tanto, en la determinación de la densidad óptima es esencial optimizar los costos de producción y reducir pérdidas en esta misma debido al estrés de los organismos cultivados (Bareto, 2011). Lo cual puede generar un fuerte impacto económico en la acuicultura (Costa *et al.*, 2017).

En el estado de Campeche, se ha impulsado el desarrollo del cultivo de tilapia, el cual no ha logrado consolidarse dado a la baja rentabilidad del sistema semi-intensivo que impera. Por lo que, el presente estudio tienen como objetivo evaluar el cultivo de la tilapia nilótica (*O. niloticus*) bajo sistemas intensivos de producción, lo cual permitirá identificar la densidad de cultivo apropiada para las condiciones ambientales y tecnológicas en las que se desarrolla la acuicultura local, y así generar alternativas que

permitan elevar los niveles de producción y con ello mejorar la rentabilidad de las unidades acuícolas de la región.

2. METODOLOGÍA

2.1. Estudio experimental

El estudio se realizó en el laboratorio de acuicultura del Instituto Tecnológico de Lerma, en las coordenadas Latitud 19° 47' 54.6" N y Longitud 90°36' 34.3" W (Figura 1).

2.2. Adquisición de organismos

Las 1,080 crías de tilapia utilizadas en el experimento fueron donados por la granja acuícola Grupo Consultor Acuícola S.A., ubicada en el poblado de Plan de Ayala, Sabancuy, Carmen, Campeche



Figura 1. Zona de estudio.

2.3. Transporte de los organismos al área de cultivo.

Los organismos fueron transportados en bolsas de plásticas de 10 L, a las cuales se les añadió oxígeno a saturación y fueron colocadas en jivas que contenían hielo para control de la temperatura (Figura 2). El transporte se llevó a cabo utilizando una camioneta y se realizó en un tiempo de 2.5 horas.



Figura 2. Bolsa de organismos en jivas para su transporte.

2.4. Aclimatación y siembra de los organismos.

En el laboratorio, se procedió a tomar los parámetros ambientales como temperatura, oxígeno y pH tanto en las bolsas como en los estanques que fueron preparados previamente a la siembra de los organismos. La diferencia de la temperatura del agua y el estanque fueron menores de 2°C. Para ello se mezcló poco a poco el agua de las bolsas con la de los estanques. El proceso de aclimatación duro aproximadamente 30 minutos. Posteriormente, los organismos fueron colocados en 6 estanques de fibra de vidrio (1.6x2.1x0.75 m) con capacidad de 2 m³ c/u (Figura 3). El sistema de aireación fue continuo para todo el ciclo de cultivo, empleando para esto un blower de 1 HP.



Figura 3. Aclimatación y siembra de organismos.

2.5. Parámetros fisicoquímicos.

Diariamente, se registraron los parámetros fisicoquímicos la temperatura en los estanques de cultivo, durante los 6 meses que duro el

experimento. Los parámetros registrados fueron la temperatura y el pH, medido con un potenciómetro de campo, marca HANNA, modelo HI-8519, serie 1128172; el oxígeno disuelto se determinó con un oxímetro, Marca YSI, modelo 57, serie 92H41953. Los parámetros se registraron 3 veces al día (8, 12 y 16 horas).

2.6. Alimento suministrado.

La alimentación de los peces comenzó al día siguiente de que los organismos fueron colocados en los estanques y se suministró 5 veces al día, a las 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 horas (Figura 4). Posteriormente en la etapa de pre engorda y engorda se suministró a las 8:00,12:00 y 16:00 horas. El porcentaje de proteína del alimento suministrado en la etapa inicial del cultivo fue de 40-42 %, para la pre-engorda de juveniles del 30-35 % de proteínas y para la engorda de adultos se manejó un valor del 25-30 % de proteína.



Figura 4. Alimentación de organismos.

El alimento balanceado que se les suministró a los peces fue de la marca Malta Clayton. El porcentaje de proteína varió dependiendo de la etapa de desarrollo: empleándose de la siguiente manera: en la etapa de alevinaje fue de 0.3 mm y 40 % de proteína, en la etapa de desarrollo de 0.4 mm y 35 % de proteína y en la etapa de engorda de 0.5 mm de diámetro y 25 % de proteína (Figura 5).



Alimento inicial 45 % de proteína.



Alimento etapa 2, 0.3 mm y 40 % de proteína



Alimento etapa 3, 0.4 mm y 35 % de proteína



Alimento etapa 4, 0.5 mm y 25 % de proteína

Figura 5. Tipos de alimentos empleados en el cultivo de Tilapia.

2.7. Biometrías

La medición morfológica de los peces se realizó cada 15 días (Figura 6). Para determinar el peso (g) alcanzado se muestreo el 20% de los peces (Hasan *et al*, 2010 y Haruma *et al*, 2012) de cada

estanque, esto debido a que la población presente en el peso una factor de variabilidad muy homogéneo, empleando la ecuación $\text{Peso ganado (g)} = \text{peso promedio final} - \text{peso promedio inicial}$ (Hepher, 1988; Harvel y Hardy 2002, citados por Poot-López *et al.*, 2012). Para lo anterior se utilizó una balanza digital marca Ohaus con capacidad de 2000 g. Las muestras se tomaron aleatoriamente de cada estanque, obteniendo el 20% de los organismos (Nicovita, 2007; García *et al.*, 2013). El periodo de estudio abarco 6 meses (14 de noviembre de 2014 al 18 de mayo de 2015), los organismos utilizados al inicio de cultivo pesaron en promedio 1.1 ± 0.3 g, se utilizaron un total de 1080 organismos, los cuales fueron sembrados inicialmente en dos estanques y posteriormente cuando alcanzaron en promedio los 30 g se distribuyeron en los 6 tanques, 3 de estos a 80 org/m^2 y 3 a 100 org/m^2 .



Figura 6. Biometría de organismos.

2.8. Factor de Conversión (FCA).

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) se determinó al final de experimento de acuerdo a Costa *et al* (2012) con la siguiente ecuación: $\text{FCA} = \text{cantidad de alimento/peso ganado}$.

2.9. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba “t” student para muestras independientes con un nivel de significancia del 95% para determinar si existen diferencias significativas en el peso (g) obtenido al final del cultivo. Se empleó Statgraphics Centurio XV para el análisis de los resultados.

2.10. Supervivencia

La supervivencia fue calculada diariamente durante los 6 meses del estudio, registrándose en una bitácora las mortalidades; esto con la finalidad de ajustar el % de alimentación por semana. Para

determinar la supervivencia al final de periodo de estudios, se aplicó la ecuación propuesta por Ferdous *et al.* (2014).

$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{Número de peces cosechados}}{\text{Número de peces sembrados}} \times 100$.

2.11. Diseño experimental

El diseño experimental empleado para este estudio consistió en probar dos densidades de cultivo como tratamientos: 80 org/m^3 (T1) y 100 org/m^3 (T2), se utilizaron estas densidades de cultivo teniendo como referencia los estudios realizados por Nicovita (2007) y (García *et al.*, 2013), el experimento se realizó por triplicado (Figura 7). Los organismos fueron divididos aleatoriamente en los seis tanques, manteniendo 160 organismos en 3 estanques y 200 organismos en los restantes 3, para ajustar con esto a las densidades bajo estudio. No se contó con un sistema de filtración, el agua se sedimentaba por 24 horas en un estanque con capacidad de 6 m^3 .

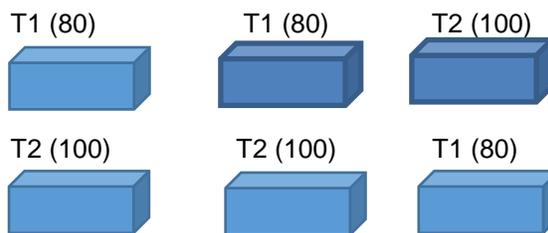


Figura 7. Módulo experimental.

2.12. Manejo del cultivo

Los recambios de agua realizados por día fueron del 20 % de la capacidad del estanque y cada 30 días se realizó un recambio total. De igual manera, se realizó diariamente un sifoneo de los estanques de cultivo, limpieza de superficie de los mismos y el flushing para la descarga de la materia orgánica que se almacenaba en el fondo. Estas actividades propiciaron durante el experimento una mejor calidad de agua durante el tiempo de cultivo.

3. RESULTADOS

El crecimiento de los organismos mostró un comportamiento similar para cada tratamiento en cada una de las repeticiones (Tabla 1). Al final de experimento el peso (g) promedio fue de 459.33 ± 3.6 g y 456 ± 4.5 g para T1 y T2, respectivamente (Figura 9).



Figura 8. Muestreo de Tilapia de los tanques de cultivo.

El análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos (80 org/m³ (T1) y 100 org/m³ (T2) ($t = 0.1029$; valor crítico = 2.073 con 22 grados de libertad y 95 % de confiabilidad), por lo que el crecimiento de los organismos no se vio afectado por la densidad del cultivo. El peso promedio ganado por mes fue de 75.82 g y el peso promedio ganado por día fue 2.52 g.

Tabla 1. Resultados de las biometrías del cultivo de Tilapia (datos en gramos).

Biometría	T1 (80 org/m ³)			T2 (100 org/m ³)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	0.9	1.2	1.1	1.2	1.1	1.0
2	38	42	40	39	44	41
3	57	61	59	56	52	50
4	79	83	79	81	78	75
5	132	138	135	128	126	122
6	175	182	177	177	170	169
7	228	237	229	231	216	210
8	283	292	286	284	275	271
9	313	326	315	318	310	304
10	345	352	345	349	338	332
11	394	412	407	401	389	386
12	456	464	458	461	455	452

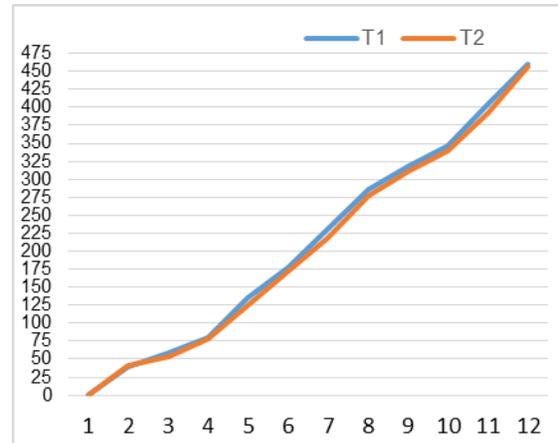


Figura 9. Crecimiento (g) obtenido en el cultivo de Tilapia por tratamiento (T1 y T2) por biometría.

