Ciencias Naturales y Exactas *Handbook*

Rodríguez Sánchez, Marcos
Aguirre Puente, José Alfredo ***Directores***

Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos

ECORFAN®

ECORFAN Ciencias Naturales y Exactas

El Handbook ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato en su área de investigación en Ciencias Naturales y Exactas. Además de tener una evaluación total, en las manos de los directores de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (LATINDEX-DIALNET-ResearchGate-DULCINEA-CLASE-HISPANA-Sudoc- SHERPA-UNIVERSIA), el Handbook propone así a la comunidad académica , los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en Ciencias Naturales y Exactas.

Para futuros volúmenes:
http://www.ecorfan.org/handbooks/

María Ramos · Virginia Aguilera

Editoras

Ciencias Naturales y Exactas
Handbook

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Agosto 15-16, 2013.

ECORFAN®

Editoras

María Ramos
ramos@ecorfan.org

Directora General ECORFAN

Virginia Aguilera
vaguilera@utsoe.edu.mx

Rectora de la UTSOE
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

ISBN 978-607-8324-06-4
ISSN 2007-1582
e-ISSN 2007-3682
Sello Editorial ECORFAN: 607-8324
Número de Control HCNE: 2013-01
Clasificación HCNE (2013): 090813-0101

©ECORFAN-México.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor ,podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos ,de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. HCNE es parte de los medios de ECORFAN (www.ecorfan.org)

Prefacio

Una de las líneas estratégicas de la política pública ha sido la de impulsar una política de ciencia, tecnología e innovación que contribuya al crecimiento económico, a la competitividad, al desarrollo sustentable y al bienestar de la población, así como impulsar una mayor divulgación científica y tecnológica, a través de distintos medios y espacios, así como la consolidación de redes de innovación tecnológica. En este contexto, las Instituciones de Educación Superior logran constituirse como un elemento articulador de la investigación, ciencia y tecnología.

El Subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas, a través de diferentes Universidades que lo conforman, de manera permanente y decidida vienen propiciando el surgimiento y desarrollo de grupos de investigación (Cuerpos Académicos), gestionando los apoyos necesarios para que los mismos puedan incursionar de manera adecuada en el campo de la investigación aplicada, la vinculación con pertinencia con los sectores productivos y promoviendo la participación activa de la razón de ser de nuestras instituciones, los estudiantes, así como impulsar el desarrollo tecnológico regional.

La Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato visualiza la necesidad de promover el proceso de integración entre los Cuerpos Académicos de las instituciones de Educación Superior y de Nivel Medio Superior, proporcionando un espacio de discusión y análisis de los trabajos realizados por dichos cuerpos y fomentando el conocimiento entre ellos y la formación y consolidación de redes que permitan una labor investigativa más eficaz y un incremento sustancial en la difusión de los nuevos conocimientos. Este volumen I contiene 26 capítulos arbitrados que se ocupan de estos asuntos en Ciencias Naturales y Exactas, elegidos de entre las contribuciones, reunimos algunos investigadores y estudiantes de posgrado, a partir de 12 estados de México.

Hernández,Arvizu,Carranza,Carrillo,León & Molina evaluan la actividad biocida de tres alcamidas y un éster obtenidos del extracto etanólico de raíces de H. longipes contra P. falciparum in vitro, la N-isobutil-2E,6Z,8E decatrienamida mostró efecto biocida a 72.39 µM, mientras que su forma parcialmente reducida N-isobutil-2E decamonoenamida fue a 133.3 µM, por otro lado la N-isobutil-2Z-monoen-8,10 diin-undecamida mostró el efecto biocida pero a una concentración de 17.02 µM y el 2E,6Z,8E decatrienoato de bornilo a 52.98µM, los resultados obtenidos sugieren que las alcamidas de H. longipes A. Gray Blake poseen actividad biocida, la cual está influenciada por la presencia del sustituyente N-isobutil, las dobles ligaduras en las posiciones 6Z, 8E y la longitud de cadena; *Zavala, Flores, Arellano & Bautista* aplican las pruebas no paramétricas de Homogeneidad Normal Estándar (SNHT por sus siglas en inglés), Buishand y Pettitt para determinar la longitud del registro homogéneo de los datos de temperatura máxima, temperatura mínina y precipitación de cada estación climatológica que domina la superficie de los seis módulos del distrito de riego 034; *Martínez, Alvarado, Borras, Montalvo, Soriano & Galindo* establecen los parámetros de aislamiento e identificación microbiológica, bioquímica y molecular de microorganismos de interés biotecnológico y de actividad Probiótica a partir del Tepache elaborado de forma tradicional en el municipio de Puebla; *Hernández & Hernández* acotan que la la generación de ahorros sin menoscabar la asignación de recursos junto con las herramientas matemáticas nos dotan de confianza en la elaboración de presupuestos y su evaluación; *Armendáriz, Rodríguez, Carbo, Martínez , Hernández & Rocha* hacen una breve revisión del empleo de biomimética como concepto en aplicaciones de diseño arquitectónico; *Beltrán, López, Valderrama & Navarro* establecen la asociación de los hábitos alimentarios, los niveles de leptina y el polimorfismo Gln223Arg del gen receptor de leptina en adolescentes; *García,Contreras,Lozano,García,Lazcano,Torres ,Salinas,Borré,Chávez,Contreras,González,Ortega,Banda,Echegollen & García* realizan un intento a nivel nacional y estatal de tratar de unificar dos áreas naturales protegidas de diferente nivel; el Monumento Natural Cerro de la Silla (Federal) y la Sierra de la Silla (estatal) que forman un corredor biológico importante junto con la Sierra Madre Oriental, sobre todo para las especies neotropicales; *Navarro,Herrera,Caso & Marrugos* estudian los índices físicos, químicos y microbiológicos fundamentales, además de la presencia de contaminantes orgánicos mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, analizando muestras de 11 estaciones ubicadas a lo largo de 80 km de su curso superior; *Rodríguez & Arriaga* presentan los resultados del proyecto CONACYT-SEMARNAT 2007 (Clave CO-1-0083), dicha investigación nos permitió definir el comportamiento hidráulico y geoquímico de los acuíferos en medios fracturados y granulares, se realizó un censo de aprovechamientos hidráulicos, en el Valle El Hundido, registrándose un total de 142 obras, 85 se encuentran operando y 57 están sin equipar; *Pérez* sostiene que el logro de la sustentabilidad requiere del cambio de un sistema lineal de satisfacción de necesidades materiales a un esquema cíclico de: extracción de materias primas, producción, distribución consumo y desecho; en donde una vez concluida la vida útil de los satisfactores estos puedan ser aprovechados mediante esquemas productivos tecnológica viables, económicamente factibles, ambientalmente responsables y socialmente aceptables ; *Rivas,Rivero,Aguilar,Taboada,Gomez,Alvarez ,Morales & Sanchez* aplican el enfoque de proceso sustentable debido a que se pretende reutilizar los pintarrones que ya no sirven y que son tirados a la basura lo cual genera desechos contaminantes que difícilmente son reciclados debido a que llevan el filtro y la punta de otro material que es difícil de extraer.

Reyes,López,Rubí & Octavio tienen como principal propósito montar un bioproceso para la producción de ácido cítrico, para ello se obtuvo la cepa de A.niger (ATTC) productora de ácido cítrico, posteriormente se montaron las técnicas analíticas: biomasa por peso seco, sustrato por el método DNS y ácido cítrico por el método de pirimidina; *Rodríguez* realiza la aplicación práctica de conocimientos tradicionales acerca de las propiedades del aceite esencial del eucalipto, para desarrollar líquido de limpieza que sea más amigable con el ambiente y que ayude a reducir el impacto ambiental de la UTFV; *Rosado,Cruz & Tzompantzi* presentan una propuesta de tratamiento anaerobio para las aguas residuales provenientes de la Unidad habitacional la Margarita ubicada en el Municipio de Puebla, para determinar el potencial de generación de biogás a partir de la materia orgánica contenida en el agua residual y una estimación de la energía que es posible obtener; *Vera,Carrillo & Tenorio* presentan la evaluación de saturación magnética de la composición Fe2O3-Nd2O3, utilizando un molino de alta energía, viales de acero inoxidable, evaluando en tiempos de 1.5, 4.5, 9, 13.5 y 15 horas, en donde se observa cambios físicos en color, y valoresde saturación magnética entre 1.2 y 2.2 emu/g; *Salazar* propone el empleo de los residuos de jardinería como un recurso abundante en celulosa y que generalmente es subutilizado por que no tiene una función de aprovechamiento definida, además que el empleo de este recurso no influye en el equilibrio de los ecosistemas naturales; *Valtierra, López & Jiménez* demuestran que la liofilización de L. acidophilu scon mezclas de suero de leche, inulina y goma arábiga con maltodextrina incrementa la supervivencia de las células probióticas al ser expuestas a condiciones similares al sistema gástrico; *Cruz,Gómez,Lugo & Torres* acotan que en una primera fase, la reproducción de las algas bajo condiciones controladas para asegurar su crecimiento y conservación como generadoras de hidrógeno, posteriormente las algas fueron implantadas en un bio-reactor, donde no sólo produjeron hidrógeno, sino que además las algas consumen más dióxido de carbono del que generan, obteniendo como resultado hidrógeno combustible a pequeña escala de manera segura y limpia; *Arenales,Lobato,Vernon & Leyva* explican como las Células de Lactobacillus casei fueron microencapsuladas en matrices de proteína láctea sin y con recubrimiento de quitosano (Q) o alginato de sodio (A) por medio de emulsificación, gelación enzimática y subsecuente dispersión en soluciones de Q o A (0.1 o 0.5% p/p); *De la Llave & De Ita* presentan los resultados de un proyecto de investigación aplicada y transferencia tecnológica enfocado a atender diversas necesidades del sector productivo de la zona de influencia de la UTH, relacionadas con la gestión de recursos y la operación de procesos productivos de micro, pequeña y mediana empresa; mediante el empleo de modelos matemáticos de Investigación de Operaciones; *Méndez,Ruiz,Corona & Torres* presentan los resultados de un proyecto de reducción de desperdicio mediante la utilización de herramientas de mejora continua y de manufactura esbelta ante la problemática se presenta en una Industria dedicada a la fabricación de productos médicos, en especifico en el ensamble de cabeza a cánula que ha estado entregando productos con huecos sin pegamento, produciendo 216 piezas de desperdicio por día; *Sánchez,Martínez& Gutiérrez* desarrollan un software con las siguientes características:Manejo intuitivo, muestra del proceso de resolución, realización de validaciones y voces para escuchar el proceso en la solución de problemas; *Gutiérrez & Chama* presentan una propuesta para transformar una descarga a cielo abierto aplicado al municipio de Cuitláhuac, Veracruz en un espacio de reciclaje, incluyendo el proceso de separación, maquinaría así como una evaluación actual de este lugar, uno de las más grandes de la zona centro del estado.

Gutiérrez, Jiménez,Sánchez & Correa presentan la aplicación de la técnica Z-scan, para generar la transmisión óptica de la luz láser como una función de la posición z de soluciones que contienen nanopartículas bimetálicas de Au (core) / Pd (shell) con tamaños medios que van desde 3 a 5 nm; *Castañeda* busca generar en la comunidad universitaria un sentido de la responsabilidad y la armonía hacia con el entorno natural que rodea las instalaciones de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV); *Rovirosa,García,Lagunes & Merino* realizan un análisis hematológico permite tener una visión general del estado de salud de los individuos, cuyos parámetros pueden ser agrupados en: 1) conteo de células rojas (eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, volumen medio corpuscular, hemoglobina media corpuscular y concentración de hemoglobina media corpuscular).

Quisiéramos agradecer a los revisores anónimos por sus informes y muchos otros que contribuyeron enormemente para la publicación en éstos procedimientos repasando los manuscritos que fueron sometidos. Finalmente, deseamos expresar nuestra gratitud a la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato en el proceso de preparar esta edición del volumen.

Valle de Santiago, Guanajuato. *María Ramos*
Agosto 15-16, 2013 *Virginia Aguilera*

Contenido Pag

1 Actividad antiparasitaria de Heliopsis longipes A. Gray Blake contra Plasmodium falciparum 1-10
Alejandro Hernández, Jackeline Arvizu, Candy Carranza, María Carrillo, Angel León y Jorge Molina

2 Análisis de homogeneidad a los datos climatológicos del distrito de riego 034 Zacatecas 11-23
Manuel Zavala, Marco Flores, Fabiola Arellano y Carlos Bautista

3 Análisis de tepache producido en el municipio de puebla para la identificación y aislamiento de microorganismos de interés biotecnológico en la industria alimentaria 24-26
Verónica Martínez, Gabriela Alvarado, María Borras, Claudia Montalvo, Esmeralda Soriano e Iván Galindo Santiago

4 Aplicación de la programación lineal a la planeación financiera 27-38
Luis Hernández & María Hernández

5 Aplicaciones de ingeniería y diseño arquitectónico empleando modelos biológicos 39-50
Eddie Armendáriz, José Rodríguez, Pablo Carbo, Enrique Martínez, Juan López y Enrique Rocha

6 Asociación del polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR, niveles de leptina y hábitos alimentarios con obesidad mórbida en adolescentes del sur de Jalisco 51-63
Claudia Beltrán, Mónica López, Maria Valderrama y Mónica Navarro

7 Biodiversidad y estatus de protección de los vertebrados de las ANP de la Sierra de la Silla 64-82
Juan García, Armando Contreras, María Lozano, María García, David Lazcano, José Torres, Mercedes Salinas, David Borré, Jerónimo Chávez, Jorge Contreras, Hugo González, Joel Ortega, Iris Banda, Jimena Correa y José García

8 Calidad del agua del río Nexapa: Tendencias espacio-temporales y sus implicaciones 83-97
Amado Navarro, Jorge Herrera, Luis Caso y José Marrugo

9 Comportamiento hidráulico y geoquímico del acuífero en el Valle el Hundido, municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México 98-114
Juan Rodríguez & Lilia Arriaga

10 Creación de consciencia ambiental, caracterización de residuos y confinamiento de residuos en el marco de la gestión integral de residuos 115-124
Ricardo Pérez

11 Desarrollo de formulación de la tinta para el rellenado de plumones para pintarrón y desarrollo el proceso de producción automatizado para el rellenado de los mismos 125-136
Juan Rivas, Paulino Rivero, José Aguilar, Miguel Taboada, Myceno Gómez, Federico Álvarez, Jorge Morales y Eduardo Sánchez

12 Desarrollo de un bioproceso industrial de la producción de ácido cítrico por aspergillus niger 137-151
César Reyes, Luis López, Humberto Rubí y Octavio Ramírez

13 Elaboración de un líquido desinfectante de limpieza multiusos a partir de material de poda de eucalipto 152-163
Perla Rodríguez Salinas

14 Evaluación del potencial de generación de Biogás de las aguas residuales de la unidad habitacional la Margarita, Puebla, Puebla 164-178
María Rosado, Silvia Cruz y Alejandro Tzompantzi

15 Evaluación magnética de la composición Fe_2O_3-Nd_2O_3 179-185
Pedro Vera Serna, Lorenzo Carrillo y Felipe Tenorio

16 Extracción de nanocelulosa a partir de residuos de jardín 186-192
Rodrigo Salazar

17 Liofilización de la bacteria probiótica lactobacillus acidophilus y evaluación de su supervivencia en condiciones gastrointestinales simuladas 193-200
B. Valtierra, A. López y M. Jiménez

18 Longitud de onda: Efecto sobre el crecimiento de la chlamydomonas reinhardtii y la producción de hidrógeno 201-207
L. Cruz, M. Gómez, F. Lugo y C. Torres

19 Microencapsulación de lactobacillus casei con proteínas lácteas geladas enzimáticamente y evaluación de su supervivencia en condiciones gastrointestinales simuladas 208-226
Irene Arenales, Consuelo Lobato, Jaime Vernon y Gabriel Leyva

20 Modelado matemático para solucionar problemas de gestión de recursos en la industria 227-236
María De la Llave & José De Ita

21 Reducción de desperdicio utilizando las 8 disciplinas en el ensamble de cánula dentro de una industria médica 237-245
Florentina Méndez, Miriam Ruiz, Rosa Elba y José Torres

22 Simulador algebraico de matrices. Símatrix 246-251
Octavio Sánchez, Gerardo Gutiérrez y Carlos Martínez

23 Transición de una descarga a cielo abierto en un centro de reciclaje: Estudio en la descarga del municipio de Cuitláhuac Veracruz 252-264
Vanessa Gutiérrez & José Chama

24 Z-scan technique for nonlinear optical characterization of bimetallic Au/Pd nanoparticles 265-277
R. Gutiérrez, J. Jiménez, J. Sánchez y Z. Correa

278-285
25 Estrategias de permacultura en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez
Domingo Castañeda

26 Hematología y Bioquímica sanguínea de monos aulladores mexicanos 286-296
MJ. Rovirosa, F. García, JF. Lagunes y O. Merino

Apéndice A . Consejo Editor Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato 297

Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN 298-299

Apéndice C . Comité Arbitral Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato 300-303

Actividad antiparasitaria de Heliopsislongipes A. Gray Blake contra Plasmodiumfalciparum

Alejandro Hernández, Jackeline Arvizu, Candy Carranza, María Carrillo, Angel León y Jorge Molina

A. Hernández, J. Arvizu, C. Carranza, M. Carrillo, A. León y J. Molina
Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Romualdo del Campo 501, Fraccionamiento Rafael Curiel CP 79060. Cd. Valles, S.L.P.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato. Km 9.6, Libramiento Norte, Carretera Irapuato-León, CP 36821. Irapuato Guanajuato.
Escuela de Bioquímica. Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Romualdo del Campo 501, Fraccionamiento Rafael Curiel CP 79060. Cd. Valles, San Luis Potosi.
alejandro.hernandez@uaslp.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.).Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Malariais a public health problem worldwide due to their morbidity and mortality. It is a leading parasite disease in the tropics and subtropics including Latin America. Most cases of malaria are due to *Plasmodium vivax* y *Plasmodium falciparum*. Current treatments are becoming less effective due to the development of resistance by the protozoan; therefore it is necessary to search for new effective therapeutic alternatives. In this studyweevaluated the biocide activity of threealkamidesandborneolesterfrom*H. longipes*roots against *P.falciparumin vitro*.The*N*-isobutyl-2*E*, 6*Z*, 8*E*decatrienamide showedbiocide activity at 72.39µM, while its partially reducedmolecule*N*-isobutyl-2*E*decamonoenamidewas at 133.3µM.For the*N*-isobutyl-2*Z*-monoen-8, 10-diinundecamide the biocide activity was at 17.02µMand2*E*,6*Z*,8*E*bornyldecatrienoatewasat52.98µM.The resultssuggestthatalkamides of *H. longipes*A.BlakeGrayhavebiocide activity, which is influenced bythe presence of*N*-isobutyl substituent, double bondsat 6*Z*, 8*E*positionsand long chain.

Introducción

El paludismo o malaria es una enfermedad parasitaria causadapor protozoarios del género *Plasmodium*que se transmiten al hombre a través de la picadura delas hembras infectadas de los mosquitos del género*Anopheles*(Zhang et al. 2001, Kinami et al. 2002).Las especies causantes de la enfermedad son *P.ovale, P. malariae, P. vivax* y *P. falciparum*; siendo estas dos últimas las de mayor distribución en el mundo; y *P. falciparum* el agente causal del paludismo severo que ocasiona altos índices de mortalidad. El paludismo afecta aproximadamente al 40% de la población mundial, principalmente en los países pobres de las regiones tropicales de África, Asia y América Latina. El paludismo se caracteriza por la presencia de fiebre, escalofríos y malestar general, siendo la sintomatología variable en función de la especie de*Plasmodium*causante de la enfermedad (WHO, 1998).

El tratamiento del paludismo depende principalmente de la administración de fármacos tales como cloroquina, quinina, mefloquina y pirimetamina, los cuales interfieren con la digestión de la hemoglobina en las etapas eritrocíticas del parásito, siendo hasta hace unas décadas los tratamientos de elección (Foley y Tilley 1998, Menting et al. 1997). Sin embargo, el uso indiscriminado llevó a la aparición de cepas resistentes en gran parte del mundo, principalmente a la cloroquina (Bernaola y Marcotegui 2001). Debido a la disminución de la eficacia de estos medicamentos es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas para contrarrestar la enfermedad.Las plantas medicinales utilizadas en la medicina tradicional para el tratamiento del paludismo representan una alternativa para la búsqueda de nuevos compuestos con actividad antiparasitaria. Al respecto se han aislado lactonassesquiterpénicas de especies de la familia *Asteracea*, las cuales muestran actividad parasiticida contra *P. falciparum*. Los compuestos Neurelin A y NeurelinB obtenidos de *Neurolaenalobata* muestran efectos comparables con los fármacos de referencia, artemisina y quinina (Caniato y Puricelli 2003).

En algunos extractos de *Simaroubaceasp* se encontraron triterpenosbrucein A, brucein B, brucein D y brusantol, los cuales poseen actividad *in vitro* contra *P. falciparum*, sin embargo son citotóxicos y poco específicos (Caniato y Puricelli 2003).

Otro grupo de compuestos bioactivos denominados alcamidashan mostrado actividad parasiticida *in vitro. Zanthoxylumgilleti*es una planta utilizada para el tratamiento del paludismo en la medicina tradicional de Tanzania, a partir de la cual se aislaron dos alcamidas sustituidas (con grupo *N*-isobutil); la *N*-isobutil-2*E*,4*E*-decadienamida y la *N*-isobutil-3-(3,4-metilendioxyfenil)-2*E*-propenamida, que poseen actividad biocida contra *P. falciparum*, atribuyendo dicha actividad a la insaturación 2*E*presente en la estructura de las alcamidas (Weenen et al. 1990).En un trabajo similar con *Phyllantusfraternus,*utilizada en Ghana para el tratamiento del paludismo, se aislaron dos alcamidas no sustituidas; la 2*E*,4*E*-octadienamida y 2*E*,4*Z*-decadienamida, las cuales poseen moderada actividad contra *P. falciparum*, donde los autores sugieren que no es necesaria la presencia del grupo *N*-isobutil, siendo sólo necesaria la insaturación 2*E* para el efecto observado (Sittie et al. 1998). Sin embargo, en ambos trabajos faltó considerar la longitud de cadena de las alcamidas, así como la presencia de enlaces triples. *Heliopsislongipes* A. Gray Blake es una planta endémica de la Sierra Gorda del Estado de Guanajuato, encuyas raíces acumula alcamidassiendo la *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida (afinina) el compuesto mayoritario al cual se atribuyen las actividades biológicas de la planta (Ximénez 1615, Martínez 1994, Molina-Torres et al. 1999). Una de las características de la afinina y de las alcamidas sintetizadas por *H. longipes* A. Gray Blake es la presencia de lainsaturación 2*E* en su estructura, la cual se ha demostrado desempeña una función importante en la actividad bactericida, fungicida y como hormona de crecimiento de *Arabidposisthaliana* (Molina-Torres et al. 1999, Molina-Torres et al. 2004, Ramírez-Chávez et al. 2004). *Heliopsislongipes* A. Gray Blake posee además alcamidas con longitud de cadena variable, dos o más dobles enlaces, así como triples, por lo que esta planta representa un buen modelo para llevar a cabo estudios de relación estructura función. Así mismo, se ha demostrado que los extractos etanólicos de las raíces de la planta no muestran efectos citotóxicos en cultivos celulares *in vitro,* ni en un modelo de ratón *in vivo* (Cariño-Cortés et al. 2010). Lo que valida su uso como modelo de estudio, así como fuente de moléculas con potencial farmacológico.En base a lo anterioren este trabajo se evaluó el efecto de tres alcamidasy un éster, aislados de *H. longipes*A. Gray Blake contra *P. falciparum in vitro*, con el objetivo de determinar la relación estructura-actividad de las alcamidas.