En cuanto a la sobrevivencia promedio mensual (Figura 10), para cada tratamiento al final del experimento, se registró un 85% para ambos casos.

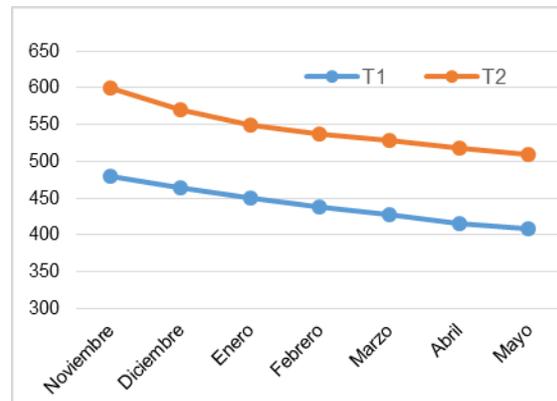


Figura 10. Sobrevivencia promedio mensual por tratamiento del cultivo de Tilapia nilótica.

Con respecto a los parámetros físicos y químicos del cultivo, estos se mantuvieron en los intervalos aceptables para esta especie, registrándose los siguientes valores promedio: temperatura 27.8 ± 0.46 °C, oxígeno disuelto 5.17 ± 0.32 mg/L y un pH de 7.18 ± 0.38 , durante los 6 meses que duró el experimento (Figuras 11, 12 y 13).

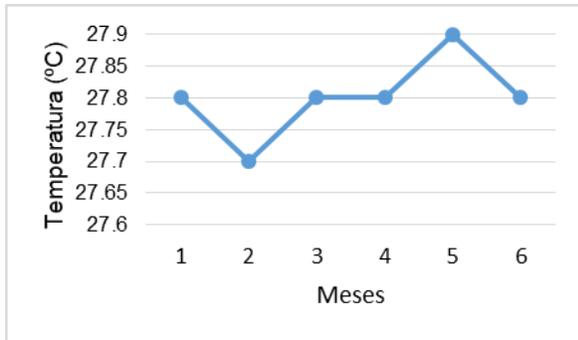


Figura 11. Temperatura (°C) promedio mensual registrada en el cultivo de Tilapia nilótica.

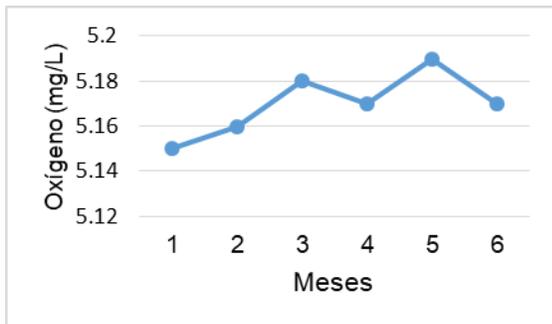


Figura 12. Oxígeno disuelto (mg/L) promedio mensual registrado en el cultivo de Tilapia nilótica.

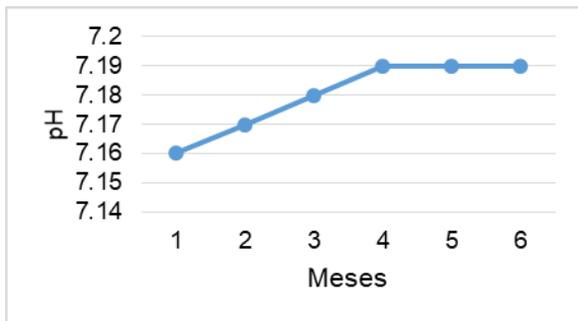


Figura 13. pH promedio mensual registrado en el cultivo de Tilapia nilótica.

4. DISCUSIÓN

Con base a trabajos realizados por Hasan *et al* (2010) donde compararon el crecimiento en el cultivo de tilapia (*O. niloticus*) a densidades de siembra 150, 200 y 250 org/m² con alimento comercial (30 % de proteína) durante 100 días, de lo cual reportan que el mayor crecimiento y sobrevivencia se alcanzó con la densidad de 150 org/m². Así mismo, Yakubu *et al.* (2013) compararon tres densidades de cultivo en juveniles de *O. niloticus*, 32, 63 y 95 org/m³ encontrando que con la densidad de 32 org/m³ se logró el mayor crecimiento (70.43 g) y el menor FCA (0.99) en 12 semanas de cultivo. De igual forma, Costa *et al* (2017) realizaron un estudio de

evaluación del crecimiento y sobrevivencia de la tilapia (*O. niloticus*) bajo tres densidades de cultivo (250, 350 y 450 org/m³) durante 74 días en jaulas flotantes, de lo cual reportan que el mayor crecimiento y sobrevivencia se logró con la menor densidad de cultivo (250 org/m³).

De acuerdo con los resultados presentados por los estudios mencionados anteriormente, la sobrevivencia y el crecimiento obtenido, así los resultados observados permiten concluir de manera preliminar que el cultivo de tilapia a diferentes densidades de cultivo (80 y 100 org/m³) y a bajos niveles de recambio de agua, es factible de realizar la engorda en forma comercial, llevando a cabo un manejo adecuado del estanque y aplicando un plan y programa de alimentación adecuado para el cultivo. Los parámetros fisicoquímicos de cultivo se mantuvieron en los rangos óptimos de crecimiento, los cuales fueron para el oxígeno 5.17 mg/l, temperatura 27.8 °C y pH 7.18. Los resultados obtenidos en este estudio indican un buen desarrollo de los organismos con esta temperatura (22-27 °C) lo cual coincide con otros autores como Wicki y Gromenida (1997), Poot- López *et al.* (2012), El-Sherif y ElFeky, (2009) y APHA, (1985) citado por Haruna *et al.* (2012). Por otro lado, es muy importante considerar las propiedades fisicoquímicas del agua, para garantizar el desarrollo de los peces con parámetros óptimos de cultivo (Fitzimmons, 2000). Los sistemas de producción acuícola intensivos requieren de una excelente calidad del agua, ya que alteraciones en los parámetros fisicoquímicos del agua pueden provocar una mortandad total en cuestión de minutos (Trejo-lgueravise, 2017).

El alimento utilizado en la etapa de engorda fue de un 25-30 % de proteína, en trabajos similares donde se maneja el cultivo intensivo, Saavedra (2006) sugiere emplear alimento con porcentajes de proteína de 32-34 %. Así mismo, Al Harby y Saddiqui (2000), emplearon niveles de 34 % de proteína en el cultivo intensivo de del híbrido de Tilapia (*O. niloticus* X *O. areus*). Lo cual indica que estos sistemas tienen un mayor requerimiento de proteína. Cabe destacar que el nivel de recambio de agua se mantuvo en 20%, contrario al sugerido por Saddiqui y Al Najada (1992) donde sugieren para los sistemas intensivos recambio de agua del 20 al 100 %. En cuanto al peso final obtenido, en los trabajos realizados por Ingle de la Mora *et al.* (2003), reportan densidades de cultivo de 120 organismos/m³ en estanques de 2.7 m³, utilizando peces de 140 g, obteniendo

crecimientos de 480 g., en 120 días. Así mismo, Zapata *et al.* (2008), reportan densidades de cultivo de 50 organismos/m³, empleando peces de 55 g., en tinas de 1000 litros, obteniendo crecimientos de 229 g en 91 días. En el presente trabajo se logró un crecimiento de 457 g en 184 días de cultivo empleado alevines con promedio de 1.08 g.

A pesar de que en las densidades empleadas en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas debido a que las dos densidades de cultivo utilizadas en el estudio son muy similares, es necesario evaluar el efecto de densidades de cultivo más altas y porcentajes de proteína mayores (34%) sobre el crecimiento y la sobrevivencia de la tilapia nilótica.

5. CONCLUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- El efecto de la densidad (T1 y T2) en el crecimiento no fue significativa concluimos que esto se debe a que las densidades de cultivo utilizadas son muy similares.
- Crecimiento promedio de los organismos a 457 g en 184 días.
- Crecimiento mensual de 75.82 g
- Crecimiento diario de 2.48 g
- En cuanto a la nutrición de los organismos, se suministró un alimento con alto contenido de proteína al inicio del cultivo (40-42 %) en la etapa de alevinaje, en la siguiente etapa que corresponde a juveniles fue de 30 a 35 % de proteínas y en la etapa de adultos el 30 % de proteína.
- El Factor de Conversión Alimenticia fue de 1.20, valor que se considera dentro de los valores más bajos para el rango de peces dulceacuícolas cultivados comercialmente.
- En cuanto a la sobrevivencia al final del experimento el porcentaje fue de 85 %, presentándose la mayor mortalidad en las etapas iniciales del cultivo.