1.1 Método

Recolección del material vegetal: Se recolectaron raíces de *H. longipes*A. Gray Blake, en el municipio Puerto de Tablas, Xichú en la Sierra Gorda del Estado de Guanajuato, a altitudes entre 2589 msn, en terrenos alterados de bosque de encinos (*Quercus*sp) y con pendientes pronunciadas. La autenticidad del material fue realizada por el Dr. JerzyRzedowski del Instituto de Ecología de Pátzcuaro, Michoacán donde se depositaron especímenes de referencia (García-Chávez et al. 2004).

Obtención de extractos: El extracto etanólico de las raíces de *H. longipes*A. Gray Blake se obtuvo a partir de 1.5 Kg de raíces secas, las cuales fueron pulverizadas y maceradas con 10 L de etanol absoluto durante una semana a temperatura ambiente, transcurrido este período el extracto se filtró con papel filtro Whatman No. 2 para eliminar partículas suspendidas.

El extracto obtenido se concentró hasta aproximadamente 1 L, utilizando un evaporador rotatorio Büchi 461 a una temperatura de 50 ºC, posteriormente el extracto se guardó a 4 ºC hasta su uso. Las muestras del extracto etanólico fueron analizadas en un Cromatógrafo de Gases (GC Hewlett-Packard modelo 5890) equipado con una columna capilar HP-1MS (30 m x 0.25 mm, i.d.; 0.25 *í*m film thickness) acoplado a un Espectrómetro de Masas (Hewlett-Packard, modelo 5972 MSD). El equipo fue programado con las siguientes condiciones de operación: la temperatura del inyector se mantuvo a 200 °C, mientras que la temperatura inicial del horno a 150 °C durante 3 minutos, con incremento de 4 °C por minuto hasta lograr una temperatura final de 300 °C, la cual se mantuvo durante 20 minutos. Se utilizó Helio como gas acarreador con un flujo constante de 1 mL/min.

Purificación de las alcamidas del extracto de *H. longipes*A. Gray Blake:El extracto etanólico fue fraccionado mediante cromatografía en columna utilizando silica gel 60G (J.T. Baker) como soporte. El extracto fue eluido utilizando 100 mL de hexanoy mezclas de hexano:acetato de etilo (Hex:AcoEt) con polaridad creciente: 100 mL (90:10 v/v), 200 mL (80:20 v/v), 100 mL (70:30 v/v), 100 mL (60:40 v/v), 100 mL (50:50 v/v) y 100 mLde acetato de etilo.Se colectaron fracciones de 50 mL, las cuales fueron evaporadas, disueltas en 1 mL de etanol y analizadas mediante CG-EM para determinar el perfil de compuestos en cada fracción. Las fracciones que mostraron compuestos aislados a partir del extracto se purificaron mediante cromatografía en capa fina, utilizando placas de vidrio de 20 cm X 20 cm impregnadas con 0.5 mm de silica gel 60G (Merk). Las placas se desarrollaron en una cámara de vidrio con el sistema de solventes Hex:AcoEt 2:1 (v/v) durante 45 minutos. Posteriormente se secaron al aire y se asperjaron con una solución etanólica de fluoresceína al 0.02%. Las placas se observaron bajo luz ultravioleta, de las cuales se eluyeron las bandas mayoritarias utilizando AcoEt como eluato. El AcoEt se evaporó a sequedad y las bandas purificadas se resuspendieron en etanol y se analizaron mediante CG-EM, el procedimiento se repitió hasta obtener un solo pico en los cromatogramas. La *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida fue sometida a reducción catalítica siguiendo el procedimiento descrito por Ríos-Chávez (2003), a 10 mg de la molécula pura se le adicionaron 10 mg de oxido de platino como catalizador. La mezcla se mantuvo a 80 ºC y se burbujeó Hidrógeno durante 7 minutos. La mezcla de reacción se purificó mediante cromatografía en capa fina.

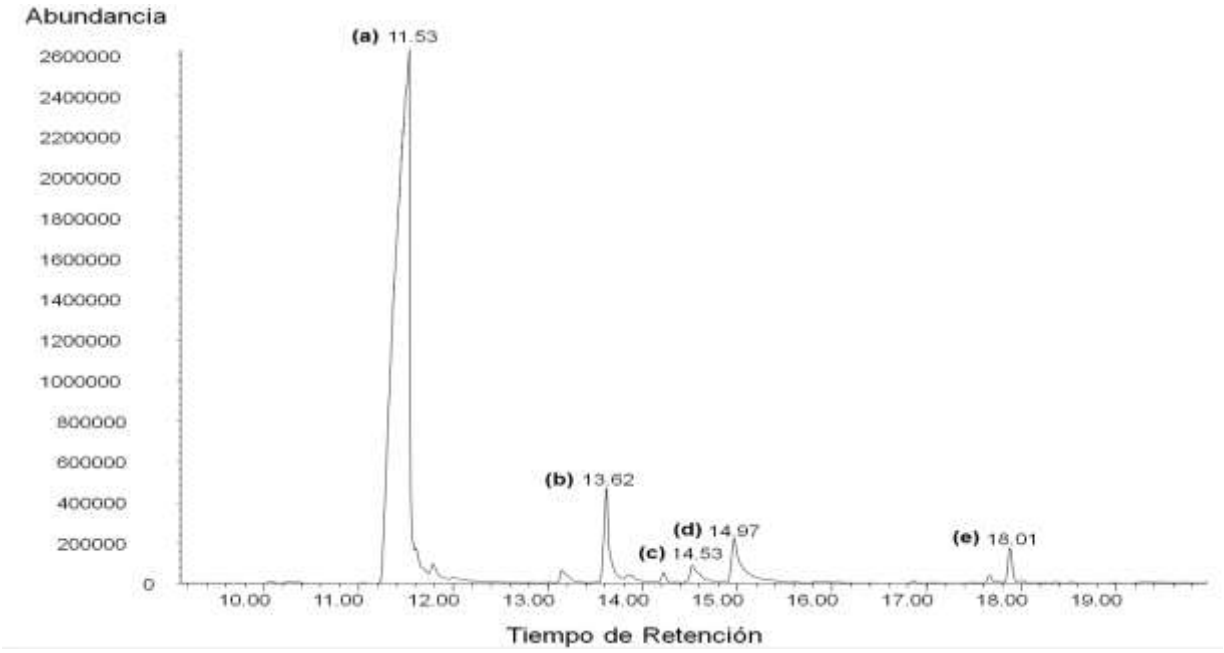
Bioensayos contra *Plasmodiumfalciparum:*Los ensayos se realizaron en cajas de cultivo celular de 24 pozos (Nuaire) colocando 990 µL de cultivo de *P. falciparum*a una parasitema de 2 % y hematocrito del 5 %. A cada pozo se adicionaron 10 µL de la solución de compuestos a fin de obtener concentraciones de 2, 4, 6, 8, 16, 20, 25, 30 y 35 µg/mL. Como control positivo se utilizaron dosis de1,5, 10, 15 y 20 µg/mL de Pirimetamina®y como control negativo se utilizaron 10 µL de etanol.

Además se utilizó un control de eritrocitos al 5 % más 10µL de etanol y como blanco 990 µL del cultivo de *P. falciparum* más 10 µL de medio RPMI 1640. La caja del bioensayo fue expuesta durante un minuto a una mezcla de gases 1% O_2, 3% CO_2 y 96 % N_2 y se incubaron a 37ºC durante 24 horas. Transcurrido el período de incubación se tomaron alícuotas de 100 µL para realizar un frotis, el cual fue teñido con colorante Giemsa y se observó en el microscopio para determinar el porcentaje de parasitemia.Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa de diseños experimentales FAUANL versión 2.5 (Olivarez-Sáenz, 1994). La dosis letal media se determinó mediante análisis de regresión (Zhang et al. 2001).

1.2 Resultados

Perfil cromatográfico del extracto etanólico de las raíces de *H. longipes*A. Gray Blake:A partir del extracto concentrado a presión reducida se recuperó un aceite color amarillo,cuyo aspecto correlaciona con la naturaleza lipídica de las alcamidas. El aceite se disolvió en etanol absoluto y se analizó mediante CG-EM. El análisis del cromatogramamuestravarios compuestos los cuales se identificaron en base a la biblioteca NIST (Grafico 1).

Grafico 1 Perfil cromatográfico del extracto etanólico de las raíces de *H. longipes* AGray Blake



El pico más alto corresponde a la (a) *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida, el compuesto bioactivo presente en las raíces de la planta. El resto de los picos corresponden a las diferentes alcamidas presentes en el extracto, (b) *N*-(2-metilbutil)-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida, (c) *N*-isobutil-2*Z*-monoen-8,10 diin-undecamida, (d) *N*-isobutil-2*E*-monoen-8,10 diin-undecamida y (e) 2*E*,6*Z*,8*E* decatrienoato de bornilo.

El análisis del cromatograma revela un compuesto mayoritario que eluye con un tiempo de retención de 11.53 minutos (Figura 1); y un patrón de fragmentación por EM *m/z* (masa/carga) = 221 (10), 192 (4), 141 (100), 126 (39), 98(26), 81 (94), 68 (14), 53 (12); el cual al ser comparado con la biblioteca NIST, confirma que el compuesto mayoritario en las raíces de *H. longipes*A. Gray Blake es la (a) afinina (*N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E* decatrienamida), cuyos picos *m/z*= 221 y 141 corresponden al ión molecular y al ión padre, respectivamente (Figura 2).

Por otro lado el cromatograma, muestra que además de la afinina, el extracto contiene compuestos minoritarios (Figura 1); cuyo patrón de fragmentación por EM comparado con la base de datos, sugiere que corresponden a distintas alcamidas: (b) *N*-(2-metilbutil)-2*E*,6*Z*,8*E* decatrienamida, (c) *N*-isobutil-2*Z*-monoen-8,10 diin-undecamida y (d) *N*-isobutil-2*E*-monoen-8,10 diin-undecamida; y el éster (e) 2*E*,6*Z*,8*E* decatrienoato de bornilo (Tabla 1, grafico 1.2), lo cual demuestra que el extracto etanólico está formado por una mezcla de alcamidas. Finalmente, con el análisis por CG-EM se determinó la concentración del extracto, estimada como 142.2 mg/mL en base a la alcamida mayoritaria; la afinina, considerada como parámetro indicador de la eficiencia del proceso de extracción.

Grafico 1.1 Patrón de fragmentación por Espectrometría de Masas de la afinina, *N*-isobutil-2*E*, 6*Z*, 8*E*decatrienamida.

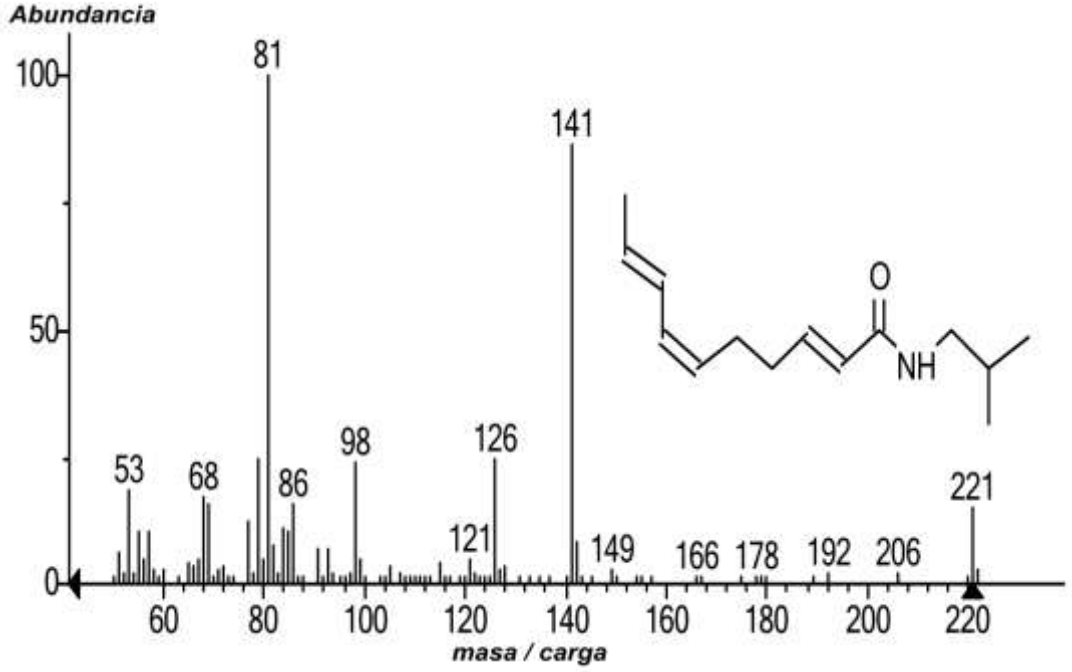
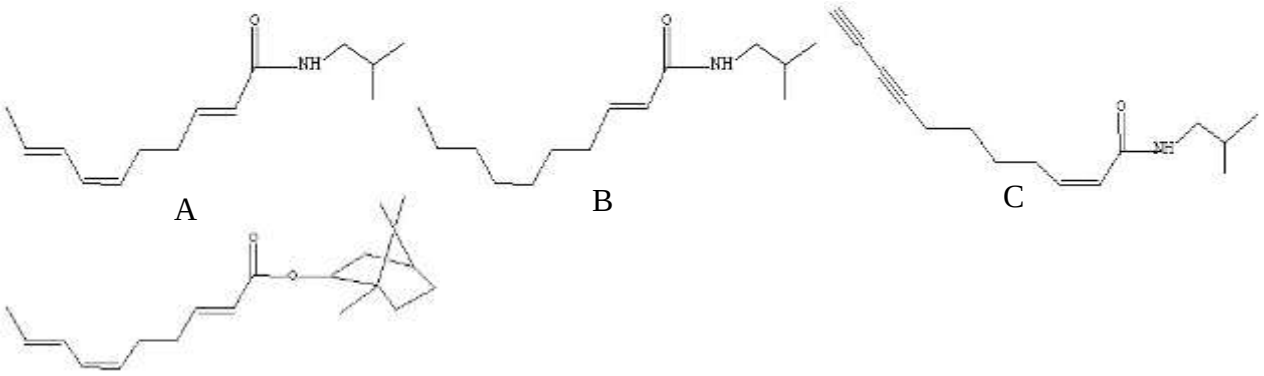


Tabla 1. Perfil cromatográfico del extracto etanólico de las raíces de *H. longipes* A. Gray Blake

Compuesto	TR	EM (*m/z*)
(a)*N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida	11.53	221 (10), 192 (4), 141 (100), 126 (39), 98(26), 81 (94), 68 (14), 53 (12)
(b)*N*-(2-metilbutil)-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida	13.62	235 (12), 53 (18), 69 (18), 81 (100), 86 (30), 98 (14), 126 (12), 155 (88)
(c)*N*-isobutil-2*Z*-monoen-8,10 diin-undecamida	14.53	230 (1), 146 (10), 141 (9), 131 (73), 117 (76), 103 (27), 91 (95), 57 (100)
(d)*N*-isobutil-2*E*-monoen-8,10 diin-undecamida	14.97	231 (17), 57 (45), 63(35), 79 (21), 91 (100), 103 (41), 116 (45), 131 (58)
(e)2*E*,6*Z*,8*E*decatrienoato de bornilo	18.01	302 (0.2), 137 (76), 121 (9), 109 (13), 93 (14), 81 (100), 69 (7), 55 (6.1)

TR= Tiempo de retención; EM= Patrón de fragmentación por espectrometría de masas

Figura 1.2 Estructura de las alcamidas aisladas del extracto etanólico de *H. longipes* A. Gray Blake: (A) *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida, (B) *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E* decamonoenamida (C) *N*-isobutil-2*Z*-monoen-8,10 diin-undecamiday (D) 2*E*,6*Z*,8*E* decatrienoato de bornilo



1.3 Aislamiento y purificación de las moléculas del extracto etanólico de H. longipes A. Gray Blake.

Las fracciones eluidas con la mezcla de solventes Hex:AcoEt 90:10, 70:30 y 50:50 mostraron compuestos aislados, por lo que se procedió a realizar la purificación mediante cromatografía en capa fina. A partir de la mezcla 90:10 se obtuvo el 2*E*,6*Z*,8*E*decatrienoato de bornilo, mientras que de las mezclas 70:30 y 50:50, la molécula mayoritaria del extracto *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida y la *N*-isobutil-2*Z*-monoen-8,10-diin-undecamida, respectivamente. Las moléculas se resuspendieron en etanol y se cuantificaron mediante CG-EM hasta su uso. Además, la *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida fue sometida a reducción catalítica para obtener una molécula reducida parcialmente, la *N*-isobutil-2*E*decamonoenamida, cuya identidad fue confirmada por CG-EM y Resonancia Magnética Nuclear (datos no mostrados).

1.4 H. longipes A. Gray Blake muestra efecto antiparasitario contra P. falciparum in vitro.

Los resultados obtenidos muestran que el extracto etanólico y alcamidas de *H. longipes* A. Gray Blake ejercen actividad contra *P. falciparuminvitro*(Tabla 2). La parasitemia disminuye en relación directa con la concentración del las moléculas evaluadas, así se observó deformación de la membrana parasitófora, colapso y muerte de trofozoitos y esquizontes, siendo estos los estadíos más afectados por las alcamidas. Los compuestos pueden ordenarse en base a la actividad mostrada: 2*E*,6*Z*,8*E*decatrienoato de bornilo > *N*-isobutil-2*Z*-monoen-8,10-diin-undecamida > *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida > *N*-isobutil-2*E*decamonoenamida.

Tabla 1.1 Dosis Letal 50 de las alcamidas evaluadas contra P. falciparum

Molécula	DL_{50}µM
Extracto etanólico	90.49
N-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida	72.39
N-isobutil-2*E*decamonoenamida	133.30
N-isobutil-2*Z*-monoen-8,10-diin-undecamida	52.98
2*E*,6*Z*,8*E*decatrienoato de bornilo	17.02
Pirimetamina	12.00

1.5 Discusión

Previamente se ha demostrado la actividad parasiticida de las alcamidas aisladas de dos plantas medicinales utilizadas en la medicina tradicional de África, *ZanthoxyllumguilletiyPhyllantusfraternus*, dicha actividad se ha atribuido a la insaturación 2*E* presente en la estructura de las alcamidas independientemente de la presencia del sustituyente *N*-isobutil (Weenen et al. 1900, Sittie et al. 1998). Sin embargo en estos estudios no fue considerada la longitud de cadena, la cantidad de dobles enlaces, la presencia de triples enlaces y la longitud de la cadena. *Heliopsislongipes* A. Gray Blake sintetiza varias alcamidas, cuyas características son la presencia del sustituyente *N*-isobutil e insaturaciones, siendo la más común la 2*E*, variedad de longitud de cadena y la presencia de triples enlaces en la evaluación biológica.

Estas características la hacen un buen modelo para estudiar la relación estructura función de las moléculas sintetizadas por la planta. La *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida, es la alcamida mayoritaria presente en las raíces de esta planta, la cual es responsable de los efectos bactericida, fungicida, entre otros (Molina-Torres et al. 1999, Molina-Torres et al. 2004).

El extracto etanólico de *H. longipes* ejerce efecto contra *P. falciparum* de manera dependiente de dosis, el cual puede ser atribuido al efecto sinérgico de las alcamidas presentes en las raíces. La *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida, alcamida mayoritaria, con longitud de 10 átomos de carbono muestra efectos similares parasiticidas. Sin embargo su derivado, la molécula parcialmente reducida la *N*-isobutil-2*E*decamonoenamida, en la cual se eliminaron las insaturaciones 6*Z*, 8*E;* disminuyen la actividad biológica demostrando la importancia de estos dobles enlaces para dicha actividad.

Por otro lado la molécula*N*-isobutil-2*Z*-monoen-8,10-diin-undecamida, con longitud de 11 átomos de carbono, dos triples enlaces en las posiciones 8 y 10, ejerce efecto a menores concentraciones que la *N*-isobutil-2*E*,6*Z*,8*E*decatrienamida.

Mientras que el 2*E*,6*Z*,8*E*decatrienoato de bornilo, con longitud de cadena de 10 átomos de carbono y como sustituyente el borneol, ejerce efecto a menores concentraciones que las alcamidas anteriormente mencionadas. Los resultados obtenidos sugieren en orden de importancia para la actividad contra *P. falciparum*, el tipo de sustituyente conjugado a las insaturaciones 2*E*,6*Z*,8*E*; la longitud de cadena, triples enlaces; la insaturación 2*E* conjugada con 6*Z*,8*E*. Además la importancia del *N*-isobutil puede estar asociada a las insaturaciones conjugadas 2*E*,6*Z*,8*E*y a la longitud de cadena carbonada.

1.6 Conclusiones

Las alcamidas de *H. longipes* A. Gray Blake ejercen actividad parasiticida contra *P. falciparumin vitro*, esta actividad está relacionada con el tipo de sustituyente presente en la estructura molecular, así como la longitud de cadena carbonada, los triples enlaces y las insaturaciones 2*E*,6*Z*,8*E*.

1.7 Referencias

Bernaola, E. Marcotegui, F. (2001). Paludismo. Revista de la Asociación Española de Pediatría 27:183-187.

Canniato, R., Puricelli L. (2003). Review: Natural antimalarial agents (1995-2201). CriticalReviews in PlantSciencies 22(1):79-105.

Cariño-Cortés, R., Gayosso-De-Lucio, J. A., Ortíz, M. I., Sánchez-Gutiérrez, M., García-Reyna, P. B., Cilia-López, V. G., Pérez-Herrera, N. (2010). Antinociceptive, genotoxic and histopathological study of *Heliopsislongipes* S. F. Blake in mice. J. Ethnopharmacol 130:216-221.

Foley, M., Tilley, L. (1998).Quinolineantimalarials: mechanisms of action and resistance and prospects for new agents. PharmacologyTheraphy 79:55-87.

García-Chávez A, Ramírez-Chávez E, Molina-Torres J. 2004. El género *Heliopsis* (Heliantheae, Asteraceae) en México y las alcamidas presentes en sus raíces. *ActaBotánica Mexicana* 69:115-131.

Kinami, A. M., Chepkwony, H., Govaerts, C., Roets, E., Busson, R., De Witte, P., Zupkp, I. (2002).The antimalarial activity of isolates from *Ajugaremota. J. Nat. Prod*. 65:789-793.

Martínez M. 1994. Las plantas medicinales de México. Ediciones Botas 6ª Ed. pp. 113-115.

Menting, J. G., Tilley, L., Deady, L. M., Simpson, R. J., Cowman, A. F., Foley, M. (1997). The antimalarial drug, chloroquine interacts with lactate dehydrgenase from *Plasmodium falciparum*. *Mol and BiochemParasitol* 88:215-224.

Molina-Torres J, García-Chávez A, Ramírez-Chávez E. 1999. Antimicrobial properties of alkamides presents in flavouring plants traditionally used in Mesoamerica: Affinin and capsaicin.*J. Ethnopharmacology*64:241-248.

Molina-Torres J., Salazar-Cabrera C. J., Armenta-Salinas C., Ramírez-Chávez E. (2004). Fungistatic and bacteriostatic activities of alkamides from *Heliopsislongipes* roots: Affinin and reduced amides. J. Agric, FoodChem 52: 4700-4704.

Olivarez-Sáenz, E. (1994). Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.

Ramírez-Chávez, E., López-Bucio, J., Herrera-Estrella, L., Molina-Torres, J. (2004). Alkamides isolated from plants promote growth and alter root development in Arabidopsis. Plan Physiol 134:1058-1068.

Ríos-Chávez, P., Ramírez-Chávez, E., Armenta-Salinas C., Molina-Torres, J. (2003). *Acmellaradicans*varradicans.In vitro culturastablishment and alkamide content. In vitro Cell Develop Biol 39:37-41.

Sittie, A. A., Lemmich, E., Olsen, C. E., Hviid, L., Christensen S. B. (1998).Alkamides from Phyllantusfraternus.Plantamedica 64:192-193.

Weenen, H., Nkunya, M. H., Bray, D. H., Mwasumbi, L. B., Kinabo, L. S., Kilimali, A. E. (1990). Antimalarial compounds containing an α,β-unsaturated carbonyl moiety from Tanzanian medicinal plants. PlantaMedica 56:371-373.

World Health Organization (WHO) Annual Report, 1998.

Ximénez F. (1615). Qvatro libros de la naturaleza. México Calle Diego López Dávalos pp. 224.

Zhang, H. J., Tamez, P. A., Hoang, V. D., Tan, G. T., Hung, N.V. (2001). AntimalarialcompoundsfromRaphidoporadecursiva. *J. NatProd.* 64:772-777.

Análisis de homogeneidad a los datos climatológicos del distrito de riego 034 Zacatecas

Manuel Zavala, Marco Flores, Fabiola Arellano y Carlos Bautista

M. Zavala, M. Flores, F. Arellano y C. Bautista.
Universidad Atonoma de Zacatecas, Cristobal De Onate 110, 98050 Zacatecas
mzavala73@yahoo.com.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

The estimation of the effects of climate change on water resources is of great importance in regions with arid and semiarid climates where water availability is limited, such as 034 irrigation district of Zacatecas, Mex. The reliability of the estimate depends directly on the quality of each of the time series of weather variables to use, having to have continuous records and unaltered by anthropogenic conditions. In this paper we apply nonparametric tests Standard Normal Homogeneity (SNHT for its acronym in English), and Pettitt Buishand to determine the record length data homogeneous maximum temperature, and precipitation Miniña each weather station that dominates the six modules surface irrigation district 034. It identifies the homogeneous period of the three time series in each irrigation module which can be used with high certainty in future studies of the effects of climate change in this area.

2 Introducción

La superficie agrícola bajo riego en el estado de Zacatecas abarca 153,000 ha, de las cuales 18,230 ha están integradas al distrito de riego 034 estado de Zacatecas, conformado por seis módulos de riego (asociaciones civiles) que están distribuidos en el territorio estatal y el resto de la superficie se concentra en unidades de riego que en general carecen de organización formal. La agricultura de riego contribuye significativamente en el producto interno bruto estatal por lo que estudiar el impacto del cambio climático sobre esta actividad es importante para la región, siendo el distrito de riego 034 el que dispone de la estadística hidroagrícola y climatológica necesaria para realizar el estudio.

La agricultura de riego es afectada por las condiciones climatológicas, ya que estas definen la cantidad de agua que debe extraerse de los almacenamientos superficiales y subterráneos para satisfacer las demandas hídricas de los cultivos. Algunos elementos del clima que determinan las necesidades de riego son la temperatura máxima y mínima así como la precipitación, por lo que para analizar el impacto el impacto del cambio climático en esta actividad es indispensable primero modelar la evolución de estas variables.

Las series de tiempo de las variables climatológicas son básicas para modelar su comportamiento bajo escenarios de cambio climático, sin embargo se requiere que estos datos presenten homogeneidad estadística, ya que cualquier anomalía en la información que no sea causada por las condiciones meteorológicas producirá alteraciones en las proyecciones del clima y puede inducir interpretaciones erróneas sobre su evolución. Algunas causas frecuentes de variaciones abruptas en los registros de las variables climatológicas no relacionadas con fluctuaciones del clima son: a) cambios de ubicación de la estación climatológica; b) cambios de sensores o de métodos de medición; c) descalibración o falla de los instrumentos de medición; y d) modificación del entorno de la estación. A esto se suma la existencia de periodos en las series de tiempo donde no se tienen observaciones. Por tales causas, previo a realizar una modelación del clima, es indispensable verificar si la información disponible presenta o no condiciones de homogeneidad.

Un análisis de homogeneidad identifica si una serie de tiempo es estacionaria en la media (estacionariedad de primer orden) y en la varianza (estacionariedad de segundo orden), y en caso de no serlo ubica el punto de cambio en las tendencias para que el modelador del clima tome decisiones sobre la factibilidad de corregir la serie a partir de observaciones cercanas confiables o de trabajar sólo con la parte de la serie que le presente mayor confiabilidad. El análisis de homogeneidad de primer orden evalúa los cambios en la media y tendencia en la media de la serie de datos y el análisis de segundo orden los cambios en la tendencia de la varianza. En este trabajo se concentra en el análisis de primer orden ya que para analizar el segundo momento de manera confiable, se necesita más información de la que se tiene disponible.

Desde el punto de vista estadístico se dice que una serie de datos es homogénea si es una muestra de una población, y en tal caso es factible obtener resultados representativos de ella. En caso de no ser homogénea puede ser que los datos analizados correspondan a dos poblaciones diferentes. Se pueden aplicar pruebas estadísticas paramétricas o pruebas estadísticas no paramétricas para deducir si existe una tendencia estadísticamente significativa en el comportamiento de la serie. Las pruebas paramétricas presuponen una distribución de probabilidad dada para los datos (por ejemplo la prueba t de student) mientras que las no paramétricas no la presuponen y por ello se conocen también como pruebas de distribución libre. Si bien las pruebas no paramétricas manejan hipótesis sencillas de satisfacer, tienen la ventaja de ser de fácil aplicación y la de detectar cualquier forma de tendencia.

Existen diferentes pruebas estadísticas no paramétricas para evaluar cambios en la media y en la tendencia de la media de las series de tiempo, como las técnicas de Mann-Whitney, signo, Pettitt, Buishand, homogeneidad normal estándar (SNHT por sus siglas en inglés), etc., que han sido aplicadas para analizar series anuales, mensuales y diarias de temperatura y precipitación (Hanssen-Bauer y Forland, 1994; Wijngaard *et al.* 2003; Mihajlovic, 2006), sin embargo muy pocos estudios comparan la eficacia de estas pruebas. Una de las excepciones es el trabajo de Ducré-Robitaille *et al.* (2003) quienes evaluaron y compararon el desempeño de ocho técnicas para detección de discontinuidades en series de temperatura y concluyeron que la prueba que muestra el mejor desempeño es la SNHT. Martínez *et al.* (2009) establecieron que la prueba SNHT detecta mas fácilmente rupturas en los extremos de las series de tiempo mientras que las técnicas de Buishand y Pettitt son mas sensibles para localizar ruptura en la porción central de las series, por lo que el uso de estas tres pruebas en conjunto puede proporcionar indicadores confiables sobre la homogeneidad de primer orden de la series de datos.

El objetivo del estudio es realizar un análisis de homogeneidad de los registros históricos de la temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial medidos en las estaciones climatológicas de los seis módulos del distrito de riego 034 estado de Zacatecas, aplicando las pruebas no paramétricas SNHT, Buishand y Pettitt.

2.1 Materiales y métodos

Pruebas estadísticas no paramétricas:

La pruebas estadísticas consideradas en este trabajo son la de Homogeneidad Normal Estándar (SNHT), Buishand y Pettitt. En estas pruebas se manejan los conceptos clásicos estadísticos de la hipótesis nula H_0, hipótesis alternativa H_1 y nivel de significación α.

La hipótesis nula es aquella idea que se asume verdadera hasta que la prueba estadística indique lo contrario; el nivel de significación representa la probabilidad de rechazar erróneamente la hipótesis nula, tradicionalmente se selecciona no mayor al 5%; y la hipótesis alternativa es el complemento de la hipótesis nula. Las tres pruebas detectan cuándo se produce el cambio o ruptura de la serie.

a) Prueba de Homogeneidad Normal Estándar (SNHT): Alexandersson (1986) desarrolló la prueba de homogeneidad normal estándar (SNHT) para el estudio de heterogeneidades en forma de cambios abruptos en el valor medio de las observaciones; Alexandersson y Moberg (1997) modificaron esta prueba para el estudio de heterogeneidades en forma de las tendencias temporales lineales en el valor medio de las observaciones. La prueba SNH se basa en el estadístico $T(k)$ que compara la media de los primeras k observaciones con la media de las restantes $n-k$ observaciones:

$$T(k) = kz_1^2 + (n-k)z_2^2 \qquad k = 1,\ldots,n \tag{2}$$

Donde:

$$z_1 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \tag{2.1}$$

$$z_2 = \frac{1}{n-k}\sum_{i=k+1}^{n}\frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \tag{2.2}$$

Siendo n el tamaño total de la muestra; μ_x la media de los datos; y σ_x la desviación estándar de los datos.

La ruptura de la serie ocurre cuando T(k) se localiza alrededor de la observación que maximiza la variable T; y la hipótesis nula H_0 se rechaza si el indicador estadístico $T_0 = \max[T(k)]$ es mayor que un valor crítico que depende del tamaño de la muestra y del nivel de significación.

b) Prueba de Buishand: Esta prueba propuesta por Buishand (1982) es una prueba de origen bayesiano y hace referencia a un modelo simple que propone detectar un cambio en la media de la serie. La prueba define:

$$S(k) = \sum_{i=1}^{k}(x_i - \mu_x) \qquad k = 1,\ldots,n \tag{2.3}$$

Con $S(k=0) = 0$.

La serie es homogénea si $S \cong 0$, porque la serie de tiempo se distribuye aleatoriamente alrededor de su valor medio. Si existe una discontinuidad en la posición K, entonces S tendrá un máximo o un mínimo alrededor de esa posición. La significancia del cambio se evalúa:

$$R = \frac{\max[S(k)] - \min[s(k)]}{\sigma_x} \tag{2.4}$$

El valor crítico para la razón $R/\sqrt{n}$ depende del tamaño de la muestra y del nivel de significación. En esta prueba para ubicar la posición del punto de ruptura m, se define el estadístico B como para:

$$B = [n(n+1)]^{-1} \sum_{k=1}^{n-1} \left(S_k / \sigma_x\right)^2 \tag{2.5}$$

Los valores críticos del estadístico B fueron propuestos por Buishand (1982) a partir de un método de simulación de Monte Carlo.

c) Prueba de Pettitt: La prueba de Pettitt (1979) analiza los rangos de la serie $\{r_i : i = 1, \ldots, n\}$. El rango se define como la posición del dato en la serie ordenada de menor a mayor; en caso de que haya observaciones con el mismo valor se les asigna a todas el mismo rango, correspondiente a la media aritmética de los rangos que corresponderían a los elementos. Los rangos $r_1, \ldots, r_n$ de $x_1, \ldots, x_n$ son usados para calcular el indicador estadístico:

$$Y(k) = 2\sum_{i=1}^{k} r_i - k(n+1) \qquad k = 1, \ldots, n \tag{2.6}$$

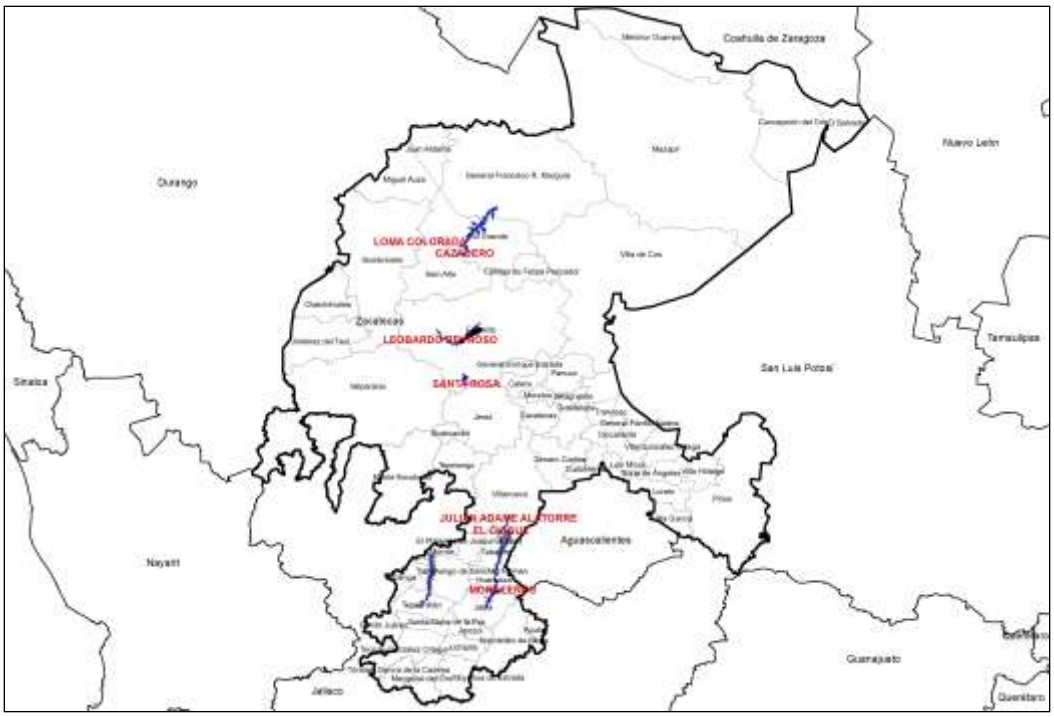
La ruptura de la serie se produce en la observación k cuando $Y(k)$ es máximo o mínimo. El valor crítico de la prueba depende del tamaño de la muestra y del indicador $Y_k = \max_{i \le i \le n} |x_i|$.

2.2 Resultados y discusión

Caso de estudio:

Los datos climatológicos a analizar, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación, corresponden al distrito de riego 034 estado de Zacatecas conformado por seis módulos de riego, ubicándose tres de ellos en la zona norte del estado y tres más en la zona sur del mismo. Los módulos de riego que integran el distrito 034 son los siguientes: Módulo1 Leobardo Reynoso; Módulo 2 Santa Rosa; Módulo 3 Excamé; Módulo 4 Ing. Julián Adame Alatorre; Módulo 5 El Chique; y Módulo 6 El Cazadero (ver Figura 2).

Figura 2 Ubicación geográfica de los módulos del distrito de riego 034 estado de Zacatecas



En cinco de los seis módulos de riego se cuenta con una estación climatológica convencional ubicada en la cortina de la presa que abastece a cada zona de riego y el módulo 1 "Leobardo Reynoso" carece de esta condición, pero dispone de una estación climatológica convencional dentro del polígono que delimita su superficie de riego.

Los datos generales de las seis estaciones base del estudio y sus registros históricos diarios corresponden a los reportados en la base CLICOM de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y se presentan en la Tabla 2 donde se remarcan en negritas.

De acuerdo a estos registros cuatro de las seis estaciones base presentan más del 90% de información climatológica en todo su periodo de operación y las dos restantes tienen más del 82% de datos. Sin embargo para realizar el análisis de homogeneidad se tiene que contar con series continuas, por lo que es necesario estimar la información faltante a partir de datos existentes.

Para este objetivo se ubicaron las estaciones climatológicas más cercanas a las estaciones base de cada módulo de riego y se seleccionaron aquellas que disponen de la información necesaria para completar los datos faltantes (ver Tabla 2).

Tabla 2 Estaciones climatológicas base en los módulos del distrito de riego 034

Clave Oficial	Nombre	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud	Fecha		Años	%
			G M S	G M S	msnm	Inicio	Final		datos
32018	El Sauz Módulo 1	Fresnillo	23 16 54	103 06 32	2,096	1939-06	2010-12	71.5	89.3
32020	Fresnillo	Fresnillo	23 10 26	102 53 27	2,201	1949-09	2010-12	61.2	78.4
32053	Santa Rosa	Fresnillo	22 55 33	103 06 46	2,236	1941-09	2010-12	69.2	90.4
32053	Santa Rosa Módulo 2	Fresnillo	22 55 33	103 06 46	2,236	1941-09	2010-12	69.2	90.4
32020	Fresnillo	Fresnillo	23 10 26	102 53 27	2,201	1949-09	2010-12	61.2	78.4
32018	El Sauz	Fresnillo	23 16 54	103 06 32	2,096	1939-06	2010-12	71.5	89.3
32019	Excamé Módulo 3	Tepechitlán	21 38 58	103 20 23	1,740	1946-05	2010-12	64.6	95.4
32057	Tlaltenango	Tlaltenango	21 46 25	103 18 34	1,685	1961-02	2010-12	49.8	89.9
32055	Tayahua Módulo 4	Villanueva	22 05 52	102 52 19	1,729	1965-05	2010-12	45.6	84.2
32013	El Chique	Tabasco	22 00 01	102 53 21	1,648	1961-01	2010-12	50.0	94.4
32013	El Chique Módulo 5	Tabasco	22 00 01	102 53 21	1,648	1961-01	2010-12	50.0	94.4
32055	Tayahua	Villanueva	22 05 52	102 52 19	1,729	1965-05	2010-12	45.6	84.2
32006	Cazadero Módulo 6	Sain Alto	23 41 35	103 5 37	1,862	1963-08	2010-12	47.3	82.9
32096	Río Grande	Río Grande	23 48 01	103 01 36	1,912	1974-10	1990-12	16.2	99.9
32045	Río Grande	Río Grande	23 49 01	103 01 33	1,902	1922-06	2010-12	88.5	60.3

El cálculo de datos de datos faltantes de la estación base “y” se realizó aplicando la siguiente relación:

$$\mathbf{y} = a\mathbf{x} + b \tag{2.7}$$

En donde: $\mathbf{x}$ es el vector que contiene los valores en los días de interés (estación de apoyo); $\mathbf{y}$ es el vector que contiene los valores calculados para la estación base; a y b son parámetros de ajuste que se obtienen a partir del análisis de regresión lineal del conjunto de datos medidos en las estaciones “y” y “x”. Las expresiones de cálculo de a y b son:

$$b = \frac{\sum x_i \sum x_i y_i - \sum y_i \sum x_i^2}{\left(\sum x_i\right)^2 - n\sum x_i^2} \tag{2.8}$$

$$a = \frac{\sum y_i - nb}{\sum x_i} \tag{2.9}$$

Donde n es el número de datos medidos en la misma fecha tanto en la estación base ($\mathbf{y}$) como en la estación de apoyo $\mathbf{x}$.

El procedimiento descrito permitió estimar datos faltantes de temperaturas máxima y mínima y precipitación para cada estación base de los módulos riego, en la Tabla 2 se presenta el periodo de tiempo en que fue posible tener datos diarios continuos en cada estación base.

Tabla 2.1 Periodos que se establecieron con datos continuos en las estaciones climatológicas base

Estación climatológica base	Periodo
El Sauz, Módulo 1 Leobardo Reynoso	enero 1940- diciembre 2010
Santa Rosa, Módulo 2 Santa Rosa	enero 1942- diciembre 2010
Excamé, Módulo 3 Excamé	mayo 1946- diciembre 2010
Tayahua, Módulo 4 Ing. Julián Adame	mayo 1965- diciembre 2010
El Chique, Módulo 5 El Chique	enero 1961- diciembre 2010
Cazadero, Módulo 6 Cazadero	agosto 1963- diciembre 2010

2.3 Análisis de las series de tiempo

Una vez completadas las series diarias de cada estación climatológica, tres por cada estación (temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación), se realizaron las pruebas de homogeneidad para evaluar su consistencia y determinar el periodo de tiempo en el cual la información es confiable. El análisis de homogeneidad de datos diarios es un problema de solución complicada pues éstos exhiben distribuciones de extremos amplios que son de difícil estimación, siendo este tipo de análisis un área abierta a la investigación. Un enfoque comúnmente usado entre los analistas del clima es realizar el análisis de homogeneidad a las series mensuales derivadas de datos diarios y es el procedimiento que se adoptó en este trabajo.

La hipótesis nula H_0 considerada en las tres pruebas de homogeneidad fue que las observaciones son independientes e idénticamente distribuidas, por lo tanto, todas las permutaciones posibles son igualmente probables; mientras que la hipótesis alternativa H_1 fue que un cambio en el valor promedio ocurre.

El nivel de significación considerado fue $\alpha = 5\%$. Se seleccionaron series mensuales de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación de igual tamaño en cada estación climatológica aunque éste varía entre estaciones por el año en que iniciaron su operación. Se aplicaron las pruebas a cada estación sin considerar las condiciones y resultados de las otras estaciones, puesto que el objetivo es identificar información confiable para desarrollar estudios posteriores de cambio climático para cada módulo de riego. Los resultados de las pruebas de homogeneidad fueron clasificados de acuerdo a los siguientes criterios:

Clase A; Útil. La serie de tiempo que confirma la hipótesis nula en las tres pruebas o en dos de las tres pruebas se considera homogénea y útil para el desarrollo de estudios posteriores.

Clase B; Dudoso. La serie de tiempo que sólo confirma la hipótesis nula sólo en una de las tres pruebas, exhibe un comportamiento preferentemente no homogéneo y debe inspeccionarse cuidadosamente antes de su posterior análisis.

Clase C; Sospechoso. La serie de tiempo que rechaza la hipótesis nula en las tres pruebas, exhibe un comportamiento no homogéneo y no se recomienda usarse en la forma analizada en estudios posteriores.

Las pruebas estadísticas se desarrollaron aplicando la herramienta computacional XLStat cuya versión de prueba puede ser descargada del sitio http://www.xlstat.com/es/.

Comportamiento de la series para la longitud máxima

La primera fase del análisis fue realizar las pruebas de homogeneidad a las series mensuales de temperaturas máxima, temperatura mínima y precipitación de cada estación base, considerando el periodo de tiempo presentado en la Tabla 2.1 En las Figuras 2-4 se muestran ejemplos de los resultados obtenidos para el módulo 1 y en la Tabla 2.2 se presentan los resultados para las tres variables climatológicas de los seis módulos, donde se tiene que sólo en dos de las seis estaciones climatológicas, que son las de los módulos Santa Rosa y Cazadero, sus tres series de tiempo alcanzan la categoría A.