6. LITERATURA CITADA

- Al Harby, A.H. y Siddiqui, A.Q. 2000. Effects of Tilapia Stocking Densities on Fish Growth and Water Quality in Tanks. *Asian Fisheries Science*, 13:391-396.
- Bareto, T.N. 2011. Efeito da homogeneidade de tamanho sobre o comportamento agressivo e o estresse social na tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa. 2011. 38f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, SP.
- Costa, A.P., Roubach, R., Dallago, B.S., Bueno, G.W., McManus, C. y Bernal, F.E. 2017. Influence of stocking density on growth performance and welfare of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cages. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 69(1):243-251.
- Del Río-Salas, M., Martínez-Durazo, M. y Enrique, J. M. 2016. La acuicultura y su impacto en la zona costera del Golfo de California. *Biotecnia*, 18(3): 37-46.
- El-Sherif M.S y El-Feky, A.M. 2009. Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. I. Effect of pH. *Inter. J. Agric. Biolo.*, 11: 297-300.
- Ferdous, Z., Ajaz, M. y Moshin, A. 2014. Influence of stocking density on growth performance and survival of monosex tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 4(2): 99-103.
- Fitzsimmons, K. 2000. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. In eds. B.A. Costa - Pierce and J.E. Rakocy. Pp. 252-264. *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 2. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. 2000.
- García, F., Romera, D. M., Gozi, K. S., Onaka, E. M., Fonseca, F. S., Schalch, S. H. y Portella, M. C. 2013. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture*, 410: 51-56.
- Hasan, S.J., Mian, S., Rashid, A.H. y Rahmatullah, S.M. 2010. Effects of stocking on growth and

- production of GIFT (*Oreochromis niloticus*). Bangladesh J. Fish. Res., 14(1-2):45-53.
- Haruna, A.E., Delwin, A. y Larby C. 2013. Effects of stocking density on the growth and survival of *Oreochromis niloticus* cultured in hapas in a concrete tank. African Journal of Agricultural, 7(15):2405-2411.
- Ingle-de la Mora, G., Villareal-Delgado E. L., Arredondo-Figueroa J. L., Ponce-Palafox J. T. y Barriga-Sosa, I. 2013. Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. Hidrobiología, 13(4): 247-253.
- Morales-Díaz, A. 2003. Biología, cultivo y comercialización de la tilapia. Editorial AGT. México.
- Nguyen, T.N. y Davis, D.A. 2009. Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis spp.* Journal of the World Aquaculture Society, 40(1): 113-121.
- Nicovita. 2007. Manual de crianza de la Tilapia. Alicorp. Lima, Perú. 48p.
- Olivera-Novoa, M.A. y Olivera-Castillo, L. 2000. Potencialidad del uso de leguminosas como fuente proteica en alimento para peces, 327-348. (Eds). Avances en Nutrición Acuícola IV.
- Poot-López, G., Gasca-Leyva, E. y Olivera-Novoa, M.A. 2012. Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(4): 835-846.
- Saavedra, M.M.A. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. University of Hawai'i Hilo. Nicaragua. 24p.
- Siddiqui, A.Q. y Al Najada, A.R. 1992. Aquaculture in Saudi Arabia. World Aquaculture, 23:6-9.
- Trejo-Igueravide, R. 2017. Evaluación de los cultivos acuícolas en Tamaulipas, México. Ciencia UAT, 12(1):114-133.
- Wicki, G. y Gromenida, N. 1997. Estudio de desarrollo y producción de tilapia. Secretaría de Agricultura, Pesca y alimentación, subsecretaría de Pesca; Buenos Aires, Argentina.
- Yakubu, A.F., Ajiboye, O.O, Nwogu, N.A, Ojaji, E.D., Adams, T.E. y Obule, E.E. 2013. Effect of stocking density on the growth performance of sex-reversed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings fed chicken eggs diet. World Journal of Fish and Marine Sciences, 5 (3): 291-295.
- Zapata-Tobón, D. A., Gil-Llanos, J. L. y Espejo-González, C. 2008. Prueba de crecimiento en tilapia roja (*Oreochromis niloticus*) con niveles crecientes de inclusión en harina de yuca. Boletín Electrónico del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la investigación.

ANÁLISIS DE LOS ÍNDICES DE LECTURA EN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. VICTORIA

R. Ortiz-Medina, A. Nieto-Meza, J. Funatsu-Díaz, P. Ramírez-Gil & L. García-Mundo

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Ciudad Victoria, Tamaulipas, C.P. 87010 Ciudad victoria Tamaulipas, México.

rocio_om@hotmail.com, angel_nieto_n@hotmail.com, lfunatsu@yahoo.com,
pilar260280@hotmail.com, lgarcm64@gmail.com

RESUMEN: El objetivo de este estudio es analizar los índices de lectura, en los estudiantes de Educación a Distancia del ITCV, de las Unidades Académicas de Abasolo, San Fernando, Soto La Marina y Tula. El estudio se realizó por medio de una encuesta aplicada a una población de 318 estudiantes a través de la plataforma educativa Moodle. La encuesta se estructuró en cinco secciones conformadas por un total de 150 preguntas. La primera sección contenía preguntas demográficas y las cuatro secciones restantes contenían preguntas diversas relacionadas con los hábitos de lectura de los estudiantes, como sus preferencias de lectura y el acceso a los materiales de lectura entre otros. Se generó un estudio descriptivo. Los resultados revelan que los estudiantes leen más libros de texto escolares, que periódicos, revistas, historietas o libros de todo tipo, una cuarta parte solo lee una hora a la semana. La principal razón para no leer, es por la falta de tiempo. Los lugares más habituales son el hogar, escuela y biblioteca. El canal de acceso a los materiales de lectura es a través del préstamo entre amigos y familiares. Entre una de las razones, por las que no asisten a una biblioteca, es por la lejanía. El rango del uso del internet es de dos a tres horas diarias. La valoración de la lectura la asocian con el aprendizaje. Refieren que leen por iniciativa propia. En su tiempo libre, prefieren ver televisión, antes que la lectura. Más de la mitad expresa que si entiende lo que leen. Los libros propios con los que cuentan para lectura, son en su mayoría libros escolares.

PALABRAS CLAVE: Lectura, materiales, estudio descriptivo.

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the reading index from the Instituto Tecnológico de Cd. Victoria Distance Education students, located in the Academic Units in Abasolo, San Fernando, Soto La Marina and Tula. The study was conducted through a survey applied to 318 students which was available on the Moodle educational platform. The survey was structured in five blocks of questions containing a total of 150 questions. The first section contained demographic questions and the remaining four sections contained questions related to reading habits of the students, their reading preferences and the way they obtained access to reading materials, among others. A descriptive study was generated. The results reveal that students read more school textbooks, than newspapers, magazines, comics or other kind of books, a quarter of them only read an hour per week. The main reason for not reading, is due to lack of time. The most common places to read are at home, school and the library. The access to reading materials is through friends and family. One of the reason because the students do not visit a library is due to remoteness. The internet usage is from two to three hours per day. The appreciation of the reading is associated with learning. The students say they read by their own initiative. In their free time, before reading they prefer watching TV. More than half expresses that they understand what they read. Their own books, are mostly school books.

KEY WORDS: Reading, materials, descriptive study.

1. INTRODUCCIÓN

La Encuesta Nacional de Lectura y Escritura 2015 realizada por el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, CONACULTA, indica que en México se leen 5.3 libros al año y el país ocupa el segundo lugar de América Latina en hábitos lectores. De esos libros leídos al año

3.5 son leídos por gusto y 1.8% por necesidad escolar o laboral (CONACULTA, 2015). El Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, en el 2006 publicó junto con la Secretaría de Educación Pública, SEP, una Encuesta Nacional sobre Prácticas de Lectura. En el 2015 el INEGI, diseño un módulo sobre lectura (MOLEC), que comenzó a levantarse a

partir del 2015, el cual tiene el propósito, de generar información estadística, sobre el comportamiento lector de la población mexicana de 18 años y más, para conocer las principales características de la práctica de la lectura en México y así fomentar el uso de la misma. El MOLEC publicó en abril del presente año, que de cada 100 personas, 45 leyeron al menos un libro en los últimos 12 meses y 43 algún periódico. Y que la población alfabetada mayores a 18 años, dedican 38 minutos a la lectura en México (INEGI, 2017). La Fundación Mexicana para el Fomento de la Lectura, (FunLectura), realizó la Encuesta Nacional de Lectura en el 2012 orientada a personas mayores de 12 años y sus hábitos de lectura en México. En España desde el año 2000, se realiza el estudio anual de hábitos de lectura. Brasil, por su parte desde el año 2001 ha hecho una encuesta sobre retratos de la lectura. Se han realizado estudios similares en otros países iberoamericanos sobre los hábitos de lectura. Ejemplo de ellos son la encuesta nacional en Argentina y el Módulo especial sobre hábitos de lectura de la Encuesta Continua de Hogares en Colombia. (INEGI, 2015).

Por lo anterior, dada la importancia que tiene la lectura, se decidió conocer, por medio del presente estudio, qué hábitos de lectura, además del uso de la misma, tienen los estudiantes, mediante un estudio sobre lectura, en el Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, teniendo como objetivo analizar los índices de lectura de los estudiantes que reciben una educación en la modalidad a distancia del ITCV. La lectura se ha visto como un mero instrumento para la transmisión del conocimiento, sin que se tome en cuenta, que, por medio de la misma, es posible desarrollar las habilidades del pensamiento, y entre ellas la del pensamiento crítico y la promoción de valores. Sanz (2008) señala que la importancia de la lectura incluye cuatro aspectos fundamentales de la vida, como es la vida social, la profesional o la vida académica o escolar, en cada una de ellas es imprescindible. Camacho (2013), menciona que cada vez son más frecuentes las reflexiones sobre el poco o, mejor dicho, nulo hábito de la lectura en México. Este hecho nos permite confirmar que la costumbre de leer no es el hábito más apreciado en nuestro país.

Consideramos que es de suma importancia tener un registro de las estadísticas sobre los hábitos de lectura, de los estudiantes de Educación a Distancia, que nos indiquen qué tipo de actividades se pueden realizar para motivarlos a leer. El propósito de lo anterior es incrementar los índices de lectura de nuestros estudiantes apoyándonos por ejemplo del Observatorio de la Lectura de CONACULTA, que es una herramienta de múltiples usos para los interesados en el fomento a la lectura, el libro y la industria editorial. Además de ser un espacio virtual que hospeda y divulga los programas y actividades de promoción lectora, así como las investigaciones y estadísticas que sobre estas prácticas culturales se llevan a cabo en México. Así como implementar un programa de fomento para el libro y la lectura, que la Secretaría de Cultura, ha generado para el 2016-2018.

2. OBJETIVOS

2.1 General:

Analizar los índices de lectura de los estudiantes de Educación a distancia del ITCV.

2.2 Específicos:

- Determinar qué y cuánto leen los estudiantes.
- Analizar el por qué y donde leen los estudiantes.
- Identificar el acceso y posesión de materiales de lectura.
- Identificar los motivos para la asistencia a bibliotecas, así como el uso a las computadoras e internet.
- Conocer cómo se valora la lectura.
- Conocer el índice de comprensión lectora.
- Conocer lugar que ocupa la lectura en su tiempo libre.
- Cuantos libros tiene en casa.

3. METODOLOGÍA

El proceso que se siguió para alcanzar nuestro objetivo se describe a continuación.