Figura 2.1 Resultados de la prueba SNHT aplicada a los datos mensuales de temperatura máxima de la estación climatológica El Sauz (módulo 1 Leobardo Reynoso)

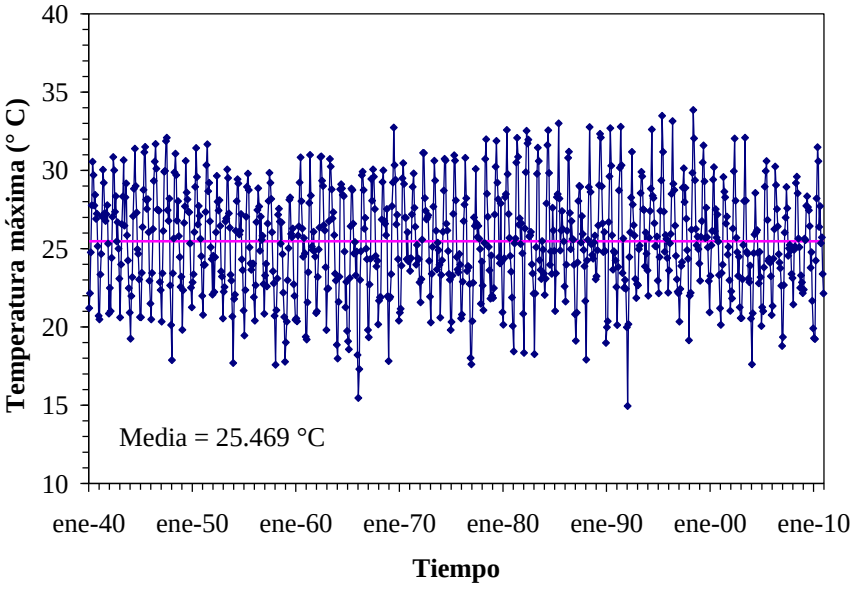


Tabla 2.2

Estadísticas descriptivas					
Observaciones	Obs. con datos perdidos	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura media	Desviación típica
852	0	14.947	33.855	25.469	3.364

Tabla 2.3

Prueba de homogeneidad normal estándar (SNHT)				
T_0	5.967			
0.352				
0.050				
Intervalo de confianza para el p-valor al 99%:] 0.339, 0.364 [				
H_0: Los datos son homogéneos; H_1: Hay una fecha en la que hay un cambio en los datos				

Figura 2.2 Resultados de la prueba Buishand aplicada a los datos mensuales de temperatura mínima de la estación climatológica El Sauz (módulo 1 Leobardo Reynoso)

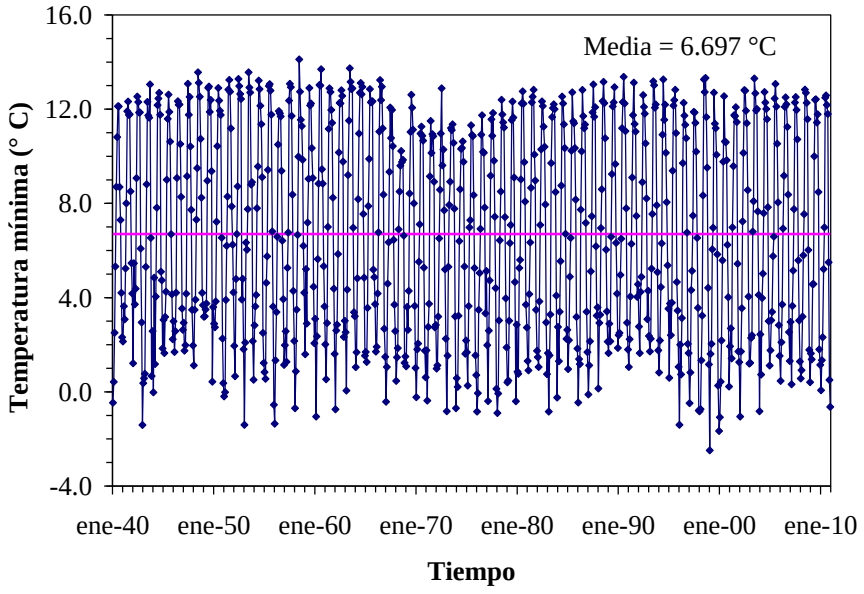


Tabla 2.4

Estadísticas descriptivas					
Observaciones	Obs. con datos perdidos	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura media	Desviación típica
852	0	-2.484	14.117	6.697	4.447

Tala 2.5

Prueba de de Buishand				
R	32.815			
p-valor (bilateral)	0.611			
α	0.050			
Intervalo de confianza para el p-valor al 99%:] 0.599, 0.624 [				
H_0: Los datos son homogéneos; H_1: Hay una fecha en la que hay un cambio en los datos				

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H_0 cuando es verdadera es de 61.14%.

Figura 2.3 Resultados de la prueba de Pettitt aplicada a los datos mensuales de precipitación de la estación climatológica El Sauz (módulo 1 Leobardo Reynoso)

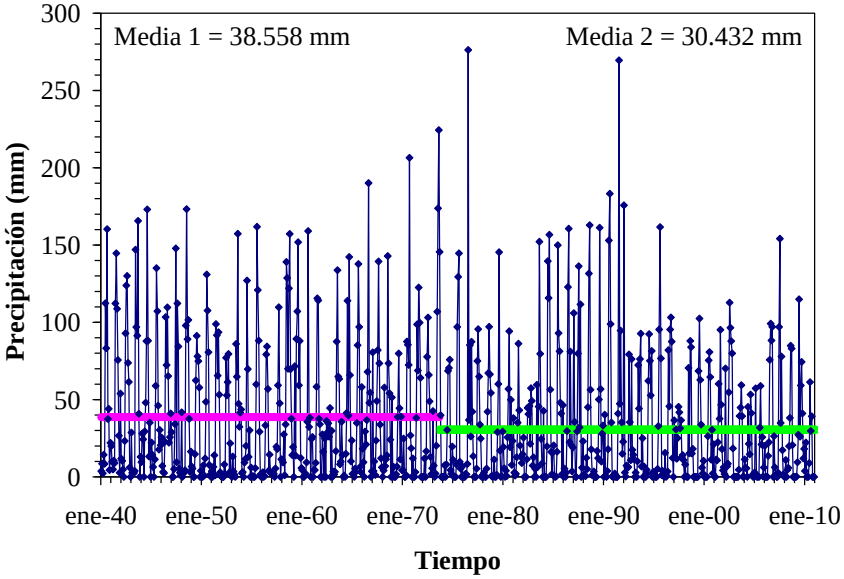


Tabla 2.6

Estadísticas descriptivas					
Observaciones	Obs. Con datos perdidos	Precipitación mínima	Precipitación máxima	Precipitación media	Desviación típica
852	0	0.000	276.200	34.272	44.131

Tabla 2.7

Prueba de Pettitt				
K	23197			
Punto de ruptura	oct-73			
p-valor (bilateral)	0.008			
α	0.050			
Intervalo de confianza para el p-valor al 99%:] 0.006, 0.011 [				
H_0: Los datos son homogéneos; H_1: Hay una fecha en la que hay un cambio en los datos				

2.4 Determinación del periodo homogéneo de cada serie de tiempo

Finalmente se determinó el periodo de tiempo para el cuál el 100% de las series de cada módulo alcanzan la categoría A.

Esto se hizo recortando la longitud de la serie hasta alcanzar esta categoría, observándose que el periodo fuera el mismo para las tres variables climatológicas de la estación climatológica de cada módulo, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8 Resultados de las pruebas de homogeneidad aplicadas a las series de tiempo de las estaciones climatológicas de los módulos de riego del DR 034

Módulos	Periodo	Total de años	T. máx.	T. min.	Precipitación
M-1 Leobardo Reynoso	1940-2010	70	A	A	C
	1947-2010	63	A	A	A
M-2 Santa Rosa	1942-2010	68	A	A	A
M-3 Excamé	1946-2010	64	C	C	B
	1970-2010	40	A	A	A
M-4 Ing. Julián Adame	1965-2010	45	C	C	C
	1983-2010	27	A	A	A
M-5 El Chique	1961-2010	49	C	C	C
	1988-2010	22	A	A	A
M-6 Cazadero	1964-2010	46	A	A	A

A Útil; B Dudoso; C Sospechoso.

2.5 Conclusiones

El análisis de homogeneidad realizado a las series mensuales de temperatura máxima, temperatura mínima y precitación pluvial medidas en las estaciones climatológicas de los seis módulos del distrito de riego 034, permitió determinar sus tendencias y comportamiento estadístico. Del análisis se tiene que sólo las series de los módulos Santa Rosa y Cazadero son homogéneas en todo su periodo de medición, 1942-2010 para el primero y 1964-2010 para el segundo. Mientras que los datos climatológicos de las estaciones pertenecientes a los cuatro módulos restantes, presentan rupturas o cambios abruptos en alguna o todas sus series de datos, siendo los casos críticos los módulos Ing. Julián Adame y El Chique ya que ninguna de sus tres series es homogénea y no es conveniente usar el 100% de sus registros para proyecciones de clima. El análisis de homogeneidad también permitió ubicar el periodo en el cual las series de tiempo de estos cuatro módulos presentan un comportamiento homogéneo: Leobardo Reynoso 1947-2010, Excamé 1970-2010, Ing. Julián Adame 1983-2010 y El Chique 1988-2010. Los resultados obtenidos son de gran utilidad para estudios que involucren las variables de clima evaluadas, como lo es el caso de estudios de cambio climático en la región del distrito de riego 034 Zacatecas.

2.6 Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por el Fondo Mixto Zacatecas-CONACyT a través del proyecto ZAC-2011-C01-169367.

2.7 Referencias

Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climate*, 6, 661–675.

Alexandersson H. & Moberg A. (1997). Homogenization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology*, 17, 25-34.

Buishand T. A., (1982). Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *Journal of Hydrology*, 58, 11-27.

Ducre-Rubitaille, J.-F., Vincent, L. A. & Boulet, G. (2003). Comparison of techniques for detection of discontinuities in temperature series. *International Journal of Climatology*, 23, 1087–1101.

Hanssen-Bauer, I. & Førland, E. (1994). Homogenizing long Norwegian precipitation series. *Journal of Climate*, 7, 1001–1013.

Martínez M.D., Serra C., Burgueño, A. & Lana X. (2009). Time trends of daily maximum and minimum temperatures in Catatonia (NE Spain) for the period 1975–2004. *International Journal of Climatology*, 30(2), 267–290.

Mihajlovic, D., (2006). Monitoring the 2003–2004 Meteorological Drought Over Pannonian Part of Croatia. *International Journal of Climatology*, 26, 2213–2225.

Pettitt, A. N. (1979). A nonparametric approach to the change point detection. *Applied Statistics*, 28, 126–135.

Wijngaard, J.B., Klein Tank, A.M.G., & Können, G.P. (2003). Homogeneity of 20th Century European Daily Temperature and Precipitation Series. *International Journal of Climatology*, 23, 679–692.

Análisis de tepache producido en el municipio de puebla para la identificación y aislamiento de microorganismos de interés biotecnológico en la industria alimentaria

Verónica Martínez, Gabriela Alvarado, María Borras, Claudia Montalvo, Esmeralda Soriano y Iván Galindo Santiago

V. Martínez, G. Alvarado, M. Borras, C. Montalvo, E. Soriano y I. Galindo.
Universidad Politécnica de Puebla. Laboratorio de Microbiología, Departamento de Ingeniería en Biotecnología, Tercer Carril Ejido Serrano S/N, Sn Mateo Cuanalá, Mpio. Juan C Bonilla, Pue. CP 72460
veromiros19@hotmail.com

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

3 Introducción

En México el término Tepache procede del náhuatl *"tepiatl"*, que significa "bebida de maíz", es una bebida no destilada obtenida por proceso de fermentación utilizando comúnmente cáscaras de fruta o combinación de frutas en particular. Microorganismos productores de metabolitos como alcoholes y ácidos orgánicos, hasta aquellos que se consideran de potencial probiótico han sido encontrados en estas bebidas de origen prehispánico.

En este trabajo se propone el desarrollo de estrategias para el diseño y obtención de productos con potencial alimentario.

Objetivo:Establecer los parámetros de aislamiento e identificación microbiológica, bioquímica y molecular de microorganismos de interés biotecnológico y de actividad Probiótica a partir del Tepache elaborado de forma tradicional en el municipio de Puebla.

Metodología:Se procedió a obtener muestras en establecimientos populares del Municipio de Puebla. Se determinó de la Calidad Sanitaria, se realizó con base en las Normas Oficiales Mexicanas para determinar Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA), Coliformes Totales(CT), Coliformes Fecakes (CF), Hongos y Levaduras, St. Aereus, Salmonella y E. coli.

Para el aislamiento de cepas los medios de cultivo utilizados fueron RAE para el género Acetobacter. MRS para el género Lactobacilius, PDA para Saccharomyces y EBM para género Candida. Para determinar si tenemos cepas con potencial probiótico, se realizò la identificaciòn molecular donde se amplificò Ribosomal 165 de las cepas presuntivas.

Resultados: Se encontrò que BMA predominan en nuestro anàlisis, encontrando $117x10^{-4}$ UFC/ml, se marca ausencia oara Coliformes Totales, Coliformes Fecales u otros indicadores importantes. Sin embargo, era de esperarse encontrar Levaduras, lo que se refleja en la presencia de las mismas en el análisis sanitario. Se identificó morfológica y biológicamente cepas putativas de los Géneros Acetobacter, Bacterias lácticas (BAL), Saccharomyces y Candida.

De las cepas putativas de interés probiótico, encontramos de la amplificación del Ribosomal 16S, de la secuenciación y el alineamiento en el GenBank con el Algoritmo BLAST se refiere a Lactobacillus plantarum.

3.1 Referencias

Bradshow, Jack. L. 1976. Microbiologìa de Laboratorio. Ed. Manual Moderno. Mèxico.

Koneman Elmer W.; Allen Stephen D.: Janda William N.; Schreckenberger Paul C.y Winn Washington C. 2006. Diagnóstico Microbiológico. Sexta edición. Ed Panamericana, Buenos Aires.

Terrasas Casildo R. 2005. Determinación de las Características microbiológicas, bioquímicas, fisicoquímicas y sensoriales para la estandarización del Proceso de elaboración de Tepache. Tesis de Doctorado. UAM. México.

Cervantes-Contreras M. y Pedroza-Rodríguez A.M., 2007. El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman. Departamento de Matemáticas, UPIBI-Instituto Politécnico Nacional. México.

Barrera Martínez Ileana del Carmen. 2010. Modelación de compuestos de reserva de Saccharomyces cerevisae. Tesis de Doctorado. UPIBI-Intituto Politécnico Nacional México.

Aplicación de la programación lineal a la planeación financiera

Luis Hernández & María Hernández

L.Hernández & M. Hernández
Universidad Tecnológica de Salamanca, Guanajuato

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Decision making is one survival skill where human praxis takes place in satisfaction of needs. Actually, one exacerbating need is generating by savings without resource allocation compromising. Mathematical tools give us confidence in budgeting and evaluation. Through simulation and hypothetical performance will test the generated models for linear programming and its application in planning.

4 Introducción

Una tópica recurrente en los estudios de casos de la administración es la toma de decisiones, en la administración de los recursos, las finanzas recurren a herramientas facilitadoras de la planeación. Surgiendo así, la investigación de operaciones como un arte para adecuar los recursos a los fines de la praxis humana, es mediante la administración de operaciones que los recursos, fluyendo dentro de un sistema definido, son combinados y transformados en forma controlada para agregarles valor en concordancia con los objetivos (restricciones) de la organización; en nuestro caso, la escases de recursos financieros.

Los fines son logrados a través de tres medios básicos: 1) maximización de utilidades, 2) proveer el mejor servicio posible y, 3) la subsistencia.

Estos medios conllevan la búsqueda de alternativas que puedan satisfacer las necesidades con menos recursos o con los mismos recursos cubrir más necesidades.

El análisis de las operaciones nos permite: 1) Determinar las tareas críticas para apoyar la estrategia global de la organización y desarrollar una estrategia funcional apropiada; 2) Seleccionar y diseñar los servicios y productos que la organización ofrecerá a sus clientes, patrocinadores o receptores; 3) Determinar cuándo y qué tanto de las instalaciones, equipo y mano de obra se debe tener disponible; 4) Aprender como planear y controlar las actividades del proyecto para cumplir con los requerimientos de desempeño, programa y costo y; 5) Determinar cuándo se debe realizar cada actividad o tarea en el proceso de transformación y donde deben estar los insumos.

El *objetivo* de este artículo es *demostrar los modelos para la toma de decisiones en la conformación de un portafolio de*. Utilizando como herramienta la programación lineal y el valor presente para conocer el precio de los instrumentos financieros elegidos como prospectos.

4.1 Método

Utilizaremos la simulación a través de un caso en cual estará perfilado de la siguiente forma:

La Casa de Arte Jenofonte a través del financiamiento internacional obtiene recursos para las actividades de los próximos cinco años.

Dicho presupuesto se obtuvo al inicio del ejercicio fiscal 2013 por las actividades que se realizarán en proyectos de mejora a las áreas de talleres y exposiciones pictóricas.

De acuerdo al presupuesto presentado en el ejercicio pasado de las necesidades previstas para los cinco años posteriores, se calculó el siguiente presupuesto de efectivo; que corresponde a las cuentas de: caballetes, mesas de trabajo y mamparas.

Tabla 4 Necesidades de efectivo por año

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Requerimiento de efectivo	430,000.00	210,000.00	222,000.00	231,000.00	240,000.00	195,000.00

Fuente: Elaboración propia

El total de requerimientos de efectivo se dispondrá una vez aprobado el prospecto de inversión y será equivalente a $ 1’528,000.00 (Un millón quinientos veintiocho pesos 00/100 moneda nacional).

Se desea obtener un ahorro en la administración de los recursos y se planteó la opción de invertir el dinero remanente debido a que se tendría disponible en la cuenta de banco $5’000,000.00 (Cinco millones de pesos 00/100 moneda nacional). A lo cual se pusieron las siguientes políticas de inversión:

Se invertirá mínimo en dos tipos de instrumentos financieros y se mantendrá el dinero en la cuenta de ahorros.

Sólo se podrá invertir en instrumentos de Deuda Pública, a la fecha sólo se pueden adquirir: *Bondes, Bondes T y Bonos generales*.

El horizonte de inversión es de cinco años.

Se invertirá $1’000,000.00 (Un millón de pesos 00/100 moneda nacional) a dos años y terminado el plazo deberá disponer del dinero en la cuenta de banco.

Mínimo a invertir $200,000.00 (Doscientos mil pesos 00/100 moneda nacional) en instrumentos de tres a cinco años. Ya que debemos tener al final del sexto año los rendimientos y el capital para el pago de las obligaciones y no tener pasivos.

En atención a las directrices, los productos financieros de Deuda Pública que existen en el mercado son: Cetes, Bondes, Udibonos, y Bonos generales.

Se decidió invertir en Bondes, para lo cual se investigó sus elementos para cumplir con la política de dos o más instrumentos; encontrando los Bondes y los Bondes-T.
Derivado de las decisiones, el portafolio contendría: 1) Bondes, 2) Bondes-T, 3) Bonos generales y, 4) Cuenta de ahorros (Maestra de Banamex).

Consecuentemente, se procede al diseño del portafolio, para conocer su estructura, es decir, la cantidad de títulos que se deben comprar y la cantidad de efectivo que se debe mantener en la cuenta de ahorro; se llevarán a cabo los siguientes pasos:

Primero. Calcular el valor actual de los bonos, para conocer el precio inicial de inversión, considerando los datos vertidos en la tabla 4.1 y aplicando la fórmula 1.

Segundo. Conocer la Tasa Interna de Retorno (TIR) de los instrumentos.

Tercero. Plantear el problema para asignar los recursos y conocer la estructura del portafolio a través de la programación lineal.

Cuarto. Simular los efectos en el flujo de efectivo de la empresa y la cuenta de banco.

Tabla 4.1 Características de las alternativas

Conceptos	Instrumento		
	Bondes	Bondes-T	Bonos
Valor nominal	$ 100.00	$ 100.00	$ 100.00
Plazo	28	91	182
días por vencer	728	1092	1820
Tasa cupón/interés	7.05%	7.40%	7.69%
Sobre tasa	0.15%	0.16%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

$$VA = C_p \left[\frac{1-(1+i)^{-N}}{i} \right] + \frac{VF}{(1+i)^N} \tag{4}$$

VA: valor actual de un bono.
C_p: pago del cupón.
i: rendimiento actual del bono.
N: número de periodos de intereses.
VF: valor nominal del bono

4.2 Resultados

En la tabla 4.2 se plasma el procedimiento seguido para el cálculo de los precios de cada instrumento, estos corresponden al valor presente del nominal de cada título subastado por el Banco de México.

Tabla 4.2 Cálculo del precio de los instrumentos

Bondes

Valor nominal:	$ 100.00	Pago:	$ 0.548333
Plazo:	28	Valor actual, precio:	**$ 99.718447**
Días por vencer:	728		
Tasa del cupón:	7.05		
Sobretasa:	0.15		
Periodos, (N):	26		
Rendimiento actual, (%IA):	0.560000%		

Bondes-T

Valor nominal:	$ 100.00	Pago:	$ 1.870556
Plazo:	91	Valor actual, precio:	**$ 99.569939**
Días por vencer:	1092		
Tasa del cupón:	7.40		
Sobretasa:	0.16		
Periodos, (N):	12		
Rendimiento actual, (%IA):	1.911000%		

Bonos

Valor nominal:	$ 100.00	Pago:	$ 3.887722
Plazo:	182	Valor actual, precio:	**$ 100.000000**
Días por vencer:	1820		
Tasa del cupón:	7.69		
Periodos, (N):	10		
Rendimiento actual, (%IA):	3.887722%		

Fuente: Elaboración propia

Un elemento importante en la toma de decisiones de inversión es la Tasa Interna De Retorno (TIR), tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual neto del flujo de efectivo generado por un proyecto. Lo que podemos interpretar como la rentabilidad de los fondos que realmente se encuentran invertidos en el proyecto, es decir, la rentabilidad que el proyecto le permite generar a un peso mientras el mismo se encuentra invertido en el proyecto, para lo cual se distingue la rentabilidad del proyecto y la rentabilidad de la inversión durante la vida útil del proyecto.

Al utilizar este criterio lo que estamos haciendo es evaluar el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

Tabla 1.3 Tasa Interna de Retorno

Flujos de Efectivo

Bondes		**Bondes-T**		**Bonos**	
Periodo	Flujo de Efectivo	Periodo	Flujo de Efectivo	Periodo	Flujo de Efectivo
0	$ -99.718447	0	$ -99.569939	0	$ -100.000000
1	0.548333	1	1.870556	1	3.887722
2	0.548333	2	1.870556	2	3.887722
3	0.548333	3	1.870556	3	3.887722
4	0.548333	4	1.870556	4	3.887722
5	0.548333	5	1.870556	5	3.887722
6	0.548333	6	1.870556	6	3.887722
7	0.548333	7	1.870556	7	3.887722
8	0.548333	8	1.870556	8	3.887722
9	0.548333	9	1.870556	9	3.887722
10	0.548333	10	1.870556	10	3.887722
11	0.548333	11	1.870556	11	3.887722
12	0.548333	12	$ 101.870556	12	103.887722
13	0.548333	TIR	7.56%	TIR	15.38%
14	0.548333				
15	0.548333				
16	0.548333				
17	0.548333				
18	0.548333				
19	0.548333				
20	0.548333				
21	0.548333				
22	0.548333				
23	0.548333				

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 4.3 obtenemos las tasas de rendimiento para las alternativas de inversión son:

Bondes.- 7,20%

Bondes -T.- 7,56%

Bonos.- 15,38%

Cuenta Maestra Banamex.- 2%

El horizonte de inversión para los Bondes es de 2 años, para los Bonde-T de 3 años y los Bonos de 5 años.