3.1 Población de estudio

Se seleccionaron los estudiantes de las carreras: Ingeniería Industrial e Ingeniería en Sistemas computacionales inscritos en el período agosto - diciembre 2015. De un total de 318 estudiantes, se abordó una muestra de 291, los cuales representan el 91.50% del total de la población de Educación a Distancia, 178 hombres y 113 mujeres.

3.2 Tipo de estudio y herramienta para la obtención de los datos

Tipo de estudio: Descriptivo

Encuesta utilizada: se diseñó una encuesta de acuerdo a las necesidades de la población como objeto de estudio, constituida por 5 secciones de estudio, denominado "Encuesta sobre la lectura en los estudiantes de Educación a Distancia". Las preguntas de esta encuesta fueron diseñadas tomando como base el cuestionario de CONACULTA (2015) y adaptadas al contexto del modelo de Educación a Distancia del ITCV. Las 4 secciones consideradas en la encuesta son las siguientes:

Materiales, preferencias y frecuencias de lectura:

Frecuencia de lectura. ¿Qué se lee? Libros, periódicos, revistas e historietas. ¿Con qué frecuencia se leen libros, periódicos, revistas e historietas? ¿Cuántos libros se leen? Duración de la lectura: ¿Cuánto tiempo se lee? ¿Por qué y donde se lee?

Acceso y posesión de materiales de lectura:

¿Cómo se adquiere el material de lectura? ¿En dónde se adquiere el material de lectura? Compra de libros. ¿Cuánto se gasta en materiales de lectura? Asistencia a bibliotecas y librerías. Acceso y uso de computadora e internet.

Representaciones sociales de la lectura:

¿Cómo se valora la lectura?, ¿Para qué sirve la lectura?, Lugar que ocupa la lectura en el uso del tiempo libre.

Factores de socialización de la lectura:

¿A qué edad aprendió a leer?, ¿En qué ocasiones sus padres o familiares leían para usted?, ¿Quiénes lo animaban más para que lea actualmente?, ¿Qué tanto entiende lo que lee?, Existencia de libros en casa y biblioteca personal.

3.3 Proceso y análisis de los datos

Se utilizó y aplicó la encuesta en la plataforma educativa Moodle en las diferentes Unidades Académicas, se subieron a dicha plataforma 150 preguntas. Los datos fueron capturados y presentados en tablas y gráficos estadísticos mediante los programas informáticos de Word y Excel. El orden de tabulación y presentación de las respuestas partió de las frecuencias de las respuestas aportadas por los estudiantes a los ítems propuestos. Con las gráficas generadas, se realizó un análisis descriptivo del estado actual de los índices de lectura, para la Coordinación Académica-Administrativa de Educación a Distancia.

4. RESULTADOS

Los datos recopilados con la encuesta fueron vaciados en una hoja de Excel la cual fue utilizada para sintetizar los resultados utilizando gráficos. En la primera sección se analiza lo referente a los materiales, preferencias y frecuencias de lectura. En la figura 1 se muestran los resultados de la pregunta: **¿Qué se lee?**

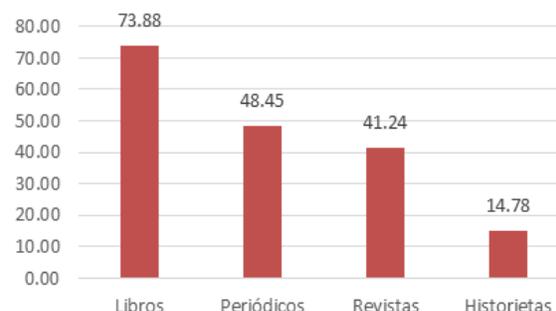


Figura 1. Tipo de lectura

Entre los materiales de lectura, el 73.88% de los encuestados, señaló leer libros, el 48.45% periódicos, el 41.24% revistas y el 14.78% historietas. Por el tipo de lectura, el 38.14% de los encuestados acostumbra leer textos escolares, el 31.27% libros de historia, 27.83% libros de todo tipo, 25.77% cuentos y libros para jóvenes, 25% novelas, 23% científicos y técnicos, 20.9% superación personal y 19.9% religión, entre los de mayores preferencias. Cerca de una cuarta parte de los encuestados (24.05%) indicó leer una hora a la semana; poco más de la quinta parte (22.68 %) menos de una hora; y 16.49% dos horas o más.

¿Por qué y dónde se lee?

La principal razón para no leer, de acuerdo con los encuestados (ver figura 2), es por mucho la falta de tiempo (49.82%); en tanto que (3.78%) declara que no le gusta leer. La preferencia de otras actividades recreativas sobre la lectura alcanza 18.21%, los problemas de visión 3.78%, y el 10.30% lo atribuye al costo de los

libros y revistas. Cuando la pregunta se formula sobre el principal problema que enfrentan las personas para leer, las principales respuestas son la falta de interés (49.48 %), la falta de educación (12.71 %) y la falta de hábito (13.40%). La falta de tiempo pasa de 49.82 % en la pregunta anterior a 5.84%.

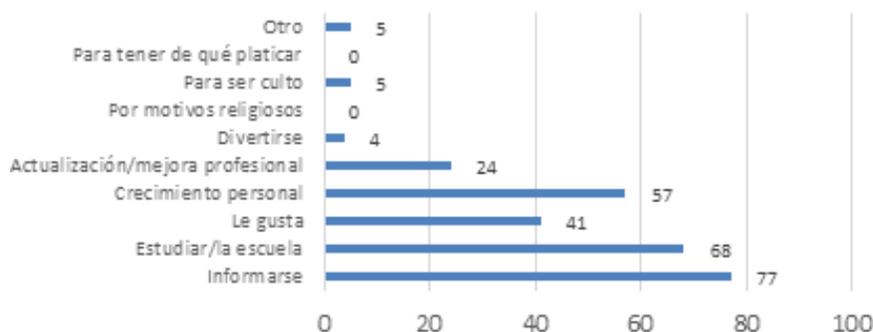


Figura 2. Principal razón para leer.

La principal razón por la que se lee, respondida por una cuarta parte de la población (26.46 %), es informarse, siguiendo los motivos escolares con 23.36%. El gusto natural por la lectura es señalado por el 14.08 % y por diversión, 1.37%; respuestas que se refieren a una dimensión de mejora individual (crecimiento personal 19.58%, mejora profesional 8.24 %, para ser culto 1.71%) alcanzan en conjunto 29.53%. La figura 3, muestra los resultados relacionados con el lugar de la casa dónde los estudiantes leen.

mientras que en los camiones (4.46%). 3.43% señala que lee en los periodos de espera cuando realiza trámites o va al doctor y 5.84% lo hace en parques o plazas.

La sección 2, refiere al acceso y posesión de materiales de lectura.

¿Cómo se consiguen los materiales de lectura?

De acuerdo con la respuesta de los encuestados, el principal canal de acceso a los libros es el préstamo por un amigo o familiar con 25.77%, seguido de la compra con 19.24%, el regalo, con 18.90%, y sólo 4.81% por fotocopiado. Los resultados sobre las preferencias para conseguir materiales de lecturas se muestran en la figura 4.

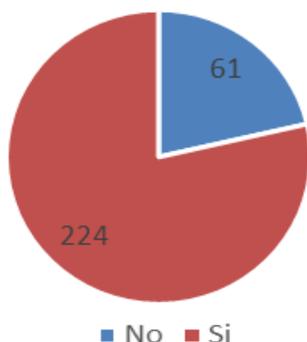


Figura 3. Lectores en casa.

Para quienes leen en casa, los espacios preferidos son los cuartos o recámaras para tres de cada cuatro personas (67.01%) y para 7.90% es la sala. De quienes declaran leer fuera de casa, sobresalen los lugares relacionados con las actividades escolares (62.88% en la escuela y 5.84% en la biblioteca), 2.74% refiere su sitio de trabajo,



Figura 4. Preferencia para conseguir materiales de lectura.

Del total de los encuestados, poco más de la mitad (50.85%) declaró no haber comprado al menos un libro en el año. Cerca de la mitad

(40.19%) expresó haber comprado de uno a cinco, en tanto que uno de cada 10 (2.74%) respondió haber comprado seis o más libros en el año. En relación al gasto en libros en el último año, los resultados se muestran en la figura 5.

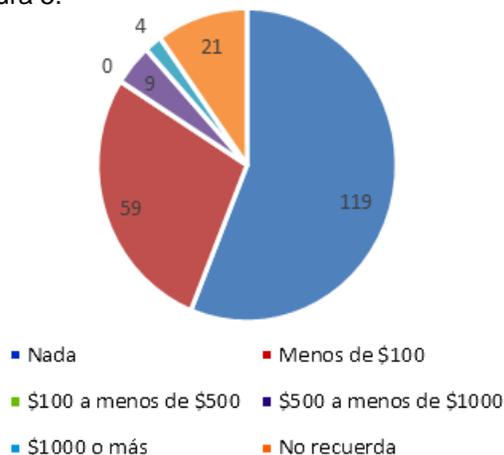


Figura 5. Gasto en libros en el último año.

A 19.24% de los encuestados que respondió que los libros que ha leído en su mayor parte han sido comprados se les preguntó en qué lugares acostumbraba principalmente adquirirlos. La figura 6, ilustra los lugares donde los estudiantes acostumbran comprar los libros. Poco más de la mitad de la población (74.57%) señaló contar con libros de textos no gratuitos. El acceso a libros de texto no gratuitos se da principalmente a través de librerías (41.58%). Sin embargo, una parte de la población (10.65%) indicó que los obtiene por medio del préstamo de familiares o amigos y 1.71% accede a ellos a través de las tiendas de libros usados. El acceso de este tipo de libros a través de las bibliotecas alcanza 3.78%.

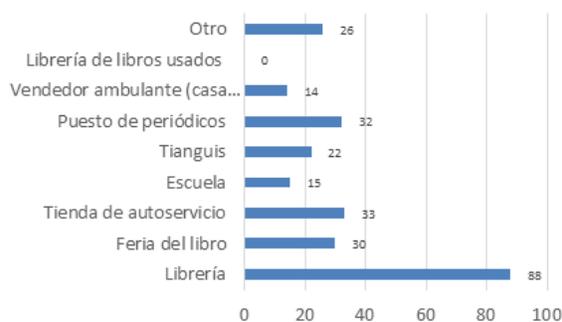


Figura 6. Lugares donde compran libros

¿Cómo se consiguen los periódicos y revistas?