El tercer paso: planteamiento del problema.

4.3 Objetivo

Determinar la proporción que debe invertirse en instrumentos de Deuda Pública y Cuenta de ahorros, que puede llegar a ser de $5'000,000.00 (Cinco millones de pesos 00/100 moneda nacional) en cada una de las cuatro categorías, de manera que se maximice la ganancia que se obtendrá en un horizonte de inversión de cinco años.

Se deberá buscar la combinación de títulos y ahorro que minimice la cantidad de recursos que se eroguen al principio de la inversión.

Variables

X1 = Número de *Bondes* a comprar

X2 = Número de *Bondes-T* a comprar

X3 = Número de *Bonos* a comprar

S1 = Cifra Colocada en la cuenta de ahorros en el año 1

S2 = Cifra Colocada en la cuenta de ahorros en el año 2

S3 = Cifra Colocada en la cuenta de ahorros en el año 3

S4 = Cifra Colocada en la cuenta de ahorros en el año 4

S5 = Cifra Colocada en la cuenta de ahorros en el año 5

S6 = Cifra Colocada en la cuenta de ahorros en el año 6

Función Objetivo

Minimizar

$$Z=99{,}71X_1+99{,}56X_2+100X_3+S_1+S_2+S_3+S_4+S_5+S_6 \quad (4.1)$$

Restricciones

Valor de la inversión al inicio del año 2013

$$99{,}71X_1+99{,}56X_2+100X_3-S_1 = 430.000{,}00 \quad (4.2)$$

La inversión total en Bondes sería $99{,}71X_1$, la inversión total en Bondes-T $99{,}56X_2$ y para Bonos sería $100X_3$. La inversión en la cuenta de ahorros para el año 2013 sería S_1. Las obligaciones contractuales para este año serían de $430.000,00.

Cifra disponible para el año 2014

$$0{,}0720X_1+0{,}0756X_2+0{,}1538X_3+1{,}02S_1 -S_2 = 210.000{,}00 \quad (4.3)$$

Los fondos disponibles al principio del 2014 incluyen los rendimientos de la inversión: 1) en Bondes $0{,}0720X_1$ sobre el valor nominal, 2) en Bondes-T dados por $0{,}0756X_2$, 3) en Bonos $0{,}1538X_3$ y, 4) en cuenta maestra $1{,}02S_1$. La nueva cantidad en ahorros está dada por S_2. Con la obligación de $210.000,00 para finales de 2014.

Simil modo, las restricciones para los años subsecuentes son:

Cifra disponible para el año 2015

$$1{,}0720X_1+0{,}0756X_2+0{,}1538X_3+1{,}02S_2 -S_3 = 222.000{,}00 \quad (4.4)$$

Cifra disponible para el año 2016

$$1{,}0756X_2+0{,}1538X_3+1{,}02S_3 -S_4 = 231.000{,}00 \quad (4.5)$$

Cifra disponible para el año 2017

$$0{,}1538X_3+1{,}02S_4 -S_5 = 240.000{,}00 \quad (4.6)$$

Cifra disponible para el año 2018

$$1{,}1538X_3+1{,}02S_5-S_6 = 195.000{,}00 \quad (4.7)$$

Cifra invertida en títulos a dos años

$$99{,}71X_1+99{,}56X_2+100X_3-S_1 \geq 1'000.000{,}00 \quad (4.8)$$

Cifra invertida en títulos a tres años

$$99{,}71X_1+99{,}56X_2+100X_3-S_1 \geq 200.000{,}00 \quad (4.9)$$

Cifra invertida en títulos a cinco años

$$99{,}71X_1+99{,}56X_2+100X_3-S_1 \geq 200.000{,}00 \quad (4.10)$$

Valor máximo del portafolio

$$99{,}71X_1+99{,}56X_2+100X_3+S_1+S_2+S_3+S_4+S_5+S_6 \leq 5'000.000{,}00 \quad (4.11)$$

Se específica en la restricción la restricción tres un coeficiente de 1,0720 el cual refleja el hecho de que el Bonde vence al final del año 2009. El coeficiente 1,0756 refleja el vencimiento del Bonde-T a principios del año 2015 y el 1,1538 es el vencimiento del Bono al final del año 2017.

De forma esquemática podemos plantearlo matemáticamente con la función objetivo y las restricciones como lo muestra la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Planteamiento matemático

Función Objetivo	Nombres De Las Variables										
	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6		
Z	99.718447	99.569939	100.000000	1	1	1	1	1	1		
											b
R1	99.718447	99.569939	100.000000	-1						=	430,000.00
R2	0.072000	0.075600	0.153800	1.02	-1					=	210,000.00
R3	1.072000	0.075600	0.153800		1.02	-1				=	222,000.00
R4		1.075600	0.153800			1.02	-1			=	231,000.00
R5			0.153800				1.02	-1		=	240,000.00
R6			1.153800					1.02	-1	=	195,000.00
R7	99.718447									≥	1,000,000.00
R8		99.718447								≥	200,000.00
R9			100.000000							≥	200,000.00
R10	99.718447	99.569939	100	1	1	1	1	1	1	≤	5,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

Una vez planteado el problema esquemáticamente surge la pregunta ¿qué herramienta tenemos para la resolución rápida? Solver de Excel, e inmediatamente tenemos que resolver ¿Cómo Solucionarlo Con La Herramienta Solver Para Excel?

Primero. A la tabla 5 se le agrega una fila para la respuesta y una para valor óptimo.

Segundo. El valor óptimo se obtiene de la suma de los productos de la fila función objetivo y la fila recién colocada para las respuestas.

Tercero. En la opción herramientas dar clic en Solver. Después seleccionar la celda donde se deberá colocar el valor óptimo y las respuestas, posteriormente se capturar las restricciones en la herramienta y se eligen las opciones lineal y la prueba de negatividad.

Cuarto. Por último se corre el programa para obtener la respuesta como se muestra en la siguiente página.

Tabla 4.5 Solución por solver

Valor Óptimo
1,447,864.07

Función objetivo	Nombres de las variables								
	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Z	99.718447	99.569939	100	1	1	1	1	1	1
R1	99.718447	99.569939	100	-1					
R2	0.072	0.0756	0.1538	1.02	-1				
R3	1.072	0.0756	0.1538		1.02	-1			
R4		1.0756	0.1538			1.02	-1		
R5			0.1538				1.02	-1	
R6			1.1538					1.02	-1
R7	99.718447								
R8		99.718447							
R9			100						
R10	99.718447	99.569939	100	1	1	1	1	1	1
	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Solución	10028.2348	2005.646959	2481.619296	1,017,864.07	829,476.69	635,349.79	419,595.73	188,369.32	-
Inversión	10028	2005	2481	1,017,864.07	829,476.69	635,349.79	419,595.73	188,369.32	-

Fuente: elaboración propia

La Solución nos dice que el portafolio de inversión estará integrado como sigue:

Bondes.- 10.028 (Diez mil veintiocho títulos)

Bondes-T.- 2.005 (Dos mil cinco títulos)

Bonos.- 2.481 (Dos mil cuatrocientos ochenta y un títulos)

Ahorro 2013.- $1’017.864,07

Ahorro 2014.- $829.476,69

Ahorro 2015.- $635.349,79

Ahorro 2016.- $419.595,73

Ahorro 2017.- $188.369,32

El siguiente paso es sustituir las soluciones en las restricciones pues estos representan nuestros flujos de efectivo, tal como aparece en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Flujos de efectivo.- Sustitución de la solución en las restricciones

R1	999,976.59	199,637.73	248,100.00	- 1,017,864.07	-	-	-	-	-	=	429,850.24
R2	-	151.58	381.58	1,038,221.36	- 829,476.69	-	-	-	-	=	209,277.82
R3	-	151.58	381.58	-	846,066.22	- 635,349.79	-	-	-	=	211,249.59
R4	-	2,156.58	381.58	-	-	648,056.79	- 419,595.73	-	-	=	230,999.21
R5	-	-	381.58	-	-	-	427,987.65	- 188,369.32	-	=	239,999.90
R6	-	-	2,862.58	-	-	-	-	192,136.71	-	=	194,999.29
R9	999,976.59									>=	999,976.59
R10		199,637.73								>=	199,637.73
R11			248,100.00							>=	248,100.00
R12	1,000,000.00	199,702.15	248,161.93	1,017,864.07	829,476.69	635,349.79	419,595.73	188,369.32	-	<=	4,538,519.68

Fuente: elaboración propia

La tabla 4.6 muestra los flujos de caja que el portafolio podrá generar con la estructura definida mediante programación lineal.

Incluyo los flujos de caja sin el portafolio, los cuales corresponden a los plasmados en las tres columnas de la derecha.

Tabla 4.7 Flujos de efectivo - cuenta de banco

Periodo	***EFECTIVO CON EL PROYECTO***			***EFECTIVO SIN EL PROYECTO***		
	Debitos	***Créditos***	***Saldo***	***Debitos***	***Créditos***	***Saldo***
0	5,000,000.00	2,895,578.39	2,104,421.61	5,000,000.00	430,000.00	4,570,000.00
1	1,143,997.02	1,039,476.69	2,208,941.94	-	210,000.00	4,360,000.00
2	1,954,641.88	857,349.79	3,306,234.03	-	222,000.00	4,138,000.00
3	882,849.52	650,595.73	3,538,487.81	-	231,000.00	3,907,000.00
4	447,278.53	428,369.32	3,557,397.02	-	240,000.00	3,667,000.00
5	459,527.59	195,000.00	3,821,924.60	-	195,000.00	3,472,000.00

Fuente: elaboración propia

4.4 Conclusiones

Las actividades de inversión propuestas dejan un ahorro de $349.924,60 (Trescientos cuarenta y nueve mil novecientos veinticuatro pesos 60/100 moneda nacional) lo que equivale a un año de gastos corrientes, si no se aplica el portafolio propuesto se estarían dejando ociosos los ingresos presupuestales al inicio del ejercicio debido a que los recursos permanecen en las cuentas de banco sin obtener rendimientos.

Las alternativas de BONDES, BONDES-T y BONOS surgen como medida restrictiva pues sólo se permite invertir en deuda que emite el mismo gobierno y no para especulación y tener bien contabilizados los movimientos tanto de inversión como de abono por intereses devengados y cobrados. El planteamiento anterior muestra como la responsabilidad de quien administra el presupuesto debe tener mecanismos de rendición de cuentas.

4.5 Referencias

Gallagher, Charles A. y Watson, Hugh J. (1992) Métodos Cuantitativos para la toma de decisiones en Administración; cuarta edición; México: Mc. Graw-Hill.

Hillier, Frederick S. y Lieberman, Gerald J. (1997) Introducción a la Investigación de Operaciones; sexta edición; México: Mc. Graw-Hill.

Moskowitz, Herbert y Wright, Gordon P. (1991) Investigación de Operaciones; México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A.

Shamblin, James E. y Stevens, G. T, Jr. (1993); Investigación de Operaciones (Un enfoque fundamental) México: Mc. Graw-Hill.

Taha, Hamdy (2004); Investigación de Operaciones quinta edición; México: Alfaomega.
Thierauf, George y Grosse, Richard (1982); Toma de Decisiones por medio de Investigación de Operaciones; México: Limusa Wiley.

Winston, Wayne L. (1990); Operations Research Aplications and Algorithms; PWS-KENT Publishing Company.

Aplicaciones de ingeniería y diseño arquitectónico empleando modelos biológicos

Eddie Armendáriz, José Rodríguez, Pablo Carbo, Enrique Martínez, Juan López y Enrique Rocha

E. Armendáriz, J. Rodríguez, P. Carbo, E. Martínez, J. López y E. Rocha
Universidad Politécnica de Victoria, Ciudad Victoria, Tamaulipas, 87138 México
erochar@upv.edu.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

The biomimetic word; derives from the BIO word that means life and mimetic word that means imitate. It is a new science that deals with the application of methods and natural systems to engineering and technology, through this concept it has developed a number of innovations far superior to that the human mind alone have conceived. The central idea is that nature, imaginative by necessity, has already solved many of the problems that we try to solve. The animals, plants, microbes are accomplished engineers. They have found what works, what is appropriate, what lingers on earth. This is the real novelty of biomimetics; after 3.8 billion years of research and development (evolution), failures are fossils now! All surrounds us is the secret of survival. Thus, many scientists, designers, engineers, biologists, chemists, etc. have used this way of thinking to find effective solutions to real-world problems. In this paper a brief review of the use of this new concept in architectural design applications is analyzed.

5 Introducción

La aplicación al diseño mediante la inspiración en cosas vivas y las tendencias de diseño contemporáneas alrededor del mundo parecen apuntar hacia un norte común: la tecnología como acelerador de nuevas tipologías. Y es que ciertamente la ciencia y la tecnología en los últimos años han sufrido un marcado progreso hacia dimensiones antes inimaginables. La biología sintética, la nanotecnología y la biomimética comprenden tres de las diez tecnologías emergentes del 2013 según The World Economic Forum Global Agenda Council on Emergent Technologies. Las tres especializaciones científicas se han encargado de difuminar las barreras entre el diseño sintético y las cosas vivas. Materiales regenerativos, capaces de crecer o moverse, órganos sintéticos, y superficies que imitan el proceso de fotosíntesis son algunos avances tecnológicos que guían un nuevo concepto de diseño que emula la adaptación y el proceso morfo genético de las cosas vivas. La ciencia contemporánea es capaz de generar tecnología que antes era solo concebida como parte de la ciencia ficción. La arquitectura no está ajena a todos estos cambios que implican una innovación, no de estilo, sino de la propia definición[1].

La naturaleza puede inspirar las soluciones del diseño de la ingeniería, y que son eficientes, prácticas y sostenibles y tienen además el potencial para descubrir nuevas tecnologías, nuevos materiales y nuevos procesos. El diseño, significa el trazado o delineación de un edificio, instrumento o forma, generalmente de modo armonioso, apuntando a un fin determinado o solucionando alguna necesidad. Por lo que nos hacemos algunas preguntas como: Qué parámetros de diseño definen la forma de las cosas vivas?, Cómo funcionan los diseños de la Naturaleza?. Estas interrogantes conforman la base teórica de la biomimética, una filosofía que ha incursionado en muchas firmas de diseño y arquitectura emergentes. Arquitectos destacados y Diseñadores Industriales en el mundo imaginan edificaciones dinámicas capaces de cambiar su configuración en respuesta a cambios del contexto. Cuánto más seguro sería un edificio si su estructura imitara la mecánica de un esqueleto que puede cambiar su configuración para mantener el balance?, Cuánto más segura y saludable sería nuestro entorno urbano si las superficies de las edificaciones y cosas que utilizamos pudieran similar las estructuras naturales mecánicas y aerodinámicas dando la fuerza para la aplicación en nuestra vida cotidiana?, Cuánto más ecológicas serían las estructuras si fueran concebidas como parte del ecosistema natural?

La biomimética implica traducir diseños biológicos en estrategias de tecnología que permitan resolver un problema determinado. Pero, qué problemas enfrentamos en aparte de los asociados al consumo energético y contaminación ambiental?; huracanes, terremotos, inundaciones, deslizamientos y tsunamis son algunos de los problemas o potenciales problemas, por falta de una adaptación mejor, podrían potenciar desastres de gran magnitud. Desde el 2011, en la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico, el taller de diseño "BioTectonicAnalogues in Architecture" investiga diversos diseños biológicos para definir estrategias de diseño arquitectónico mejor adaptado. Inspirado por palmas, cavernas, bambú, hojas, corales, mangles y hasta fibras del tejido de las arañas sirven como modelos de estudio para mejorar la tecnología de edificaciones capaces de responder a las eventualidades, así como también mejorar los diseños de las cosas cotidianas que utilizamos en nuestro entorno.

Su campo se extiende a sistemas de ingeniería y arquitectura tratandola relación forma/función y entrando en el dominio de la morfología funcional, definiéndola en el campo de la construcción como biomorfica. Por ejemplo, el bambú podría potenciar el diseño de mejores estructuras antisísmicas. La superficie de una palma es capaz de manejar grandes cargas de viento por la flexibilidad de su tronco lo que inspira a estudiantes a diseñar arquitectura más apta a manejar fuerzas de vientos. El estudio del patrón microscópico de una hoja promete una estructura donde las estructuras puedan ser más fuertes y flexibles al mismo tiempo. Más aún, el estudio de proteínas elásticas y la morfología de nuestras cavernas sirven para proponer un tipo de arquitectura que, en el futuro. El estudio de las fibras y formas del tejido de las arañas sirven como modelos para reforzar esfuerzos mecánicos y soportar grandes pesos como carga y podría reajustar su configuración estructural para manejar mejor fuerzas extremas de la Naturaleza.

5.1 Métodos

En la catalogación de ejemplos se insertan elementos presentes en el mercado que se aplican a la edificación y nuevos productos que se están desarrollando. Como vemos, en términos generales, siguen el principio de la optimización del uso y comportamiento del material empleado. Otros incorporan el desarrollo de nuevos materiales y/o de los procesos de fabricación. La relación con la naturaleza es una práctica que desde hace un siglo está presente en forma explícita en el desarrollo de la tecnología humana, por eso encontramos ejemplos que forman parte de nuestra vida cotidiana.

Al pasar al objeto construido como es un edificio u objeto, hay un incremento de la complejidad en términos generales. Por una parte hay que considerar el factor de escala que incide entre el ejemplo natural y la dimensión humana. Además una construcción es unsistema complejo que afecta múltiples funciones y necesidades.
En relación al sistema estructural en la optimización del comportamiento para cubrirgrandes luces, reducir el uso del material, etc. En un contexto donde la analogía entreestructura y sistema natural aparenta tener una relación privilegiada debido a un largo recorrido histórico.

En relación al ahorro energético que se analiza respecto a la producción de energía ya la reducción del gasto energético. En este último caso se involucra tanto la reducciónde consumo propiamente eléctrico como en términos más generales una mirada haciala reutilización o reciclaje de material como comportamiento sostenible propio de losseres vivos.

En relación a una visión dinámica que responde a cambios de necesidades quevarían en un determinado plazo de tiempo, a los tiempos de uso y transporte del objetoarquitectónico.Un concepto que se entrelaza entre los ejemplos es el de “multifuncionalidad”. Tanto en laarquitectura como en la naturaleza hay elementos que sirven para responder a más de unanecesidad o función.

5.2 Ejemplos de aplicaciones de diseño en ingeniería y arquitectura

Hemos comentado como la forma fractal consigue optimización en la función de nuestros pulmones o sistema circulatorio. La naturaleza está llena de consideraciones semejantes. Por ejemplo, la ramificación en los árboles no es arbitraria. Las hojas de los árboles captan la luz solar para efectuar la fotosíntesis, proceso indispensable para mantener vivo al organismo. Para optimizar energéticamente este proceso de absorción, el árbol emplea la ramificación. La relación entre el tronco y las ramas de un árbol tampoco es arbitraria.Observando que la suma del área de las secciones de todas las ramas de un árbol a una determinada altura, se mantiene constante en todo el árbol (Fig.5.1). El paso de la savia, los nutrientes, desde las raíces (también ramificadas para proporcionar optimización en absorción y estabilidad) hasta las hojas debe mantenerse a un flujo constante independientemente de las ramificaciones, esto permite mantener un cuerpo al diseño rígido y a su vez flexible con gran fuerza mecánica, en base a lo anterior Richard Rogers &Partners plasman su diseño de la Terminal 4 en el aeropuerto de Madrid en Barajas (Fig. 5), inspirado en la estructura y soporte mecánico del ramal de un árbol.

Figura 5 Richard Rogers & Partners, Terminal 4 Aeropuerto de Madrid Barajas

Figura 5.1 Estructuras de un árbol con sus ramificaciones

El capullo de mariposa se denomina crisálida (Fig.5.4). La crisálida o capullo, es producida por dos glándulas que forman una sustancia fibrosa parecida al pegamento, que se hila alrededor del cuerpo de la oruga y luego se endurece con el aire. La crisálida no tiene cobertura de seda y se torna dura y lisa, como la mariposa monarca se hace transparente así tomó la estructura y luminosidad al parque de relajación Torrevieja en Alicante, España (Fig.5.2) que toma la mima estructura que un capullo y transparente desde su interior (Fig. 5.3).

Figura 5.2 Toyo Ito & Associates, Parque de la relajación, Torrevieja Alicante, España

Figura 5.3 Estructura del Interior del parque

Figura 5.4 Capullo de mariposa

Las abejas construyen sus panales con celdas con la forma de un prisma esto se describiría como como una obra de arte de ingeniería en la que se minimiza mano de obra y material y una demostración del principio de selección natural (Fig.4b). Más allá de su belleza innegable, Qué lo hace tan especial?, Si se trata de economizar perímetro para maximizar área, es bien sabido que la solución es un círculo, y para economizar área para maximizar volumen una esfera.

Pero en esta construcción las piezas se ensamblan perfectamente sin espacios perdidos que no se puede lograr con círculos y esferas.

Esto se conoce en matemáticas como un embaldosado y en el caso periódico es la misma figura geométrica la que se repite una y otra vez para generarlo.

La tapa hexagonal está soportada por seis trapecios y en su base inferior nos encontramos con una base de 3 rombos iguales que permiten que se encajen para no dejar espacios vacíos.El sistema en celdas hexagonales de las colmenas y avisperos (Fig. 5.4), es uno de los ejemplos naturales empleado en los paneles de madera y cartón permitiendo una importante reducción del peso sin perder resistencia en el diseño del proyecto Eden, (Fig.5.3).

Figura 5.3 Nicholas Grimshaw Architects, Eden Project, Cornwall UK

Figura 5.4 Estructura Eden Project

Figura 5.5 Estructura de gotas de agua

Los sistemas reticulares optimizan el comportamiento estructural y permiten la realización de superficies complejas, donde su inspiración se basa para el diseño de la llanta sin aire tomando la estructura de sistema en celdas hexagonales (Fig.5.6).

Figura 5.6 Diseño de estructura de una llanta sin aire, X-Tweel,Michelin en prototipo

Figura 5.7 Estructura de un panal de abeja

Si observamos la estructura interna de los huesos similares en distintos animales podemos descubrir que cuando cambian las dimensiones, la naturaleza recurre a determinados mecanismos formales que atenúan la variación de la relación entre el peso propio y el área de las secciones resistentes.

Cuanto mayor sea el tamaño del hueso o cuanto mayor carga deba soportar, perecería ser mayor el volumen del hueso o cuanto mayor deba soportar, parecería ser mayor el volumen óseo ocupado por la cavidad medular y por el hueso esponjoso.

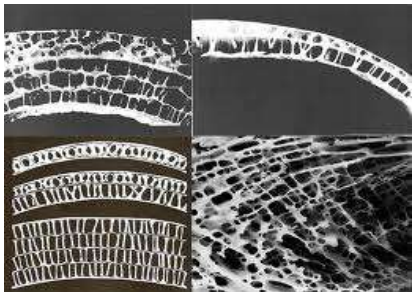
Los huesos de todos los mamíferos se forman a partir de los mismos componentes, fundamentalmente el colágeno tipo I, (Fig.), de modo que la naturaleza debe ingeniarse para diseñar estructuras de distintos tamaños con el mismo material.