La compra es la principal vía de acceso tanto a periódicos y revistas (55.32%). Sin embargo, una proporción alta de los encuestados accede a estos materiales de lectura a través de otras vías: 30.57% consigue las revistas que lee por préstamos de amigos o familiares, regalo y préstamo bibliotecario o escolar.

Frecuencia en la asistencia a bibliotecas

La Tabla 1 muestra los resultados de la frecuencia con la que los estudiantes asisten a las bibliotecas. La mayor parte de los encuestados (89.34%) declararon haber asistido alguna vez a una biblioteca.

Tabla 1. Frecuencia de asistencia a bibliotecas.

¿Cuándo fue la última vez que asistió a una biblioteca?	
De 5 años o más	26
De 3 años a menos de 5 años	16
De 1 año a menos de 3 años	48
De 6 a menos de 12 meses	32
De 3 a menos de 6 meses	45
De 1 a menos de 3 meses	49
Menos de 1 mes	70

Motivos para asistir o no

Los principales motivos para asistir son investigar y estudiar, en tanto que la lectura por placer y otras actividades como consultar internet, leer periódicos, revistas y escuchar música o ver películas tienen índices de respuesta sensiblemente menores.

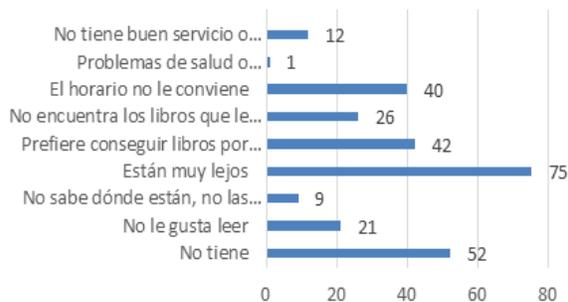


Figura 7. Motivos para no asistir a bibliotecas.

Una parte de quienes no han asistido a una biblioteca (8.24%) responde que la falta de tiempo es el motivo principal. Uno de cada cuatro (7.21%) expresa que es por falta de gusto por la lectura, en tanto que el desconocimiento de dónde están y la lejanía figuran como los siguientes motivos en orden

de importancia para no asistir. La figura 7, indica los motivos para no asistir a la biblioteca.

Acceso a las computadoras e Internet

Cerca de la tercera parte de los encuestados (31.6%), declaró que usa computadora. De estos, las tres cuartas partes (76.5%) usan internet. La figura 8 grafica la cantidad de horas diarias de uso de internet.

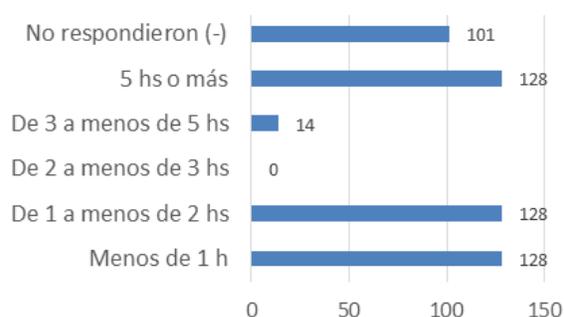


Figura 8. Horas diarias que usa internet.

Igualmente, el rango más frecuente de uso de internet es de una a dos horas diarias para casi cuatro de cada 10 usuarios (43.98%). Sin embargo, para quienes usan diario internet el rango más frecuente, con 0% de los casos, es de dos a tres horas.

La sección 3 analiza las representaciones sociales de la lectura.

¿Cómo se valora la lectura?

En la figura 9, se aprecia para qué sirve la lectura. Al preguntar para qué sirve la lectura se aceptaron hasta dos respuestas por cada entrevistado. Tomando en cuenta la primera mención, tres cuartas partes asocian la lectura con el aprendizaje y uno de cada 10 con ser culto (8.59%), mientras que divertirse alcanzó 1.71%. Al considerar ambas respuestas, divertirse se incrementó a 21.4%, mejorar en el trabajo a 13.6% y ser culto alcanzó 39.4%.

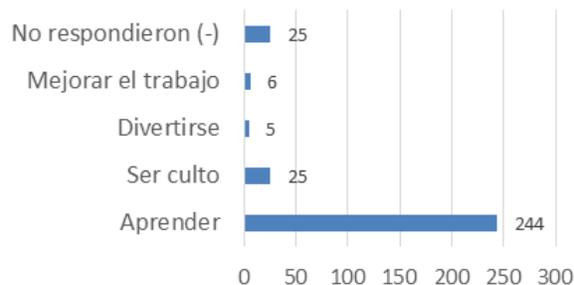


Figura 9. Valoración de la lectura.

Lugar que ocupa la lectura en el uso de tiempo libre

El primer lugar entre las respuestas acerca del uso del tiempo libre lo ocupó ver televisión, con una proporción de uno de cada 10 entrevistados (11.34%), seguido de descansar (21.64%), reunirse con amigos y familiares (10.65%), escuchar música (8.24%), practicar algún deporte (19.58%) e ir al cine (0%). Leer libros recibe 9.62% de las respuestas, leer revistas 0.34% y leer en internet 0.68%. Conjuntamente, estas tres actividades de lectura representan 10.64% de las respuestas, es decir, poco más de una décima parte, por debajo de escuchar música y de practicar algún deporte.

La sección 4, muestra los factores de socialización de la lectura.

¿A qué edad aprendió a leer?

La edad en la que se aprende a leer siete de cada 10 encuestados (85.91%) declararon haber aprendido a leer a la edad de siete años o menos; una tercera parte a los seis años (42.95%), una proporción ligeramente menor a los siete (10.30%) y 32.64% antes de los seis años.

¿En qué ocasiones sus padres o familiares leían para usted?

La lectura de padres o familiares está asociada principalmente a comprender mejor las cosas (31.61%). Otras situaciones que se mencionan son para aprender a leer y en las vacaciones y el tiempo libre.

¿Quiénes lo animaban más para que lea actualmente?

En la figura 10, se muestra las personas que motivan a los estudiantes de Ed. a distancia para leer.

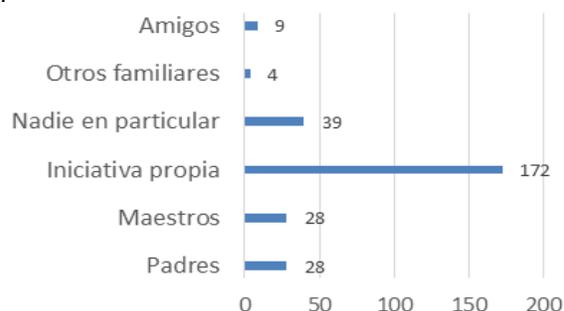


Figura 10. Personas que incentivan a la lectura.

La figura 11, grafica las ocasiones que propiciaban la lectura en la familia.

¿Qué tanto entiende lo que lee?

Más de la mitad de la población (65.97%) expresa que entiende todo o mucho de lo que lee, en tanto que cerca de la tercera parte (3.43%) considera que entiende poco o nada.



Figura 11. Hábitos familiares de lectura.

Existencia de libros en casa y biblioteca personal

Al preguntar por el principal tipo de libros que hay en casa, se encontró que aproximadamente una tercera parte pertenece a libros escolares (46.04%), mientras que otra tercera parte (27.49%) se clasificó en materiales de intereses diversos. Cerca de las dos terceras partes de los entrevistados (69.41%) declaró tener un acervo de libros propio.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio revelan que los estudiantes leen más libros de texto escolares, que periódicos, revistas, historietas o libros de todo tipo, una cuarta parte solo leen 60 minutos a la semana. La principal razón para no leer, es por la falta de tiempo. Los lugares más habituales son el hogar, escuela y biblioteca. El canal de acceso a los materiales de lectura es a través del préstamo entre amigos y familiares. Entre las razones por las que no asisten a una biblioteca es por la lejanía. El rango del uso del internet es de dos a tres horas diarias. La valoración de la lectura la asocian con el aprendizaje. Las situaciones de lectura durante la niñez, eran para aprender a leer y comprender mejor las cosas. Leen por iniciativa propia. En su tiempo libre, el primer uso que le dan, antes que la lectura, es ver la televisión. Más de la mitad expresa que

entiende lo que leen. Los libros propios con los que cuentan para lectura son en su mayoría libros escolares. Desarrollar este estudio beneficia a la División de Educación a Distancia del ITCV, la generación de reportes para conocer el estado actual de la lectura, que permita mejorar o cambiar aquellas situaciones que entorpecen o dificultan el óptimo desarrollo intelectual de nuestros estudiantes, implementar estrategias que fomenten e incrementen la lectura a través de actividades académicas, como concursos de lectura, adquirir libros en línea, además de una biblioteca virtual. Teniendo como objetivo proporcionar una educación completa para que lleguen a ser exitosos, ya que en sus comunidades no todos cuentan con una biblioteca física. Por lo que se les proporcionará más recursos digitales.

6. REFERENCIAS

- Camacho-Quiroz, R. M. 2013. La lectura en México, un problema multifactorial. Contribuciones desde Coatepec, núm. 25, julio-diciembre, pp. 153-156, México. Recuperado en 2015 <http://www.redalyc.org/pdf/281/28128741003.pdf>
- CONACULTA. 2015. Encuesta Nacional de Lectura y Escritura. México. Recuperado en Agosto 2015. <https://observatorio.librosmexico.mx/encuesta.html>
- INEGI. 2015. El Modulo sobre Lectura (MOLEC). México. Recuperado en Agosto 2015 <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/modulos/molec/>
- Sanz M., A. 2008. CEE la participación educativa (2008). La lectura, prioridad educativa: todos hacemos lectores. España. Recuperado el 15 de Noviembre del 2015 <https://books.google.com.mx/books?id=qU06BgAAQBAJ&pg=PA6&dq=articulos+sobre+la+importancia+de+leer&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwikvYvImf3VAhVNymMKHY7CDrYQ6AEILTAB#v=onepage&q=articulos%20sobre%20la%20importancia%20de%20leer&f=false>

LA FUNCIÓN DE PÉRDIDA, UNA APLICACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE CALIFICACIONES

D. Á. Balderas Puga

*Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Querétaro
billdavito@yahoo.com.mx*

RESUMEN: Este artículo muestra algunos resultados del proyecto “La función de pérdida de la calidad y su aplicación más allá de la manufactura”. El proyecto analiza la función de pérdida como herramienta para el análisis de la evaluación de la calidad no sólo en el ambiente de la manufactura sino también en el ambiente educativo. El artículo muestra los resultados obtenidos en la asignación de calificaciones finales de dos grupos de la asignatura Planeación y Diseño de Instalaciones.