La optimización del peso del esqueleto es aún más sofisticada en los vertebrados capaces de volar.

Los huesos largos de las aves de gran tamaño poseen huesos rellenos de aire y no de medula ósea, llamados huesos neumáticos, que están reforzados en su interior con estructuras espaciales triangulares al estilo de viga Warren.

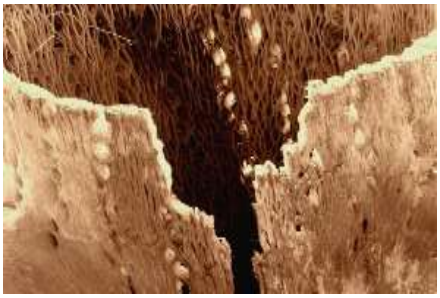
Esta configuración geométrica les otorga propiedades excepcionales de ligereza y de resistencia en las estructuras óseas así, como también en los cuerpos de algunas plantas como los cactus que también tienen la configuración interior geométrica triangular (Fig.5b).

Figura 5.8 Sección de un hueso metacarpiano del ala de un buitre, hueco y reforzado



Interiormente a modo de viga Warren. Imagenextraída de "On growth and form" (Thompson, 1945, p. 981)

Figura 5.9 Construcción anatómica del Cactus



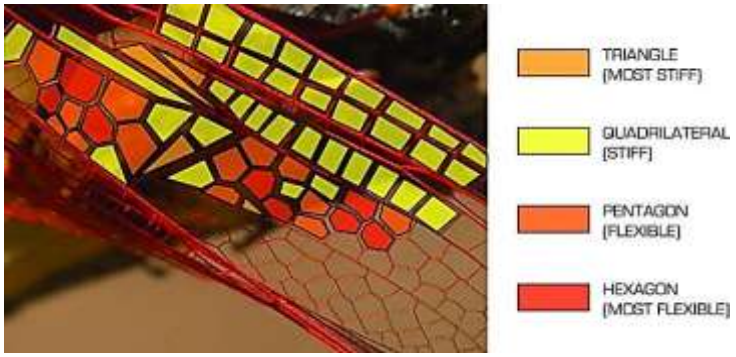
Uno de los patrones más complejos es el de la libélula la ramificación en sus alas y las formas de células en las alas es una respuesta evolutiva a la fuerza del flujo durante su vuelo.

La rigidez y la flexibilidad son determinadas por los lados y número de las formas de célula que tiene en las alas, además de la profundidad y el grosor de las paredes de esas formas de células.

La región de la parte superior del ala de la libélula exhibe haz como rigidez denotado por cuadriláteros, mientras que la región inferior tiene que flexionarse para permitir que el ala y se compone de células pentagonales y hexagonales (Fig.5.10). En general un aumento en el número de lados de una célula tiende a producir regiones con flexibilidad, mientras que una disminución de área inevitablemente conduce a miembros rígidos.

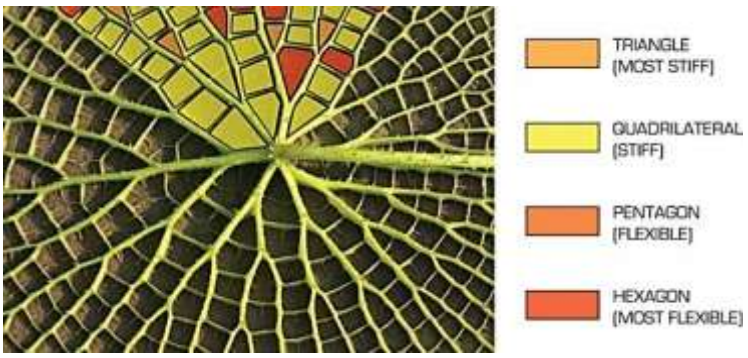
El patrón sigue a las fuerzas de tracción generales expuestas por las bandas, y las diversas formas de llevar la responsabilidad de determinar el importe de la rigidez o flexibilidad en esa zona. Su tipología general se puede describir como viga y la membrana.

Figura 5.10 Estructura del ala de una libélula.



En la vida acuática, también el patrón de las pistas de lirio debe permanecer rígido en el agua o se quedan destruidas por las fuertes corrientes. El gigante amazónica Victoria Cruziana (Fig.7), puede alcanzar los 9 metros de diámetro y soportar el peso de un adulto. Su morfología estructural consiste sobre todo en cuadriláteros regidos por la lógica híbrida de ramificación y estructura celular, similar a la observada en el ala de libélula. La anchura y la profundidad de los miembros de la almohadilla de lirio disminuyen a medida que se acercan al borde de la superficie. Esta disminución de la anchura y la profundidad, mientras que se produce la modulación de cuadriláteros agudos a cerca de cuadriláteros en ángulo recto como aumento de la rigidez que se necesita hacia el borde para compensar su falta de profundidad. La estructura ha evolucionado para proporcionar flotabilidad y la rigidez a su cuerpo.Esta tipología puede ser categorizada como una superficie y pliegues desde la capacidad y la composición general entre la superficie y la estructura, dando una amplia inspiración en el Diseño, la Arquitectura y creación de resistencias mecánicas en implementaciones físicas al bien de la humanidad.

Figura 5.11 Estructura del cuerpo de Lirio



Las propiedades de la seda de las arañas son espectaculares. Con un grosor menor al de un cabello humano puede llegar a ser más resistente que una fibra de acero del mismo espesor, aparte de ser cientos de veces más elástico. Por esta razón, muchos científicos en el mundo están buscando la forma de sintetizarla en el laboratorio y reproducirla en diseños estructurales. En la naturaleza de la telaraña, los hilos radiales y los espirales tienen distintas propiedades mecánicas.

Los radiales son más gruesos y rígidos y son los encargados de aumentar la capacidad de carga y dar soporte a la red, mientras que los espirales son más elásticos y viscosos y se encargan de la captura (Fig.5. 12)[2]. Ciertas arañas tejen telas en forma de embudo, otras en forma de hoja e incluso, otras tejen las telas espirales que son comúnmente asociadas con el orden. Estas telas pueden ser hechas con seda pegajosa de captura, o con seda "peluda" de captura, dependiendo del tipo de araña.Dichas telas contienen filamentos curvos suspendidos en el pegamento utilizado para atrapar sus presas. De este modo reducen el riesgo de quebrar la telaraña al atrapar insectos de gran tamaño ya que el filamento curvo se expandirá en el momento del impacto absorbiendo la tensión desencadenada (Fig.8c), enfocada a la inspiración al diseño de Centre Pompidou Metz (Fig.5.12, 5.13).

Figura 5.12 ShigeruBan, Centre Pompidou Metz, Francia

Figura 5.13 Estructura interna del Centro Pompidou Metz.

Figura 5.14 Estructura de la telaraña

Una de las estructuras o formas aplicadas al diseño es la pompa de jabón, una espuma del panal cúbico bitruncado, Se trata de un panal uniforme convexo formado por un octaedro truncado, un poliedro que llena el espacio con 14 lados (un tetracaidecaedro): Seis lados cuadrados y ocho hexagonales (Fig.5.16). Para adecuarse a las leyes de Plateau que gobiernan las estructuras de las espumas, las caras hexagonales están ligeramente curvadas que es la estructura de Weaire-Phelan[5]. (Obtenido mediante el aplanamiento de las caras y el enderezamiento de las aristas), dando a la creación basada del Centro acuático en Pekín, China (Fig.5. 15).

Figura 5.15 PTW Architects, CSCEC International Design y Arup, Centro Acuático Nacional Water Cube, Pe-kín, China

Figura 5.16 Espuma de weaire phelean

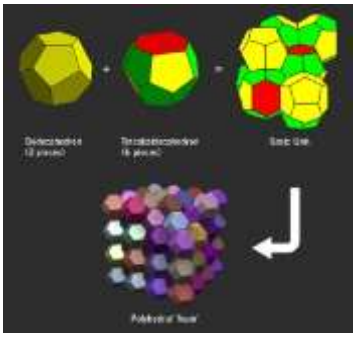
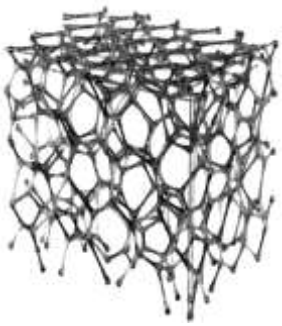


Figura 5.17 Malla esquelética de barras del CANWCP



5.3 Conclusión

Como se puede observar la biomimética es un instrumento que ayuda en el diseño de toda índole de desarrollos arquitectónicos. En su actual representación permite a los diseñadores presentes y futuros tener un enfoque moderno basado en la antigua práctica de la imitación de la naturaleza. La biomiméticasigue los principios de la vida; los principios de la vida instruyen a: construir de abajo hacia arriba, el autoensamble, optimizar en lugar de maximizar, usar procesos y materiales amigables de la vida, entablar relaciones simbióticas y mejorar la biosfera, considerar la basura como un recurso, usar energía eficientemente.

Siguiendo los principios que utiliza la vida, se pueden encontrar soluciones efectivas a los problemas del mundo real.

5.4 Referencias

Información en http://www.arquitecturacritica.com.ar/2013/04/arquitectura-inspirada-por-las-cosas.html.

Cranford, S., Tarakanova, A., Pugno, N., & Buehler, M. (2012). Nonlinear material behaviour of spider silk yields robust webs Nature, 482, 72-76. DOI: 10.1038/nature10739.

Weaire, D., & Phelan, R. (1994). A counterexample to Kelvin's conjecture on minimal surfaces. Phil. Mag. Lett., 69, 107-110.

Thomson, W. (1887). On the division of space with minimum partitional area. Philosophical Magazine, 24 (151), 503.

Pauling, L. (1960). The Nature of the Chemical Bond (3rd edition). Cornell University Press, 471.

Llorens, J. I. (2008). Zoomorfismo y bio-arquitectura: Entre la analogía formal y la aplicación de los principios de la naturaleza, II Jornadas de Investigación en Construcción, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Madrid, España.

McQuaid, M. (2005). Extreme textiles, designing for high performance. Princeton Architectural Press. New York, EUA.

Asociación del polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR, niveles de leptina y hábitos alimentarios con obesidad mórbida en adolescentes del sur de Jalisco

Claudia Beltrán, Mónica López, Maria Valderrama y Mónica Navarro

C. Beltrán, M. López, M. Valderrama y M. Navarro
Universidad de Guadalajara, CUSur y CUCBA, Av. Juarez N 976, Centro, 44100 Guadalajara, Jalisco
beltran@cusur.udg.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Adolescents with morbid obesity have poor eating habits which allowed significantly gain weight that have health complications. This work allows us to establish the association of dietary habits, levels of leptinand the polymorphism Gln223Arg of leptin receptor gene in these adolescents. The study population was 42 adolescents from southern Jalisco and we found strongly associated poor eating habits with the development of obesity and we recognize the presence of elevated leptin levels in adolescents with morbid obesity but not the polymorphism association with morbid obesity, eating habits and levels of leptin.

6 Introducción

La obesidad es la enfermedad crónica que se caracteriza por el exceso de grasa en el organismo y se presenta cuando el Índice de Masa Corporal es mayor de 30 (kg/m^2). El origen de este padecimiento se debe al consumo de una cantidad de calorías mayor a las que el cuerpo utiliza (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006). Actualmente, México ocupa el primer lugar de obesidad infantil a nivel mundial y el segundo lugar en adultos con sobrepeso y obesidad (La Prensa, 2011). La prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes mexicanos de 12 a 19 años se ha triplicado desde 1980 hasta el 2008, existiendo 6 109 420 casos (Secretaria de Salud [SS], 2010).Generalmente la obesidad se observa en familias sin patrones de herencia establecidos, ya que es altamente dependiente de los factores ambientales, sin embargo, hasta la fecha se han identificado 250 genes asociados a esta enfermedad y los genes más estudiados son aquellos que codifican para la leptina (LEP) y para su receptor (LEPR) así como los genes que codifican la síntesis de proopiomelanocortina (POMC), de receptor 3 de melanocortina (MC3R), y de receptor 4 de melanocortina (MC4R) (Hernández-Jiménez, 2004; Palou, Bonet, Picó & Rodríguez, 2004). Los genes mencionados anteriormente forman parte de la vía leptina-melanocortina y una alteración genética de los elementos de esta vía produce obesidad debido a que las señales que se producen regulan el apetito y el consumo de energía. Además, la leptina es muy importante porque reduce la ingesta energética, ya que constituye una señal de saciedad para el cerebro. El receptor de leptina (LEPR) ubicado en el cerebro humano es llamado también ObRb, cuando detecta a la leptina se activa una vía de señalización que aumenta la liberación del neurotransmisor POMC y disminuye la liberación del Neuropeptido Y o NPY. La POMC es anorexigénica, mientras que el NPY es orexigénico.

Un defecto en el LEPR o en el transporte de la leptina, produce resistencia a la misma lo cual ocasiona la necesidad incontrolable de comer (Rosado, Monteiro, Chaia& do Lago, 2006). El desarrollo de la obesidad es multifactorial, los principales factores que predisponen su desarrollo son los genéticos, fisiológicos, psicológicos y su interacción con los factores ambientales, que incluyen aspectos sociales y alimentarios. En esta investigación se consideraron los factores genéticos (específicamente el polimorfismo Gln223Arg), los factores fisiológicos (niveles de leptina) y factores alimentarios (hábitos alimentarios). Varios grupos de investigadores reportan resultados controversiales respecto a la asociación del polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR con obesidad en diferentes poblaciones y grupos de edad.

Este polimorfismo se encuentra en el exón 6 del cromosoma 1 en la región 1p31, el cual es ocasionado por la sustitución de una adenina (A) por una guanina (G) en el codón 223 y que a la vez origina el cambio de aminoácido en la cadena polipeptídica una glutamina (Gln) por una arginina (Arg). En México existe solo un trabajo de investigación en el cual reportan una correlación moderada entre el polimorfismo Gln223Arg y la obesidad en adolescentes mexicanos (Guizar-Mendoza et al., 2005). Los grupos de investigación que han estudiado la leptina reportan que los niños obesos tienen concentraciones de leptina más elevados en comparación a los niños con peso normal.

Molero-Conejo et al. (2006) reportó que los niveles séricos de leptina en adolescentes con normopeso fluctúan entre 8.11 $\pm$ 1.32ng/dl y en obesos varían entre 16.30 $\pm$ 1.24ng/dl.

En cuanto a los factores alimentarios se reporta que los hábitos alimentarios no saludables influyen en el desarrollo de la obesidad (Calvo & López, 2011). Estos se caracterizan por el consumo de alimentos no recomendables para mantener y proporcionar la salud; para la OMS los alimentos no saludables son aquellos ricos en grasas saturadas, ácidos grasos trans, azúcares libres y sal (OMS, 2010).

El objetivo de esta investigación fue asociar el polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR, los niveles de leptina y los hábitos alimentarios con la presencia de obesidad mórbida en adolescentes del sur de Jalisco. Los resultados de esta investigación señalaron que no existe una diferencia estadísticamente significativa de la frecuencia genotípica y alélica entre los adolescentes con peso normal respecto a los que presentan obesidad mórbida, lo que demostró que no existe una asociación entre el polimorfismo Gln223Arg y la presencia de obesidad mórbida. Sin embargo, si existe una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de leptina entre el grupo con peso normal y el grupo con obesidad mórbida. Así mismo, se demostró una diferencia estadísticamente significativa en el puntaje del cuestionario de hábitos alimentarios entre el grupo con peso normal y el grupo con obesidad mórbida.

6.1 Metodo

Tipo de estudio: transversal, descriptivo y prospectivo.

Lugar de la investigación: Laboratorio de biología Molecular e inmunología del CUSur.

Población y tamaño de la Muestra: 42 adolescentes entre 12 a 18 años de ambos sexos (25 hombres y 17 mujeres) pertenecientes a las escuelas secundarias de la región Sur de Jalisco con el diagnóstico de obesidad mórbida.

Captura de datos: por medio de la historia clínica se obtuvieron los datos antropométricos, la valoración del estado nutricional, los hábitos alimentarios y las alteraciones fenotípicas. Debido a que los pacientes son menores de edad se les explicará a los padres el objetivo del trabajo y en caso de aceptar participar en el proyecto deberán firmar el consentimiento informado.

Obtención de la muestra: por medio de venopunción se obtuvieron 2 muestras de sangre periférica en tubos con y sin anticoagulante para obtener el plasma y el ADN.

Extracción de ADN: se realizó la extracción de ADN por medio del método de Miller, se cuantificó la cantidad de ADN obtenido por medio de espectofotometria y se visualizó la calidad del mismo con luz UV en geles de agarosa al 1% teñidos con sybersafe.

Identificación del polimorfismo Gln223Arg: Por medio de la reacción en cadena polimerasa se amplificó el segmento de 421 pb correspondiente al exón 6 del gen LEPR y se observó el amplificado en geles de agarosa al 1% el cual es el alelo normal Gln/Gln. Posteriormente el producto amplificado se sometió a digestión por 4 horas con la enzima *MspI*para obtener dos segmentos de 294 y 127 pb correspondientes a los alelos heterocigotos (Gln/Arg) y homocigotos (Arg/Arg) respectivamente. Los productos digeridos se visualizaronen geles de poliacrilamida al 6 % teñidos con nitrato de plata.

Cuantificación de los niveles de Leptina: en el plasma obtenido se realizó por medio del ensayo de Elisa la cuantificación de los niveles de Leptina con el kit HUMAN LEPTIN.

Análisis estadístico: se realizó el análisis estadístico para asociar el polimorfismo Gln223Arg con la presencia o ausencia de obesidad mórbida y con los niveles de Leptina.

6.1.1 Resultados

Características generales de los adolescentes**:**

De los 42 adolescentes 19 presentaron peso normal y 23 obesidad mórbida. En la Tabla 6 se describe los resultados estadísticos: el número de participantes (N), el mínimo, el máximo, la media y la desviación estándar (DE) de los datos antropométricos

Tabla 6 Descripción de los datos antropométricos

	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Edad	42	12	18	15.48	1.58
Peso (kg)	42	48.1	158.1	86.29	26.73
Talla (m)	42	1.53	1.85	1.67	0.08
Índice de Masa Corporal	42	18.58	48.69	30.58	8.96
Grasa (%)	42	11.1	58.7	34.01	11.75

Identificación del polimorfismo Gln223Arg en el gen LEPR en adolescentes con peso normal vs obesidad mórbida del sur de Jalisco:

El polimorfismo Gln223Arg se interpreta por el cambio de Adenina por Guanina en el codón 223 del gen LEPR, interpretado como alelo A ó nomenclatura Q y alelo G ó nomenclatura R. Nota: Se eliminaron 3 muestras de ADN que no amplificaron, que corresponden a 2 de peso normal y 1 de obesidad mórbida.

La comparación de las frecuencias entre los grupos se observan en la Tabla 6.1 No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las frecuencias genotípicas del polimorfismo estudiado entre el grupo con peso normal y el grupo con obesidad mórbida.

Tabla 6.1 Comparación de las frecuencias genotípicas del polimorfismo Gln223Arg

Comparación intergrupal	*Valor de p
Peso normal vs. Obesidad mórbida	0.279

Prueba Chi-cuadrada

La proporción total de la frecuencia genotípica reportada del homocigoto normal o silvestre (A/A) es de 30.8%, la del heterocigoto (A/G) es de 41% y la del homocigoto mutado (G/G) es de 28.2%. Las frecuencias alelicas del polimorfismo estudiado no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio. La proporción total de la frecuencia alélica reportada del alelo A es de 51.27% y del alelo G es de 48.71%. La proporción del alelo A en el grupo con peso normal es de 17.94% y en el grupo con obesidad mórbida es de 33.33%. La proporción del alelo G en el grupo con peso normal es de 25.64% y en el grupo con obesidad mórbida es de 23.07% .Con los resultados obtenidos de las frecuencias génicas se evaluó el equilibrio de Hardy-Weiberg del grupo de adolescentes de peso normal y del grupo de obesidad mórbida. Los resultados obtenidos demostraron que ambas muestras, tanto del grupo con peso normal como en el grupo con obesidad mórbida, se encuentran en equilibrio, lo que confirma que los alelos se han distribuido de manera uniforme en los sujetos de la muestra (Tabla 6.2).

Tabla 6.2 Equilibrio Hardy-Weinberg para el polimorfismo Gln223Arg en adolescentes con peso normal y con obesidad mórbida

Genotipo	Peso normal	Obesidad mórbida
A/A	1.25*	0.78*
A/G		
G/G		

Prueba Chi-cuadrada

Cuantificación de los niveles de leptina en adolescentes con peso normal y obesidad mórbida del sur de Jalisco:

En la Tabla 6.3 se observa el número total de adolescentes evaluados, la media de los niveles de leptina, la desviación estándar y la significancia estadística, del grupo de adolescentes con peso normal y del grupo de adolescentes con obesidad mórbida. Existe una diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) entre los niveles de leptina de los adolescentes con peso normal respecto a la de los adolescentes con obesidad mórbida.

Tabla 6.3 Media, DE y valor de p de los niveles de leptina de adolescentes con peso normal y obesidad mórbida

	N	Media de los niveles de leptina (ng/mL)	DE	*Valor de p
Peso Normal	19	14.16	8.00	
Obesidad mórbida	23	51.39	19.76	0.000

* Prueba t

Evaluación de los hábitos alimentarios en adolescentes con peso normal y obesidad mórbida del sur de Jalisco:

En la Tabla 6.4 se muestra el número total de adolescentes evaluados, la media del puntaje del cuestionario de hábitos alimentarios, la desviación estándar y la significancia estadística, en el grupo de adolescentes con peso normal y en el grupo de adolescentes con obesidad mórbida. Existe una diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) entre el puntaje del cuestionario de hábitos alimentarios de los adolescentes con peso normal y el de los adolescentes con obesidad mórbida.

Tabla 6.4 Media, DE y valor de p, del puntaje del cuestionario de hábitos alimentarios de adolescentes con peso normal y adolescentes con obesidad mórbida

	N	Media del puntaje del cuestionario de hábitos alimentarios	DE	*Valor de p
Peso Normal	19	17.27	5.01	
Obesidad mórbida	23	13.69	5.70	0.037

* Prueba t

6.2 Discusión

Identificación del polimorfismo Gln223Arg en el gen LEPR en adolescentes con peso normal y adolescentes con obesidad mórbida del sur de Jalisco:

Después de la identificación del polimorfismo Gln223Arg o Q223R por el grupo de Considine, Considine, Williams, Hyde y Caro (1996), se han realizado múltiples estudios de este polimorfismo en diferentes poblaciones y asociado a diferentes enfermedades. Con el presente estudio nosotros encontramos que las frecuencias genotípicas de este polimorfismo en la población de adolescentes del sur de Jalisco no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con peso normal y el grupo con obesidad mórbida, estos resultados nos permiten comentar que en la población estudiada no existe asociación entre el polimorfismo Gln223Arg y la obesidad mórbida.

Nuestros resultados coinciden con los encontrados por Vleuten, Kluijtmans, Hijmans, Blom, Stalenhoef y Graaf (2006) quienes realizaron un estudio en 37 familias, que comprendían 644 sujetos de los cuales 158 fueron diagnosticados con hiperleptinemia, en sus resultados no encontraron significancia estadística que asocie el polimorfismo con el IMC, sin embargo, cuando realizaron la asociación de este polimorfismo con hiperlipidemia se encontró una asociación entre los niveles de proteína transportadora de colesterol LDL (denominada "colesterol malo") y el polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR. También nuestros resultados concuerdan con los presentados por Angel-Chávez, Tene-Pérez y Castro (2012) quienes afirmaron en un estudio realizado en 128 mexicanos mestizos entre 6 y 17 años de edad, 76 clasificados con sobrepeso y obesidad y 52 con peso normal, que no existe asociación entre el polimorfismo Gln223Arg y la presencia de obesidad, además también demostraron que la presencia de los alelos A ó G del polimorfismo Gln223Arg no son factores de riesgo para el desarrollo de obesidad. Con respecto a las frecuencias alélicas del polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio. La mayor proporción de los alelos corresponde al alelo A con un 51.27% y para el alelo G el 48.71%. Nuestros resultados coinciden con los reportados por Angel-Chávez et al. (2012) quienes reportaron una frecuencia del alelo A de 0.51 y para el alelo G de 0.49, sin diferencia estadísticamente significativa. Dentro de los porcentajes de las frecuencias alélicas encontrados en nuestro estudio el mayor porcentaje en el grupo con peso normal corresponde al alelo G (25.64%) y un menor porcentaje al alelo A (17.94%) y en el grupo de obesidad mórbida corresponde un mayor porcentaje al alelo A (33.33%) y un menor porcentaje al alelo G el 23.07%. A nivel mundial la mayor frecuencia del alelo G se encuentra en la población asiática, así como en los indios PIMA (Thompson, 1997). En relación a lo anterior, las frecuencias reportadas por Guizar-Mendoza et al. (2005) contrastan con nuestros resultados porque ellos reportan una mayor frecuencia del alelo A (0.63) en el grupo con peso normal, sin embargo , sus resultados coinciden con los nuestros en el grupo con obesidad ya que ellos también demuestran una mayor frecuencia del alelo A (frecuencia de 0.70) comparada con el alelo G.

Nuestros resultados también contrastan con la población norteamericana ya que la frecuencia del alelo G en individuos caucásicos con peso normal varía entre 0.41 a 0.46 y en la raza negra existe una frecuencia de hasta 0.51, mientras que las frecuencias son menores en individuos con obesidad. Sorlí (2008) observó una menor prevalencia del alelo G entre los obesos mórbidos, y el análisis de regresión logística determinó un efecto protector del alelo G en la población general, el cual lo relacionaron con mayor talla, menor peso e IMC, así como menor prevalencia del alelo entre los obesos, pudiéndose asociar el alelo G con un efecto protector.

Los resultados de un grupo de investigación en el 2009 coinciden con nuestros resultados al no encontrar asociación entre el polimorfismo Gln223Arg y obesidad, sin embargo, no coincidimos al establecer la asociación con los encontrados entre la asociación de los niveles de leptina y los distintos genotipos. El estudio fue realizado en 142 niños europeos, de los cuales 101 niños presentaban obesidad con IMC de 31.41 $\pm$5.03 y 41 niños de peso normal con IMC de 20.0 $\pm$0.80. El objetivo de su estudio era investigar si el polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR tenía influencia en el peso corporal, la concentración de los niveles de leptina y algunos parámetros metabólicos (glucosa, triglicéridos, colesterol total, HDL y LDL) en los niños. Sus resultados no tuvieron ninguna asociación entre el polimorfismo analizado y las variables establecidas (Pyrzak, Wisniewska, Kucharska, Wasik&Demkow, 2009).

Ben Ali et al. (2009) realizaron un estudio en población africana con el objetivo de investigar el impacto del polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR en IMC, leptina plasmática y parámetros lipídicos en 391 obesos y 302 con peso normal. Los genotipos homocigotos mutados G/G tenían bajos niveles de leptina en relación a los otros genotipos (p=0.005) ajustados por edad, IMC y género. El análisis estratificado que realizaron en relación al género reveló que los pacientes obesos masculinos que portaban el alelo A tenían niveles de leptina significativamente bajos (p=0.037) a diferencia de los sujetos homocigotos que presentaba el alelo G. En las mujeres obesas el polimorfismo Gln223Arg demuestra una asociación con bajos niveles de leptina (p=0.05). Debido a lo anteriormente expuesto nuestros resultados son diferentes porque sí encontramos una asociación estadísticamente significativa, ya que en el análisis estadístico se demuestra una asociación estadísticamente significativa entre niveles de leptina elevados y la presencia de obesidad mórbida.

Otro grupo de investigadores en el 2012 analizaron el mismo polimorfismo en el receptor de leptina y el G2548A en el gen de leptina en 169 individuos con peso normal y 160 con obesidad síndrome metabólico en donde encontraron el genotipo G/G asociado a obesidad y el haplotipo formado por los dos genes fue asociado con el síndrome metabólico con el riesgo a desarrollar obesidad (Boumaiza et al. 2012).

Estudios con participantes de peso normal y obesidad, sin embargo, nuestro estudio fue realizado en adolescentes con obesidad mórbida y a pesar de esto, nuestros resultados apuntan a que el desarrollo de obesidad mórbida en los adolescentes del sur de Jalisco, no tiene influencia genética la presencia del polimorfismo Gln223Arg. Por tanto, nosotros estamos de acuerdo a lo que reportan Ortiz, Nava, Muñóz y Veras (2010) que para desarrollar este padecimiento y presentar el fenotipo obeso se encuentran factores ambientales como los cambios en la dieta, el sedentarismo, el nivel socioeconómico, migración factores psicológicos y enfermedades metabólicas que forman parte de ambiente obesogénico.
Es importante señalar que aunque en nuestro estudio no se encontró una asociación entre el fenotipo de obesidad mórbida y el polimorfismo Gln223Arg, es necesario realizar futuras investigaciones en las que se incluya un número mayor de participantes e incluir poblaciones distintas a la mexicana.

Cuantificación de los niveles de leptina en adolescentes con peso normal y con obesidad mórbida del sur de Jalisco:

Los resultados encontrados demuestran que existe una diferencia estadísticamente significativa (p=0.000) entre los niveles de leptina del grupo con peso normal respecto a los del grupo con obesidad mórbida, presentando mayores niveles los adolescentes con obesidad.

Estos resultados nos permiten sugerir que existe una asociación los niveles elevados de leptina y la presencia de obesidad mórbida. Además, los resultados coinciden con los presentados por Chaila et al. (2012) quienes estudiaron los niveles de leptina en 700 sujetos de 6 a 19 años de edad diferencias estadísticamente significativas (p=0.001) entre los niveles de leptina de los niños y adolescentes con obesidad o sobrepeso. También, Viso, Solano, Sánchez, Portillo y Lovera (2005) realizaron un estudio para evaluar los niveles de leptina, y sus resultados coinciden con los nuestros ya que demostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los niños y adolescentes de peso normal en comparación con los obesos.

Los niveles de leptina en los obesos, encontrados en este último estudio fueron de 24.29µg/L y en los de peso normal de 11.53 µg/L además, no encontraron una relación de los niveles de leptina con el género, ni con la edad. Sin embargo, dos grupos de investigadores Viso et al. (2005) y Angel-Chávez et al. (2012) no encontraron asociación de los niveles de leptina en la adolescencia con la obesidad ni con el género. Una posible explicación ante la relación de los altos niveles de leptina y la presencia de obesidad es la resistencia de esta hormona afirman Rossum, Hoebee, Baak, Saris y Seidell (2003). Ellos realizaron un estudio de dos cohortes en la misma población, sus resultados arrojaron que los niveles de leptina fueron significativamente altos en adolescentes que ganaron un peso promedio de 12.6 kg a diferencia de aquellos que mantuvieron su peso. Solamente en los hombres se encontró una asociación entre los niveles de leptina y la ganancia de peso con el alelo Arg223 del polimorfismo Gln223Arg en comparación con los hombres que no tenían la mutación. Esta resistencia a la leptina es inducida por la hiperleptinemia presente en los obesos que se produce debido a una mayor cantidad de grasa corporal, lo cual induce una mayor producción de leptina, lo cual a la vez incrementa la expresión hipotalámica de SOCS-3 (supresor de señalización) dando lugar a una reducción en la sensibilidad a la leptina y el consecuente establecimiento de la resistencia a la leptina (Vázquez, 2006).Con los resultados anteriormente expuestos nosotros nos permitimos afirmar que en los adolescentes del sur de Jalisco existe una asociación entre la presencia de obesidad mórbida y los niveles elevados de leptina. Sin embargo, aun cuando estos resultados indican una asociación estadísticamente significativa entre los dos, nosotros no analizamos la relación entre estas variables con el género ni la edad por lo que en futuras investigaciones cabe resaltar la importancia de esta clasificación, para descartar la posibilidad de que estos factores (edad precisa y sexo) influyan. Además, es importante enfatizar que la obesidad mórbida es multifactorial y que por tanto, la leptina es solo un parámetro que se asocia a la obesidad mórbida pero puede o no determinar su desarrollo de la misma.

Evaluación de los hábitos alimentarios en adolescentes con peso normal y obesidad mórbida del sur de Jalisco:

Los resultados del puntaje obtenido en el cuestionario de hábitos alimentarios indican que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.037$) entre los hábitos del grupo con peso normal y los del grupo con obesidad mórbida. Estos resultados indican que existe una asociación entre los hábitos alimentarios saludables y el peso normal y una asociación entre los hábitos alimentarios no saludables y la presencia de obesidad mórbida.Bienertová-Vasku, Bienert, Foreit, Tomandl, Brázdová y Vasku (2010) realizaron un estudio con enfoque en la composición de la dieta como un rasgo especifico relacionado a la obesidad y determinaron si la variación genética en el gen LEP, LEPR, adiponectina (ADIPOQ), IL-6 y pro-opiomelanocortina sustentan preferencias alimentarias especificas nativas y se relacionan con parámetros antropométricos relacionados con obesidad. El total de individuos que analizaron fue de 409 caucásicos. Sus resultados demuestran que independientemente del IMC, las variaciones comunes en los genes LEP Y LEPR fueron asociados con patrones específicos de alimentación, principalmente con respecto al ritmo de alimentación.

El polimorfismo Gln223Arg del gen LEPR fue asociado con múltiples parámetros, incluyendo presión sanguínea diastólica, tamaño de las comidas durante el día y niveles plasmáticos de ADIPOQ. Por lo que concluyen que las variantes alélicas comunes se asocian con comportamientos alimentarios específicos y rasgos antropométricos relacionados a la obesidad.

Sin embargo, nuestros resultados no pueden ser comparados por la diferencia de instrumentos utilizados y las variables estudiadas. Aunque cabe resaltar la importancia del polimorfismo Gln223Arg asociado al consumo del tamaño de las comidas realizadas durante el día que reportan este grupo de investigación. Por otro lado, Toselli, Argnani, Canducci, Ricci y Gualdi-Russo (2010) indicaron que en los adolescentes italianos con exceso de peso existe un desbalance en la dieta ya que el consumo de proteínas, carbohidratos y grasas que consumen son superiores a los rangos recomendados para su grupo de edad y los adolescentes con peso normal consumen una dieta equilibrada. En los resultados del puntaje del cuestionario de hábitos alimentarios el desarrollo de obesidad mórbida en nuestros participantes está asociado a hábitos alimentarios no saludables. Bell y Rolls (2003) indicaron que el sobrepeso u obesidad es causado al romperse el equilibrio entre el ingreso y el egreso de energía durante un período largo tiempo. Mencionan además, que el hombre es capaz de mantener su peso corporal mediante el equilibrio entre el ingreso y egreso de calorías, sin embargo, con la alta prevalencia de obesidad es evidente que no todas las personas son capaces de mantenerlo. En nuestro estudio, únicamente se evaluaron los hábitos alimentarios personales, sin considerar otra variable relacionada con el comportamiento alimentario. Cabello y Zúñiga (2007) afirman que además de estos un fuerte detonador de obesidad dentro del comportamiento alimentario de un obeso son los hábitos alimentarios familiares (patrones familiares) y que el mantenimiento de este peso por largo tiempo es influido por hábitos alimentarios no saludables como no desayunar y después tener una abundante cena, las comidas rápidas y porciones grandes de consumo, junto con el comer fuera del área de la cocina. En un estudio realizado por Castañeda-Sánchez, Rocha-Díaz y Ramos-Aispuro (2008) indicaron que en sus resultados a pesar de que los hábitos alimentarios no se asocian estadísticamente al estado nutricional de los adolescentes, clínicamente el hecho de que presenten hábitos no saludables indica la presencia de desnutrición, sobrepeso u obesidad.

Los estudios realizados de hábitos alimentarios relacionados con obesidad mórbida son muy escasos, ya que en México los instrumentos de medición de estos factores son insuficientes o no validados en nuestra población mexicana. Sin embargo, el cuestionario que se utilizó en nuestro estudio solo se utilizó para evaluar hábitos alimentarios, clasificándolos como saludables y no saludables. Nosotros proponemos que para futuras investigaciones se utilicen software ya validados para la valoración de hábitos alimentarios como lo es el software de recordatorio de 24 horas.

6.3 Conclusiones

No existe asociación estadísticamente significativa de las frecuencias genotípicas (A/A, A/G y G/G) del polimorfismo Gln223Arg con el peso normal o con la obesidad mórbida.

No existe asociación estadísticamente significativa de las frecuencias alélicas (A y G) del polimorfismo Gln223Arg con el peso normal ni con la obesidad mórbida.

Existe asociación estadísticamente significativa entre niveles elevados de leptina y la obesidad mórbida, indicando hiperleptinemia en el grupo con obesidad mórbida.

Existen diferencias estadísticamente significativas en el puntaje obtenido en el cuestionario de hábitos alimentarios por los adolescentes del grupo con peso normal, respecto a los adolescentes con obesidad mórbida, lo que sugiere una relación entre los hábitos alimentarios saludables y el mantenimiento del peso normal, así como la relación de hábitos alimentarios no saludables con el desarrollo de obesidad mórbida.

6.4 Referencias

Angel-Chávez, L., Tene-Pérez, C. E. & Castro, E. (2012). Leptin receptor gene K656N polymorphism is associated with low body fat levels and elevated high-density cholesterol levels in mexican children and adolescents. *EndocrineResearch, 37* (3), 124-134.

Bell, E. A. &Rolls, B. J. (2003).Regulación de la ingesta de energía: factores que contribuyen a la obesidad. En B. Bowman y R. Russell (Eds.). *Conocimientos Actuales sobre Nutrición* (pp. 34-84).Washington: Organización Panamericana de la Salud.

Ben Ali, S., Kallel, A., Sediri, Y., Ftouhi, B., Feki, M., Slimene, H., Jemaa. R. &Kaabachi, N. (2009). LEPR p.Q223R Polymorphism influences plasma leptin levels and body mass index in Tunisian obese patients. *Archive of Medical Research, 40* (3), 186-190.

Bienertova-vasku, J., Bienert, P., Foreit, M., Tomandl, J., Brazdova, Z. &Vasku, A. (2012).Genotype x nutrient association of common polymorphisms in obesity-related genes with food preferences and time structure of energy intake.*British Journal of Nutrition, 103* (3), 352-359.

Boumaiza, I., Omezzine, A., Reieb, J., Rebhi, L., Ouedrani, A., Ben Reieb, N., Ben Abdelaziz, A. &Bouslama, A. (2012). Relationship between lweptin G2548A and leptin receptor Q223R gene polymorphisms and obesity and metabolic syndrome risk in Tunisian volunteers.*Genetic Test Molecular Biomarkers, 16* (7), 726-733.

Cabello, G. M. L. & Zúñiga, Z. J. G. (2007). Aspectos intrapersonales y familiares asociados a la obesidad: un análisis fenomenológico. *Ciencia UANL, X* (002), 183-188.

Calvo, B. S. C., & López, N. C. (2011). Hábitos alimentarios saludables. En Calvo, B. S. C., Gómez, C. C., López, N. C. & Royo, B. M. A. (Coord.) *Nutrición, salud y alimentos funcionales.* (13-30). Madrid: UNED. Obtenido el día 23 de agosto de 2012, desde http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=hfQMXBIiydgC&oi=fnd&pg=PA13&dq=significado+de+habitos+alimentarios+saludables&ots=_V48zpDlRz&sig=ub6mhj5iDWhj-u_0Y35HDBdTWUw#v=onepage&q&f=false.

Castañeda-Sánchez, O., Rocha-Díaz, J. C. & Ramos-Aispuro, M. G. (2008). Evaluación de los hábitos alimenticios y estado nutricional en adolescentes de Sonora, México. *Archivos en medicina familiar, 10* (1), 7-9.

Chaila, M. Z., Fabio, S., Quiroga, E., Sánchez de Boeck, N., Namur, M., D´urso, M. & Bazán, M.C. (2012). Prevalencia de Síndrome metabólico en niños y adolescentes según diferentes criterios diagnósticos y su correlación con niveles de leptina y adiponectina. *Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo, 49* (3), 103-114.

Considine, R. V., Considine, E. L., Williams, C. J., Hyde, T. M. & Caro, J. F. (1996). The hypothalamic leptin receptor in humans:identification of incidental sequence polymorphisms and absence of the db/db mouse and fa/fa rat mutations. *Diabetes, 45* (7), 992-994.

Gil, A. (2002). Obesidad y genes. *Vox Pediatrica, 10* (2), 40-45.

Guízar-Mendoza, J. M., Amador-Licona, N., Flores-Martínez, S. E., López Cardona, M. G., Ahuatzín-Trémary, R. & Sánchez-Corona, J. (2005). Association analysis of the Gln223Arg polymorphism in the human leptin receptor gene, and traits related to obesity in Mexican adolescents. *Journal of Human Hypertension, 19*, 341-346.

Hernández-Jiménez, S. (2004). Fisiopatología de la obesidad. *Gaceta Médica de México, 140* (2), 27-32.

La Prensa (25 de febrero de 2011). *México ocupa el primer lugar en obesidad infantil y el segundo en adulta*. Obtenido el 25 de febrero de 2011, desde http://www.oem.com.mx/laprensa/notas/n1980906.htm

Molero-Conejo, E., Marina, M. L., Fernández, V., Raleigh, X., Casanova, A., Connell, L., Gómez, M. E., Ryder, E. & Campos, G. (2006). Insulina, leptina y hormona de crecimiento y su relación con índice de masa corporal e índice de obesidad en adolescentes. *Scielo, 56* (1), 29-35.
Organización Mundial de la Salud (2006). *Obesidad y sobrepeso*. (Nota descriptiva No.311).

Organización Mundial de la Salud (2010). *Conjunto de recomendaciones sobre la promoción de alimentos y bebidas no alcohólicas.* Recuperado de: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243500218_spa.pdf.

Ortiz, E. R. M., Nava, C. G., Muñoz, J. S. & Veras, G. M. E. (2010). En Morales, G. J. A. (Ed.) *Obesidad un enfoque multidisciplinario* (pp. 77-99). España: Ciencia al día.

Palou, A., Bonet, M. L., Picó, C. & Rodríguez, A. M. (2004). Nutrigenómica y obesidad. *Revista de Medicina de la Universidad de Navarra, 48* (2), 36-48.

Pyrzak, B., Wisniewska, A., Kucharska, A., Wasik, M. &Demkow, U. (2009). No association of LEPR Gln223Arg polymorphism with leptin, obesity or metabolic disturbances in children. *European Journal of Medical Research, 14* (4), 201-204.

Rosado, E. L., Monteiro, J. B., Chaia, V. & do Lago, M. F. (2006). Efecto de la leptina en el tratamiento de la obesidad e influencia de la dieta en la secreción y acción de la hormona. *NutriciónHospitalaria, 21* (6), 686-693.

Rossum, C. T., Hoebbe, B., Baak, M. A., Saris, W. H. & Seidell, J. C. (2003). Genetic variation in the leptin receptor gene, leptin and weight gain in young Dutch adults. *Obesity Research, 11* (3), 377-386.

Secretaria de Salud. (2010). *Acuerdo nacional para la salud alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad*. Primera edición. México.

Silver, K., Walston, J., Chung, W. K., Yao, F., Parikh, V. V., Andersen, R., Cheskin, L., J., Elahi, D., Muller, D., Leibel, R. L. &Shuldiner, A. R. The Gln223Arg and Lys656Asn polymorphisms in the human leptin receptor do not associate with traits related to obesity. *Diabetes, 46* (11), 1898-1900.

Sorlí, G. J. V. (2008). *Obesidad y alteraciones metabólicas: factores genéticos y ambientales en población mediterránea española*. (Tesis doctoral, Universidad de Valencia, Valencia, España). Recuperado de http://tesis.com.es/documentos/obesidad-alteraciones-metabolicas-factores-geneticos-ambientales-poblacion/

Thompson, D. B., Ravussin, E., Bennet, P. H. &Bogardus, C. (1997). Structure and sequence variation at the human leptin receptor gene in lean and obese Pima Indians.*Human Molecular Genetics, 6* (5), 675-679.

Toselli, S., Argnani, L., Canducci, E., Ricci, E. &Gualdi-Russo, E. (2010).Foodhabits and nutritional status of adolescents in Emilia-Romagna, Italy.*Nutrición Hospitalaria, 25* (4), 613-621.

Vázquez, V. M. E. F. (2006). Señalización de leptina. *Revista de Educación Bioquímica, 25* (002), 50-54.

Viso, G. M. E., Solano, R. L., Sánchez, A. Portillo, Z. & Lovera, D. (2005). Leptina sérica en niños y adolescentes venezolanos obesos y eutróficos. *Archivos Lationamericanos de Nutrición, 55* (1).

Vleuten, G. M., Klijtmans, L. A., Hijmans, A., Blom, H. J., Stalenhoef, A. F. H. &Graaf, J. (2006). The Gln223Arg polymorphism in the leptin receptor is associated with familial combined hyperlipidemia. International Journal of Obesity, 30, 892-898

Biodiversidad y estatus de protección de los vertebrados de las ANP de la sierra de la silla

Juan García, Armando Contreras, María Lozano, María García, David Lazcano, José Torres, Mercedes Salinas, David Borré, Jerónimo Chávez, Jorge Contreras, Hugo González, Joel Ortega, Iris Banda, Jimena Correa y José García

J. García; A. Contreras; M. Lozano; M. García; D. Lazcano; J. Torres; M. Salinas; D. Borré; J. Chávez; J. Contreras; H. González, J. Ortega; I. Banda; J. Correa y J. García
Universidad Autonoma De Nuevo León, Pedro de Alba S/n, Ciudad Universitaria, 66450 San Nicolás de Los Garza, Nuevo León
Laboratorio de Ictiología, Laboratorio de Herpetología, Laboratorio de Ornitología, Laboratorio de Manejo de Vida Silvestre

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

This is the first time at national and state level that we try to unify two natural protected areas with different range; the Monumento Natural Cerro de la Silla (federal level) and Sierra de la Silla (state level), both forms an important biological corridor with the Sierra Madre Oriental over the neotropical species. The limited information from all groups of vertebrates (fish, amphibians, reptiles, birds and mammals) of these protected areas, justified this multidisciplinary research generated bio-ecological bases and justifications necessary for the conservation of these to support management plans. The methods used for each group are the basic reported on each references and the field survey was conducted during 2011 to 2012, by a multidisciplinary work team, headed by specialized people for the different group or vertebrates by the "academic board for the conservation biology" Cuerpo Academico de Biologia de la Conservacion. The list of species include (21 species of fishes, 49 amphibians and reptiles, 155 birds, and 37 mammals), was established their ecological and temporal distribution of the species, it was determined the presence of 15 exotic species, being the fishes and mammals the most affected group, and established 39 species under federal protection law in the Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). The field work was realized during 2011 and 2012.