PALABRAS CLAVE: Nominal es mejor, pérdida promedio, comparación del desempeño.

ABSTRACT: This article shows some results of the project "The quality loss function and its application beyond manufacturing". The project analyzes the function of loss as a tool for the analysis of quality assessment not only in the manufacturing environment but also in the educational environment. The article shows the results obtained in the assignment of final grades of two groups of the subject Planning and Design of Facilities.

KEY WORDS: Nominal is better, average loss, comparison of performance.

1. INTRODUCCIÓN

Taguchi (1996) señala que el problema con las fuentes naturales de energía es su variabilidad. El mismo problema ocurre a un grado mayor o menor en los productos y servicios proporcionados por el hombre. Las máquinas se descomponen, fallas del suministro de electricidad, trenes que llegan tarde, goteras en los tejados. La razón por la que se establecen las especificaciones es la prevención de muchos de estos problemas. La función de pérdida es una perspectiva formulada por Genichi Taguchi para considerar la pérdida causada por la variabilidad, es decir, por el desempeño de un producto cuando se desvía de un valor designado como meta. Esto implica que la característica de calidad de un producto debe estar cada vez más cerca de su valor ideal, y todo lo que se desvíe del ideal es considerado como una pérdida para la sociedad.

Sudhakar (1995) describe el concepto de calidad y el tipo de pérdida que se puede considerar como pérdida de calidad, presenta la descripción genérica de la Función de Pérdida para una característica del tipo nominal es mejor y la estructura del control de calidad fuera de la línea. Compara la práctica de cumplir las especificaciones de una característica de calidad contra el cumplimiento

consistente de su objetivo establecido. La diferencia en la percepción de la calidad del cliente puede radicar en poner atención sólo a cumplir con la tolerancia establecida o enfocarse a cumplir con el objetivo.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar como en la asignación de calificaciones finales de una asignatura se puede evaluar la pérdida de calidad en el desempeño de dos grupos de la asignatura Planeación y Diseño de Instalaciones en los periodos agosto-diciembre de 2016 y enero-julio de 2017. Todos los alumnos acreditaron la asignatura y aunque existen diferencias de desempeño desde el punto de vista estadístico, éstas no reflejan la pérdida financiera por no alcanzar el objetivo de la nota máxima. De igual forma, se ilustra cómo establecer una tolerancia interna de referencia para el límite inferior de acreditación que permita tomar acciones para disminuir la falta de consistencia respecto al objetivo.

2. ANTECEDENTES

Taguchi, Elsayed y Hsiang (1986) muestran en su texto una descripción amplia de la Función de Pérdida, aplicaciones de la misma para la determinación de tolerancias internas de manufactura y extensiones del concepto clásico a contextos más complejos. Roslund (1989) propone que la evaluación de la calidad se realice a través de la función de pérdida y el

mejoramiento de la calidad sea a través del diseño de experimentos para mejorar el sistema. Presenta los modelos de función de pérdida para las características nominal es mejor, menor es mejor, mayor es mejor y propone varios ejemplos del ambiente de la manufactura que se pueden modelar en tales casos. Hace énfasis en la diferencia de la pérdida unitaria y la pérdida promedio con la ayuda de la desviación media cuadrática. En todos los casos se puede estimar el coeficiente de pérdida de calidad, la pérdida asociada a un valor específico de la característica de calidad y, o la pérdida promedio asociada a una muestra de valores de y a partir de la desviación media cuadrática, MSD, que determina las desviaciones respecto al valor objetivo.

Ohler (1990) analiza de forma simple la idea de emplear una distribución de probabilidad para asociar una desviación respecto a un objetivo y calcular la pérdida financiera a través de la Función de Pérdida, presenta un ejemplo para una característica de calidad que representa el tiempo de entrega. Barker (1990) muestra algunas aplicaciones de la función de pérdida como base para la interpretación de los métodos Taguchi. Wong (1992) presenta el uso de la función de pérdida como una perspectiva del costo por fallas externas y como ayuda a consolidar los costos de calidad. Sauers (1999-2000) emplea la función de pérdida en el contexto de las gráficas de control e índices de capacidad de proceso para modificar los límites de control de las gráficas que reflejen una reducción de la pérdida deseada que impacte la variación por causas comunes. Ross (1996) describe a la función de pérdida como un modelo matemático para cuantificar el costo como una función de la variación de un producto. Se incluye una muestra de casos de aplicación de la función de pérdida en el ambiente de manufactura.

Breyfogle (2003) sugiere que el concepto de función de pérdida puede salvar la barrera de la comunicación entre la alta gerencia y los involucrados en los detalles técnicos. La alta gerencia entiende mejor el dinero, mientras que aquellos involucrados en el ámbito técnico entienden mejor la variabilidad del producto. Taguchi aborda la variabilidad dentro del proceso usando una función de pérdida que puede tomar muchas formas. Cuando la función de pérdida se aplica a una situación, se

hará más hincapié en lograr el objetivo en lugar de sólo cumplir con los límites de las especificaciones. Con la función de pérdida, ahora se pueden tomar decisiones económicas para determinar si se deben incurrir en gastos para implementar un nuevo proceso que pueda producir una tolerancia más estricta. Roy (2010) enfatiza que la función de pérdida de calidad es una función continua y se mide a partir de la desviación respecto al valor objetivo. Señala que sin importar como se mida la calidad de un producto o servicio, la medición caerá en una de tres características – mayor es mejor, menor es mejor, nominal es mejor- que indican la dirección de la deseabilidad de los resultados.

La variación es vista como una falta de consistencia en el producto que conduce a una calidad inferior. Gutiérrez y De la Vara (2012) presentan a la función de pérdida como un concepto y herramienta clave en el diseño de parámetros, señalan que ésta establece una medida financiera del impacto negativo a la sociedad por el desempeño de un producto cuando se desvía del valor designado como meta. Esto implica que la característica de calidad de un producto, debe estar cada vez más cerca de su valor ideal y todo lo que se desvíe del ideal es considerado como una pérdida para la sociedad. Aun cuando se tiene presente que en cualquier proceso existen objetivos que cumplir, la presencia de la variabilidad respecto al objetivo produce pérdida que no siempre es cuantificada en alguna medida financiera. El sector industrial ha mostrado más interés en la evaluación financiera de la calidad que el sector educativo. Sin embargo, es posible analizar el desempeño de los estudiantes de cualquier curso desde la óptica de la pérdida financiera por no lograr la calificación más alta posible.

3. LA FUNCIÓN DE PÉRDIDA

La calidad orientada a cumplir con las especificaciones está ilustrada en la Figura 1. La función de pérdida de Taguchi para una característica de calidad del tipo nominal es mejor está dada por $L(y) = k(y-m)^2$, “y” es la característica de calidad de un producto, “m” es el valor objetivo para “y” y “k” es una constante llamada coeficiente de pérdida de calidad como ilustra la Figura 2. Obsérvese que en $y = m$ la pérdida es cero y a medida que “y” se aleja de “m” la pérdida se incrementa

rápidamente. Es posible estimar el valor de “k” a partir de la pérdida “A”, en los límites de la tolerancia establecida Δ y usar la fórmula anterior para encontrar la pérdida para varios valores de “y”.

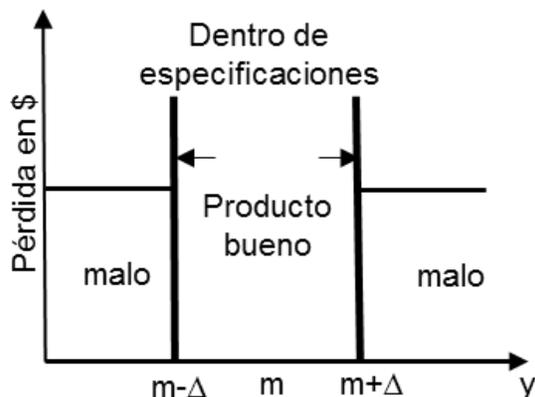


Figura 1. Calidad orientada a cumplir con las especificaciones.

Tabla 1. Cálculo de la función de pérdida.

Tipo de característica	Nominal es mejor
Constante	$k = A/\Delta^2$
Función de pérdida	$L(y) = k(y-m)^2$
Pérdida promedio	$k * MSD$
MSD a partir de una muestra n	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - m)^2$
MSD a partir de parámetros estimados	$S_n^2 + (\bar{y} - m)^2$
Tolerancia interna de manufactura	$\sqrt{\frac{A}{A_0}} * \Delta$

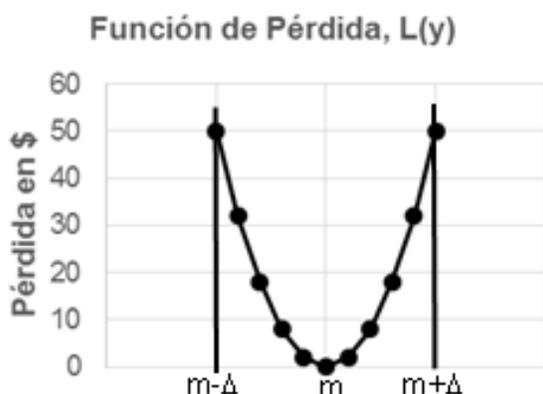


Figura 2. Función de pérdida.

La Tabla 1, proporciona la información necesaria para calcular la función de pérdida para nominal es mejor.

En el sector educativo se adjudican calificaciones en alguna escala (1 a 10 o 1 a 100, las más típicas) para indicar la acreditación de un curso (si al menos se alcanza un límite inferior, 6 o 7 en la escala 1 a 10, 70 en la escala 1 a 100).

Este proceso de asignación de calificaciones es similar al enfoque de cumplir con la tolerancia ya que al alcanzar o superar el límite inferior todos se consideran acreditados sin distinción alguna. Sin embargo, es común encontrar alumnos que reciben una nota de 68 o 69 (declarados como no acreditados) y otros de 70 o 71 (declarados como acreditados), así el veredicto es muy diferente. Con un poco de reflexión es posible percibir que en ambos casos no existen diferencias significativas entre ellos y es muy claro que están muy alejados del valor objetivo (el máximo valor por alcanzar ya sea 10 en la escala de 1 a 10 o 100 en la escala de 1 a 100). Lo anterior se puede tomar en cuenta para modelar el proceso de adjudicación de calificaciones finales a partir de la función de pérdida para el caso nominal es mejor, donde el valor nominal corresponde al máximo por alcanzar, empleando sólo la mitad de la función.

4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

La asignatura de Planeación y Diseño de instalaciones tiene tres unidades y en ambos grupos se aplicaron los mismos instrumentos de evaluación y la misma cantidad de ellos. Los resultados finales de los grupos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Calificaciones finales de los grupos.

Agosto-Diciembre 2016	Enero-Junio 2017
Grupo 1	Grupo 2
90,89,91,82,89,91,91,85,	96,95,99,79,97,97,82,
85,76,87,86,74,89,81,87,	90,90,91,96,97,93,97,
94,82,81,95,94,70,92,91,	91,92,93,97,94,95,95,
73,85,84,87,88,83,86,82,	77,97,94,96,94,99,86,
77,70,86	96,96,88,97

La comparación estadística implica verificar si las calificaciones se distribuyen como una Normal, verificar la homogeneidad de varianzas y comparar los promedios de ambos grupos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3. Las tres pruebas de hipótesis implícitas en la Tabla 3 se contrastaron contra un nivel de significancia del 5%; así se concluye que sólo las calificaciones del grupo 1 se distribuyen como una Normal. Por esta razón, se usa la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas de ambos grupos, la cual existe.

Tabla 3. Comparación estadística.

	Grupo 1	Grupo 2
n	35	32
Promedio	83.228	93
Desviación estándar	13.335	5.441
Valor p	0.063	0.000
Prueba de Levene	valor p = 0.226	
Diferencia de promedios	8.06	
valor p para la diferencia de promedios	0.000	

Finalmente, de la prueba t, con varianzas iguales, la diferencia de promedios es significativa. Es notorio que el desempeño de ambos grupos es diferente. Es importante resaltar que los grupos no son del mismo tamaño, en ninguno de los dos hubo reprobados y la característica de calidad a considerar es la calificación final para comparar la pérdida promedio de ambos grupos en términos financieros. Aunque todos los alumnos de ambos grupos acreditaron el curso el cuantificar la desviación de su calificación final respecto al objetivo –la calificación final ideal- podría sugerir acciones adicionales para minimizar la pérdida por dispersión respecto a la calificación final ideal de 100.

Para la aplicación de la función de pérdida, se cuantifica la desviación media cuadrática para ambos grupos y un costo aproximado de no acreditación a partir de considerar que un alumno lleva una carga promedio de cinco asignaturas por semestre y paga por costo de inscripción semestral \$2,500. En este caso se considera que un alumno no acreditado que repite un curso paga por inscripción al mismo \$500. Cuando no alcanza el mínimo establecido -70 en la escala 1 a 100- debe repetir el curso y volver a cubrir el costo de inscripción. Del límite establecido $m - \Delta = 70$, se obtiene $\Delta = 30$. Así, el coeficiente de pérdida de calidad es $k = 500/30^2 = 0.555556$ y la función de pérdida asociada es $L(y) = 0.555556(y - 100)^2$ para $y \leq 100$. Es relevante señalar que la estimación de la pérdida asociada a la no acreditación y repetición del curso es sólo para tener una idea de cómo funcionaría la modelación, seguramente el costo es en realidad más alto y así la pérdida asociada también sería mayor a la mostrada por los valores de la Tabla 4. La Tabla 4 muestra los valores obtenidos para la desviación media cuadrática en ambos grupos y la pérdida promedio obtenida en cada uno.

Tabla 4. Pérdida promedio en grupos.

Grupo	1	2
MSD	268.89	77.69
$L = k*MSD$	149.3809	43.1597

De acuerdo con los valores mostrados en la Tabla 4, se puede concluir que el grupo 2 fue mejor al generar menor pérdida. De mayor impacto podría ser el establecer una tolerancia interna que permita minimizar la pérdida entre aquellos alumnos acreditados. Se asumirá que al profesor o la institución educativa le cuesta \$250 hacer alguna actividad por un alumno acreditado con baja calificación (es decir, rebasó ligeramente el límite inferior de $m - \Delta = 70$). Con este costo, la tolerancia interna sería:

$$\Delta_0 = \sqrt{\frac{250}{500}} * 30 = 21.2132$$

Así, $m - \Delta_0 = 100 - 21.2132 = 78.7868$. La Figura 3 muestra la ubicación del límite inicial $m - \Delta = 70$ y el nuevo límite $m - \Delta_0 = 79$.

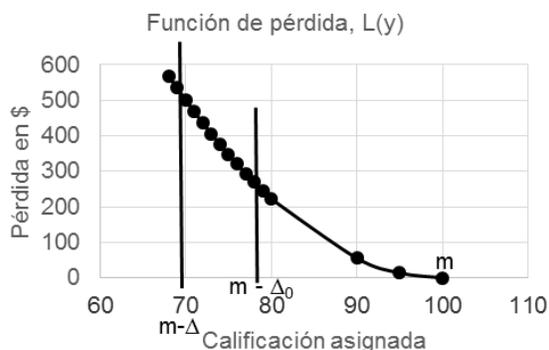


Figura 3. Determinación de la tolerancia interna.

Considerar el nuevo límite implicaría, que todos los estudiantes con calificaciones entre 70 y 79, podrían ser involucrados en actividades adicionales a un costo de \$250 para minimizar su pérdida asociada, la cual de acuerdo con la Tabla 5 fluctúa entre \$500 y \$268.8889.

Tabla 5. Pérdida asociada con algunas calificaciones.

y	$L(y) = 0.555556(y - 100)^2$
68	568.8889
69	533.8889
70	500
71	467.2222
72	435.5556
73	405
74	375.5556
75	347.2222
76	320
77	293.8889
78	268.8889
79	245
80	222.2222
90	55.55556
95	13.88889
100	0

Se ha mostrado que el uso de la función de pérdida permite evaluar de forma alterna el rendimiento general de un grupo de estudiantes. Es evidente, que al final del curso sería más difícil programar algunas actividades. Sin embargo, el enfoque antes mostrado podría emplearse de forma preventiva si se tomaran las evaluaciones parciales de las unidades. La asignatura Planeación y Diseño de

Instalaciones tiene tres unidades, así con las calificaciones parciales de la unidad uno podría calcularse la pérdida promedio y en función de ésta orientar las actividades para minimizar la pérdida en las unidades subsecuentes.

La asignación de calificaciones numéricas al final de cualquier curso puede permitir la determinación del promedio grupal y ser comparado contra otros grupos de la misma asignatura que fue impartida bajo la misma estrategia donde la cantidad y tipo de instrumentos de evaluación fue exactamente el mismo. Se realizó el análisis estadístico pertinente que mostró diferencia significativa entre los grupos comparados. El cálculo de la pérdida promedio ofrece una perspectiva financiera de las desviaciones obtenidas respecto a la calificación máxima que puede ser obtenida. De igual forma, se ha ilustrado la determinación de un límite interno para la escala numérica de aprobación con el objeto de considerar posibles actividades adicionales para propiciar mayor consistencia respecto a la calidad del aprovechamiento por parte de los alumnos.

6. LITERATURA CITADA

- Barber, Thomas B., 1990. Engineering Quality by Design, ASQ Quality Press & Dekker.
- Breyfogle III, Forrest, W. 2003. Implementing Six Sigma, 2nd. Ed. John Wiley & Sons.
- Gutiérrez, P.H., De la Vara, S.R. 2012. Análisis y Diseño de Experimentos, Tercera edición, McGraw-Hill.
- Ohler, M. 1990. Using Taguchi's Loss Function To Estimate Benefits, www.isixsigma.com
- Roslund, J.L. 1989. Evaluating Management Objectives with the Quality Loss Function, Quality Progress, 45-49.
- Ross, P.J. 1996. Taguchi Techniques for Quality Engineering, 2nd. Ed, McGraw-Hill.
- Ranjit, R. 2010. A Primer on the Taguchi Method, 2nd. Ed. Society of Manufacturing Engineers.
- Sauers, D.G. 1999-2000. Using the Taguchi Loss Function to reduce Common-Cause Variation, Quality Engineering, 12(2), 245-252.

Sudhakar, P.R., 1995. An Introduction to Quality Improvement through Taguchi Methods", *Industrial Engineering*, 53-54.

Taguchi, Genichi, 1996. Introduction to Quality Engineering, Asian Productivity Organization.

Taguchi G., Elsayed A. E. y Hsiang T., 1986. *Quality Engineering in Production Systems*, McGraw-Hill.

Wong, Henry H., 1992. Optimizing Quality Cost with the Loss Function, *ASQC Quality Congress Transactions*, 93-99.



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Maestría en

CIENCIAS EN BIOLOGÍA

PADRÓN NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (SEP-CONACYT)

Especialidad:

Manejo y Conservación de Recursos Naturales (Terrestres o Acuáticos)



Becas Disponibles

Maestría en Ciencias en Biología

PERFIL

El programa está diseñado para egresados de la carrera de biología o afines como médicos veterinarios, ingenieros agrónomos, ingenieros ambientales e ingenieros forestales. Podrán participar egresados de otras carreras con la aprobación del consejo de posgrado.

años.

- Disposición para desarrollar e integrarse en proyectos de investigación.
- Entrevista con el comité de posgrado.
- Ser estudiante de tiempo completo.

REQUISITOS DE INGRESO Y DOCUMENTACIÓN

- Carta de exposición de motivos indicando porque desea cursar una maestría y porque desea ingresar a este programa, Maestría en Ciencias en Biología-ITCV.
- Copia (s) de título profesional, certificado de calificaciones, diploma (s) y constancias de otros estudios.
- Constancia de promedio mínimo de 8 (ocho) en estudios de licenciatura.
- Currículum vitae con documentos probatorios adjuntos.
- Comprender el idioma inglés y aprobar examen de inglés del programa de MCB-ITCV.
- Dos fotografías tamaño credencial.
- Aprobar examen de admisión.
- Carta compromiso indicando que terminará su programa de maestría en dos

PLAN DE ESTUDIOS

El programa está diseñado para concluirse en dos años y consta de cinco materias básicas, seis optativas y presentación de tesis de grado.

Áreas disponibles actualmente para investigación y desarrollo de tesis:

Malacología, Entomología, Micología, Mastozoología, Ciencias Forestales (Biodiversidad, Sistemática, Ecología y Fisiología).

PLANTA DOCENTE

Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL.

Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponía.

Azuara Domínguez Ausencio. Dr. Colegio de Posgraduados. Manejo Integrado de Plagas.

Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales, College of

Cardiff. Reino Unido. Entomología Aplicada. Ecología y Sistemática de **Orthoptera**.

Correa Sandoval Alfonso, Dr. UNAM.
Malacología y Ecología Marina.

Flores Gracia Juan, Dr. UANL.
Genética y Biotecnología.

García Jiménez Jesús, Dr. UANL.
Micología y Parasitología Forestal.

González Gaona Othón Javier. Dr. ITESM.
Toxicología.

Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL.
Biotecnología y Micología.

Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN
Neurociencias y Entomología.

Navar Cháidez José de Jesús. Ph.D.
Dr. Manejo sustentable de recursos naturales.

Rangel Lucio José Antonio. Dr. Colegio de Posgraduados. Edafología.

Venegas Barrera Crystian Sadiel. Dr. CIBNOR. Manejo y Preservación de Recursos Naturales (Ecología).



INFORMES

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. VICTORIA
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175
Tel. (834) 153 2000 Ext. 325

<http://www.postgradositcv.com>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

E-mail: jhortavega@yahoo.com.mx

E-mail: almagavetec@hotmail.com



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Doctorado en **CIENCIAS EN BIOLOGÍA**

**PADRÓN NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (SEP-
CONACYT)**

Convocatoria: 2018



Recepción de solicitudes: enero-marzo de 2018

Líneas de investigación

- Biodiversidad y Ecología
- Manejo y Conservación de Recursos Naturales
- Procesos Biotecnológicos

Requisitos y antecedentes académicos de ingreso de los candidatos

- Contar con grado de Maestría (indispensable estar titulado) en un programa experimental o de investigación en el área de las Ciencias Biológicas.
- Promedio igual o superior a 8 (80 de 100) en estudios de maestría.
- Disponer de tiempo completo para cumplir con el programa doctoral.
- Aprobar el examen de conocimientos que aplica el programa o acreditar con al menos un 75% en conocimientos básicos y un 60% en habilidades de investigación en el EXANI-III del CENEVAL.
- Acreditar el examen de Inglés TOEFL, al ingresar al programa, mínimo 500 puntos. O bien acreditarlo este examen antes de egresar del programa, ya que este es un requisito para sustentar examen de grado y poder titularse.
- Presentar dos cartas académicas de recomendación expedidas por profesionistas reconocidos.

- Carta de exposición de motivos para el ingreso al doctorado, no mayor de una cuartilla, con fecha y firma.
- Visto bueno en entrevista con miembros del Claustro Doctoral.
- Presentar por escrito protocolo de investigación (3-5 cuartillas) para evaluar aptitudes y habilidades de experiencia previa, en el área de ciencias naturales.
- Carta de aceptación de uno de los miembros del Claustro Doctoral.

PLANTA DOCENTE

Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL.
Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponía.

Azuara Domínguez Ausencio, Dr. Colegio de Posgraduados. Manejo Integrado de Plagas.

Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales, Cardiff. Reino Unido. Entomología Aplicada. Ecología y Sistemática de Orthoptera.

Correa Sandoval Alfonso, Dr. UNAM
Malacología y Ecología Marina.

Flores Gracia Juan, Dr. UANL.
Genética y Biotecnología.

García Jiménez Jesús, Dr. UANL. Ciencias Forestales y Micología.

González Gaona Othón Javier, Dr. ITESM.
Toxicología.

Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL.
Biotecnología y Micología.

Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN
Neurociencias y Entomología.

Navar Cháidez José de Jesús. Ph.D. Manejo
sustentable de recursos naturales.

**Rangel Lucio José Antonio. Dr. Colegio de
Posgraduados.** Edafología.

**Venegas Barrera Crystian Sadiel. Dr.
CIBNOR.** Manejo y Preservación de
Recursos Naturales (Ecología).



INFORMES

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD.
VICTORIA. División de Estudios de
Posgrado e Investigación.**

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175.
Tel. (834) 153 2000, Ext. 325

<http://www.postgradositcv.com>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

E-mail: jhortavega@yahoo.com.mx

E-mail: almagavetec@hotmail.com

CONVOCATORIA PARA PUBLICAR EN TecnoINTELECTO

TÍTULO CON MAYÚSCULAS, DEBIDAMENTE ACENTUADAS, EN NEGRITAS, CENTRADO, ARIAL 10, INTERLINEADO SENCILLO

Autor(es) Arial 10 puntos, itálica, centrado, interlineado sencillo; nombre (s) completo y apellidos completos, separados por un guión, sin grado académico, más de un autor separado por comas e indicador numérico para los datos siguientes: Institución(es) en 10 Arial, en itálica y centrado, interlineado sencillo, correo electrónico de los autores centrado, interlineado sencillo

RESUMEN: Deberá ser lo más general y significativo posible, de manera que en pocas palabras exprese la aportación más relevante del artículo. Letra tipo Arial de 10 puntos, interlineado sencillo y espaciado anterior de 8 puntos y posterior de 6, iniciando con la palabra **RESUMEN** en negritas. Texto con alineación ajustada en todo el artículo. Si el artículo está en español, adjuntar el resumen inglés.

PALABRAS CLAVE: Colocar las palabras (tres a cinco) más significativas en el artículo, no repetir palabras del título, fuente de 10 puntos, dejando un espacio entre el párrafo anterior.

ABSTRACT: The abstract shall be as general and substantial as possible, in such a way that provides in a few words a clear idea of the paper's contribution. Please use Arial font 10 points, single space, space above 8 points and below 6 points, begin text with the word **ABSTRACT** in bold face. All text through the paper must be aligned to fit page. If paper is in Spanish abstract shall be in English.

KEY WORDS: Please use the most (three to five) significant words, font of 10 points, leaving a space between the preceding paragraphs.

1. INTRODUCCIÓN

Los criterios para la revisión técnica son: importancia de la contribución a la divulgación científica, pertinencia de métodos empleados, correcta presentación de datos, soporte del manuscrito con literatura relevante y actualizada, discusión suficiente o necesaria. Además, figuras y tablas adecuadas. El manuscrito pasará al comité editorial, quien dictaminará si contiene el mínimo indispensable para ser publicado, lo cual se notificará vía electrónica en formato pdf.

2. CARACTERÍSTICAS

El cuerpo del artículo en dos columnas con 0.6 cm entre ellas y todos sus márgenes de 3 cm. Cada sección deberá contener un título numerado con formato de párrafo espaciado anterior de 12 y posterior de 6 puntos. La fuente de todo el manuscrito es Arial. En el cuerpo de 10 puntos, interlineado sencillo, con secciones numeradas con números arábigos.

2.1 Idioma Español o inglés.

2.2 Subsecciones

Las subsecciones en formato tipo título, negritas, interlineado sencillo y espaciado anterior y posterior de 6 puntos.

2.3. Las gráficas y tablas

Pueden ser a color o en **escala de grises** y se ajustarán de acuerdo a las características de ellas y al gusto del investigador. Deberán ser posicionadas de acuerdo a la necesidad del investigador y bajo su responsabilidad.

3. LINEAMIENTOS

Los artículos deberán ser inéditos. Cada trabajo deberá presentarse en un mínimo de 6 y un máximo de 12 páginas. De 6 páginas se considerarán artículos cortos y se publicarán a recomendación del comité editorial.

4. RESPONSABILIDADES

El investigador es responsable del contenido, la sintaxis y el envío de su artículo en Word a la coordinación editorial actual de TecnoINTELECTO: ludivinab@yahoo.com, almagavetec@hotmail.com. El Instituto Tecnológico de Cd. Victoria será responsable de la revisión y aceptación o rechazo de los manuscritos, la edición de la revista, el índice,

la impresión y distribución, apoyándose en el Comité Editorial y otras instituciones, si lo considera pertinente.

Los artículos que no se ajusten a las normas editoriales serán rechazados para su adecuación.

El máximo número de autores y/o coautores por artículo es de 5.

5. FECHAS IMPORTANTES

Recepción de artículos todo el año.
Publicación julio-agosto y diciembre-enero.

6. LITERATURA CITADA

6.1 Referencias en texto

Sin numerar, solo citar apellido(s) según el caso y el año separado por una coma, si son más citas separar por punto y coma; dos autores se separan “y” y si son más de dos autores solo se pondrá el apellido(s) del primer autor seguido de “*et al.,*”.

Al final, listar en orden alfabético sin numeración. Autor (es) iniciando con apellido (s) seguido por la inicial del nombre (s), si es el caso puede escribir los dos apellidos separados por un guion. Año. Título del artículo. Nombre de la Revista, Volumen y número de páginas, tipo Arial, 10 puntos, interlineado sencillo.

Artículo científico

Armenta, C. S., H. Bravo y R. Reyes. 1978. Estudios bioecológicos de *Epilachna varivestis* Mulsant, bajo condiciones de

laboratorio y campo. *Agrociencia*, 34: 133-146.

Ávila-Valdez, J., L. Barrientos-Lozano y P. García-Salazar. 2006. Manejo Integrado de la Langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) (Orthoptera: Acrididae) en el sur de Tamaulipas. *Entomología Mexicana*, 5: 636-641.

Libro o Tesis

Jaffe, K., J. Lattke y E. Pérez. 1993. *El mundo de las hormigas*. Equinoccio Ediciones. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 196 pp. En el caso de tesis señalar después del título si es profesional o de grado.

Capítulo de libro:

Navarrete-Heredia, J. L. y A. F. Newton. 1996. Staphylinidae (Coleoptera). Pp. 369-380. *In: J. E. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento*. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F.

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación-Coordinación Editorial de TecnoINTELECTO.

Dra. Ludivina Barrientos Lozano:

ludivinab@yahoo.com,

almagavetec@hotmail.com