7 Introducción

Ambas Áreas Naturales protegidas, Monumento Natural Cerro de la Silla y Sierra de la Silla, forman un corredor biológico, en especial para las especies neotropicales; además El Monumento Natural Cerro de la Silla es una orografía emblemática para el Estado de Nuevo León y particularmente para la Ciudad de Monterrey. Actualmente las dos áreas naturales protegidas están amenazadas por el desarrollo urbano, las actividades humanas (agricultura, ganadería y turismo) que ponen en peligro la biodiversidad y la integridad del ecosistema al generar metapoblaciones de especies nativas empobrecidas genéticamente. Por lo que se hace necesario la conservación de las especies, el equilibrio de las comunidades y/o ecosistemas, evitar la fragmentación del hábitat y apoyar los planes de manejo de ambas áreas naturales protegidas y la propuesta de unificar las dos ANP´s en una sola de mayor jerarquía para mantener el corredor biológico entre el Monumento Natural Cerro de la Silla (Federal) y Sierra la Silla (Estatal) con la Sierra Madre Oriental. Los beneficiarios de este proyecto sería el Programa de Áreas Naturales Protegidas de México y el Estado al conservar la riqueza biológica del país; fortalecer el Cuerpo Académico de Biología de la Conservación de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL con la integración de todos sus miembros en un solo proyecto; además de formar recursos humanos altamente capacitados; la sociedad de Nuevo León al Mantener la integridad del emblema del Cerro de la Silla y los servicios ambientales que presta.

Las áreas de estudio se encuentran localizadas entre las coordenadas 25°39´50" y 25°37'40" N y 100°16' 25" y 100° 13' 25" W. delimitando un área aproximada de 6 km^2.

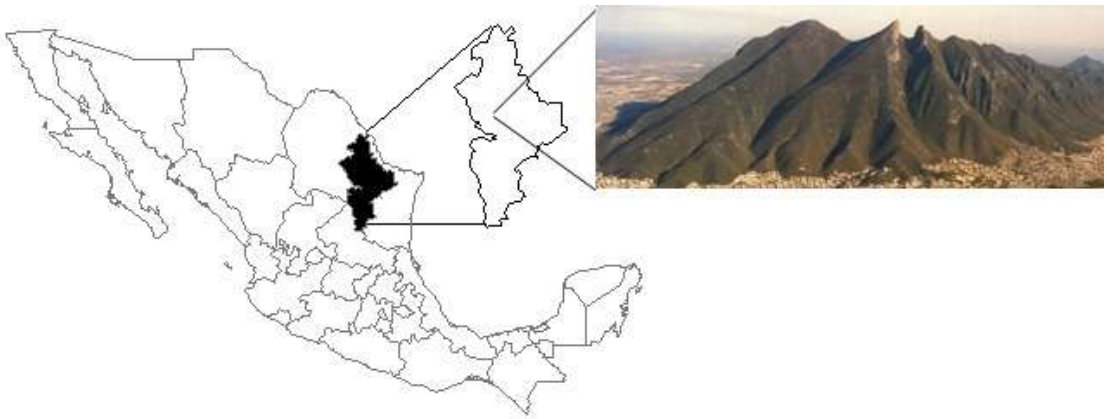
El Monumento Natural Cerro de la Silla limita al norte con los municipios de Monterrey, Guadalupe y parte de Juárez, al este por áreas agrícolas y ganaderas de los municipios de Juárez y Cadereyta, al oeste por el Cañón del Huajuco principalmente dentro del municipio de Santiago, y al sur por el ANP sierra "Cerro de la Silla"[1].

La Sierra de la Silla se encuentra en su mayor parte dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental en los municipios de Monterrey, Juárez, Santiago Allende y Cadereyta[1].

Fisiográficamente el área de estudio se encuentra en su mayor parte dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, subprovincia de la Gran Sierra Plegada; sin embargo algunas porciones de la parte oriental caen dentro de la provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte, subprovincia de Llanuras y Lomeríos.

Los principales tipos de vegetación presentes son el Matorral Submontano y el Bosque de Encino, aunque también se da la presencia de Vegetación Riparia, principalmente en zonas de escurrimiento y a la orilla de los arroyos presentes en el área.

Figura 7 Localización geográfica del monumento natural cerro de la silla, Nuevo León, México



En la Figura 7 Se muestra la ubicación geográfica del Monumento Natural Cerro de la Silla, Nuevo León, México

Topografia: El rango de elevaciones es de 520 msnm en las zonas más bajas, situadas en el cañón de la boca, hasta los 1,821 msnm en las partes más altas del Cerro de la Silla. Las pendientes en el Monumento son muy variables, encontrándose valores de 0 a 90 grados en ciertas partes de la sierra en donde los sedimentos marinos se encuentran en posición vertical. El eje del Monumento Natural tiene una orientación NNW–SSE y la combinación de las condiciones de elevación, pendientes y orientación da origen al establecimiento de vegetación en diversas condiciones, con un mayor vigor en las laderas Norte y Noreste.

Geología:El área de estudio tiene su origen estructural en sedimentos del Mesozoico faltan totalmente las ígneas y sólo en una mínima parte se encuentran las metamórficas compuestas por filones de corta extensión de mármoles con bajo grado de metamorfismo. Las rocas más antiguas que afloran en el área pertenecen a materiales de sedimentos marinos del Jurásico superior y del Cretácico, sobre los cuales fueron depositados sedimentos continentales del Terciario y Cuaternario.

La secuencia estratigráfica que se tiene en el frente de la Sierra Madre Oriental, hacia esta zona de Monterrey, N.L., se encuentra representada por las siguientes formaciones del Jurásico y el Cretácico: Zuloaga, La Casita, Taraises, Cupido, La Peña, Aurora, Cuesta del Cura, Agua Nueva, San Felipe y Méndez. Además de Depósitos de Conglomerado y Depósitos Coluviales pertenecientes al Terciario y Cuaternario respectivamente.

Edafología: Los tipos de suelos dominantes en el área de estudio son los Litosoles. Estos son suelos limitados en profundidad por un estrato continuo y coherente que puede ser roca o un horizonte cementado por carbono de calcio. Son someros, con un espesor menor de 10 cm, por lo cual desde el punto de vista morfológico no presentan horizontes. Incluso en la mayoría de las áreas donde se encuentran estos suelos, la roca está aflorando, por consiguiente, su modo de formación es in-situ, caracterizándose como suelos residuales incipientes. Se les encuentra en las principales sierras, lomeríos y pies de monte, sobre pendientes abruptas mayores de un 30%, o moderadamente abruptas (entre 155 y 30%)[2], y Regosol. Esta unidad está representada por suelos someros con menos de 40 cm. De espesor, o por suelos profundos con más de 100 cm. De espesor. Los primeros están limitados por la roca madre o por un horizonte continuo y coherente, producto de la acumulación y cementación de carbonatos de calcio. Los profundos están limitados por material que los caracteriza como suelos esqueléticos. Existen otros como los feozem, fluvisoles, xerosoles háplicos y luvisoles.

Climatología:El clima dominante es templado, semicálido, subhúmedo, con lluvias de verano entre 700 y 900 m. de precipitación promedio anual durante el otoño-invierno [(A)C(W0)]; otros tipos climáticos presentes son el templado, semicálido, subhúmedo, con lluvias escasas todo el año [(A)Cx´]; el semiseco cálido con lluvias en el verano, % de precipitación invernal entre 5 y 10.5 [BS,(h) hw]; y el semiseco semicálido con lluvias en el verano, % de precipitación invernal entre 5 y 10.5, invierno fresco [BS, hw][3].

Temperatura:La marcha anual de la temperatura muestra una curva típica de regiones subtropicales, con un máximo térmico coincidente con la posición del sol durante el verano. Hay un almacenamiento creciente de energía desde la estación de invierno. El progresivo avance del sol hacia el hemisferio Norte determina ganancias térmicas continuas como lo muestran los datos de radiación solar que coinciden con el período del calentamiento de enero a julio y, por lo tanto, en las estaciones meteorológicas se presentan en este último mes el máximo térmico y el máximo de radiación solar. A partir de aquí la temperatura queda sujeta a modificaciones provocadas por la invasión de masas de aire frío y húmedo, de modo que los descensos térmicos son de alrededor de 3°C hacia el mes de septiembre. En octubre y noviembre inicia la penetración de las masas frías del Norte, que aumentan el enfriamiento normal del suelo, alcanzando los mínimos térmicos entre los 10° y 15°C en las estaciones meteorológicas.

Precipitación:El Norte de la República es una zona de lluvias escasas donde la aridez responde a la situación geográfica respecto a la faja subtropical de alta presión. El análisis de los diagramas ombrotérmicos indica que casi toda el área tiene mayor influencia de las lluvias estacionales de verano, donde las precipitaciones originan fuertes chubascos de tipo convectivo y sólo hacia el Sur y Suroeste las lluvias que se presentan son de tipo orográfico por lo tanto abundantes. El comportamiento general de las precipitaciones está dado por la influencia de la circulación general de la atmósfera durante el año.

De modo que las lluvias registradas en los primeros meses del año están dadas por la entrada de los “Nortes” al país, que producen lluvias ligeras o moderadas en estos meses. Aproximadamente en junio, se percibe la influencia de las lluvias de verano en forma torrencial y de chubascos. Por el efecto dominante de los vientos alisios que pierden fuerza hacia junio y agosto, hay una disminución de las precipitaciones, llamada canícula. En septiembre cuando se activa la circulación ciclónica, se vuelven a sentir las masas de aire húmedo, cada vez de mayor importancia como productoras de lluvia en la región.

Hidrología:Las áreas pertenecen y forman parte de la región hidrológica del Río Bravo” (RH #24). Esta región es una vasta extensión que cubre una superficie de más de 39,000 Km^2 e incluye a corrientes tan importantes como los ríos Bravo, San Juan y Pesquería entre otros. En particular, el área del monumento se localiza dentro de la cuenca hidrológica de Monterrey. El principal río del área, es el Río La Silla, de tipo perenne con un flujo de agua paralelo a la Sierra Madre Oriental. Los principales arroyos tributarios del río La Silla son El Calabozo, La Virgen y Los Elizondo. Aguas abajo el río La Silla se une al río Santa Catarina. Dentro del anticlinal del Cerro de la Silla, se forman varias microcuencas que fluyen hacia el este al salir del Monumento Natural, estas son las microcuencas del arroyo San Juan.

7.1 Antecedentes

Los trabajos ictiofaunísticos para el Estado de Nuevo León son pocos entre estos se encuentran: la primera es una lista de especies de peces para el estado de Nuevo León y reporta 48 taxa[4]; y e 1967[5] aumenta la lista a 54, en ningún caso se mencionan las dos ANP’S. Posteriormente en 1995 en un trabajo sobre la Ictiofauna de Nuevo León, se reporta la presencia de 64 especies en total, de las cuales 33 son endémicas y 5 exóticas[6]. En una lista para las especies de Monterrey reporta 7 familias con 18 géneros y 28 especies donde 9 de éstos son exóticos, que son ya sea por introducción o por invasión ya que no corresponden a poblaciones originales de Monterrey[7].

Para la herpetofauna, en el año 2000 realizaron un estudio de impacto ambiental en el Cerro de la Silla y mencionan algunos anfibios y reptiles[8]. Para el 2010, reportan 88 especies en el Monumento Natural Cerro de la Silla[9]. En un trabajo sobre la diversidad herpetológica en la Sierra “Cerro de la Silla” se mencionan diversas especies[10].

Para México donde se menciona el estado de Nuevo León, se encuentran dos trabajos que refieren varias especies de aves[11,12] algunas con localidades. En la avifauna específicamente para Nuevo León donde registra varias especies para el Cerro de la Silla[13] y sus colindancias. En 1985 es un trabajo de un año en un transecto del Cañón de la Boca, se reportan 80 especies[14].

Para mamíferos destacan los trabajos de 1994 y 1999, donde se refieren a la historia de la mastozoolgía en Nuevo León y a la Colección de Mamíferos de la UANL, donde incluyen varios registros para ambas areas[20,21].

7.2 Material y métodos

Se realizaron viajes mensuales de colecta a los diferentes cuerpos de agua que se localizaron dentro de la zona del Monumento Cerro de la Silla y Sierra de la Silla, Nuevo León, México, se tomaron muestras de peces, mediante los siguientes artes de pesca: chinchorros de 2 y 3 mts., atarrayas y trampas, equipo de electropesca LR–24 de la marca Smith-Root, Inc. ®. El material fue fijado en formol al 10 % por 7 días, posteriormente se lavo en agua corriente por 24 h, y finalmente se preservo en alcohol isopropilico al 50 %. El material fue separado y se determinado taxonómicamente de acuerdo a diversos autores [17]; posteriormente fue etiquetado y agregado a la colección Ictiológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo el acrónimo UANL[15].

Se realizaron las listas por localidad en orden filogenético[16, 17]; y para la distribución de las especies nativas y no nativas se siguió el criterio más reciente que es del 2005[17]. Los resultados se presentan en la siguiente forma, nombre de la localidad, fotos de las localidades, generalmente 2 panorámicas, río arriba y río abajo, fecha, coordenadas, métodos de colecta, características del área como algunos aspectos ecológicos del río, datos fisicoquímicos del agua y especies encontradas donde se incluye el género, especie y el número de catálogo de la Colección Ictiológica, FCB, UANL. Para la realización del presente trabajo se obtuvo apoyo del programa PAICYT, convenio GCN052-10. La información de este trabajo se obtuvo de colectas realizadas bajo los permisos DGPA/DGVS/02015/11 y DGOPA.18011.2230.

El registro de anfibios y reptiles, primero se determinaron las comunidades vegetales presentes en el Monumento Natural Cerro de la Silla, abarcando los gradientes altitudinales de 520-1821msnm. Una vez determinadas estas comunidades, se realizaron los transectos mediante el método de inventario y muestreo, que consiste en localizar y capturar los ejemplares, en el sustrato que estaba siendo utilizado (montículos de piedra, troncos secos, sustratos arbóreos, pared de concreto, tierra, laminas, lodo, etc.), ya sea debajo o sobre las piedras, troncos, vegetación y sustratos artificiales[18].

Se establecieron transectos sin anchura de banda para la observación y registro de las aves, siguiendo el criterio de la línea Canfield, combinado con puntos de observación sobre los transectos, según lo recomiendado por varios autores[19]. Además se utilizaron binoculares y monoculares y guías de campo.

Para los mamíferos se utilizaron dos métodos de trabajo. El primero fue la captura de mamíferos pequeños y medianos, con ayuda de trampas Sherman, Tomahawk y redes de niebla; mientras que el segundo consistió en fototrampeo con cámaras de disparo automático activadas por sensores de movimiento; en ambos casos, el trabajo de campo se complemento con la búsqueda e interpretación de rastros diversos que se encontraron en los transectos recorridos del área de estudio.

Diversos trabajos han referido los sitios de ambas áreas protegidas, destacando la falta de trabajos en estas importantes áreas naturales protegidas[20, 21] .El estatus de especies de todos los grupos, se siguió el criterio de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana[22].

7.3 Resultados

Peces:Se reportan un total de 21 especies de peces de las cuales 14 son nativas repartidos en 18 géneros y 9 familias; de las cuales y de acuerdo al origen zoogeográfico 10 especies son Neárticas, 10 Neotropicales y una etiópica; de acuerdo a su afinidad ecológica son 11 primarias, 8 secundarias y 2 periféricas. En total se encontraron 7 especies exóticas, repartidas en 2 exóticas por invasión *Dorosoma petenense* y *Menidia beryllina* las cuales son de áreas costeras y salobres[17], las cuales han remontado a través de los ríos y han alcanzado el área protegida, 4 por translocación entre estas esta *Gambusia affinis* también llamado Mosquito fish o guayacón mosquito, el cual se le encuentra en ríos costeros[17], pero ha sido utilizado como control biológico del mosquito y ayudar al control de enfermedades causados por ellos; *Heterandria bimaculata, Poeciliopsis gracilis y Xiphophorus helerii,* las cuales son nativas de áreas sureñas de México pero que han sido introducidas a las presas posiblemente al sembrar peces de forraje como alimento para especies de uso deportivo.

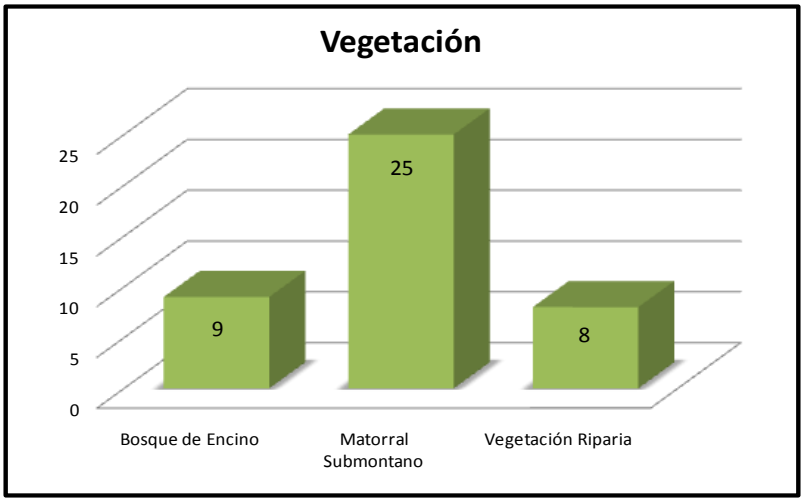
Las tres últimas pudiera deberse también a que son especies de acuario, y que hayan sido liberados por sus propietarios al querer deshacerse de ellos sin matarlos en los medios acuáticos de los alrededores de Monterrey; finalmente se tiene una especie por introducción *Oreochomis aureus*, la cual viene de los lagos Africanos y traída a México desde los años sesentas para promover la acuacultura como fuente proteica para el humano principalmente.

En la Norma oficial mexicana[22] aparecen 6 especies, 5 Amenazadas y 1 en Peligro de Extinción; Amenazadas: *Cyprinella lutrensis*, *Cyprinella rutila*, *Notropis amabilis*, *Notropis jemezanus*, *Etheostoma grahami* y *Dionda melanops* En Peligro.

Anfibios y reptiles: Se registraron durante el muestreo 27 especies, con los ejemplares de colección y lo reportado en literatura se obtienen 49 especies, agrupadas de la siguiente manera: Anfibios el orden Anura: 6 familias, 8 géneros y 10 especies. Reptiles: orden Squamata, suborden Sauria: 5 familias, 7 géneros y 13 especies; suborden Serpentes: 5 familias, 21 géneros y 26 especies.

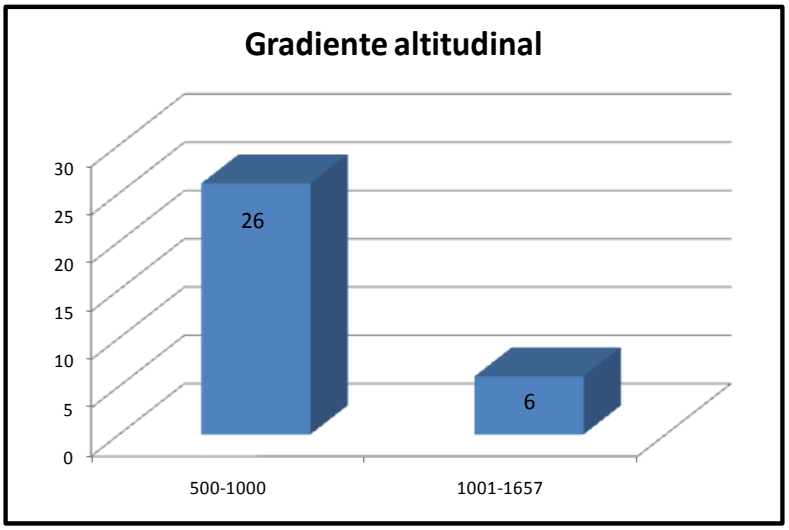
En la distribución de las especies por tipo de vegetación se tiene que el mayor número de especies registradas fue el matorral submontano con 25 especies, seguida de bosque de encino con 9 especies y al final vegetación riparia con 8 especies.

Grafico 7 Número de especies por comunidad vegetal en el Monumento Natural Cerro de la Silla y Sierra Cerro de la Silla, en el estado de Nuevo León, México



En la distribución por especies de acuerdo al gradiente altitudinal, el presente trabajo abarco desde los 500 hasta los 1657 msnm. Fue en el rango de los 500 a los 1000 msnm donde se registró un mayor número de especies con 26 y número de individuos con un total de 281, y de los 1001 a los 1657 msnm se registraron solamente 6 especies y 16 individuos.

Grafico 7.1 Número de especies registradas por gradiente altitudinal en el MNCS, Nuevo León, México



En la distribución de las especies por sustrato el más utilizado por la herpetofauna en cuanto al número de especies fue bajo roca y hojarasca con 12 especies, seguido de sobre suelo (en camino de terracería) con 10 especies (Figura 7.2). En cuanto al número de individuos registrados, fue camino de terracería con 73 individuos, seguido de bajo roca con 68 y hojarasca con 26 (Figura 7.3).

Grafico 7.2 Número de especies por tipo de sustrato en el MNCS, Nuevo León, México

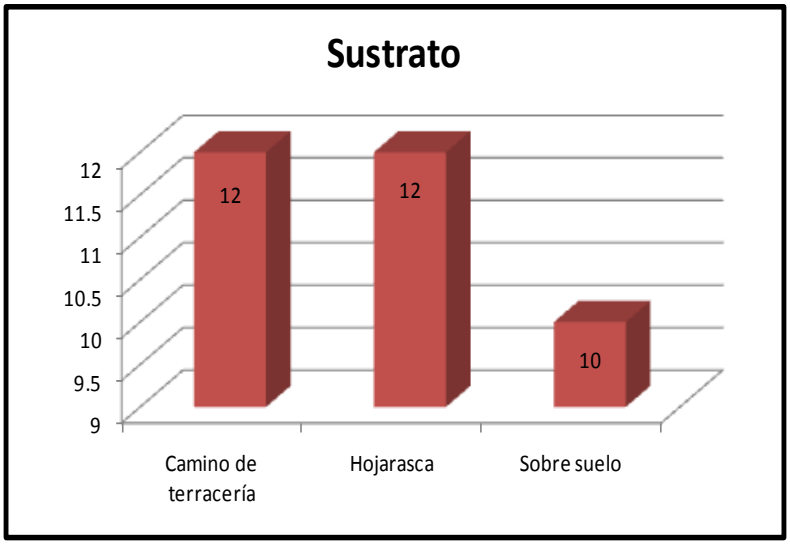
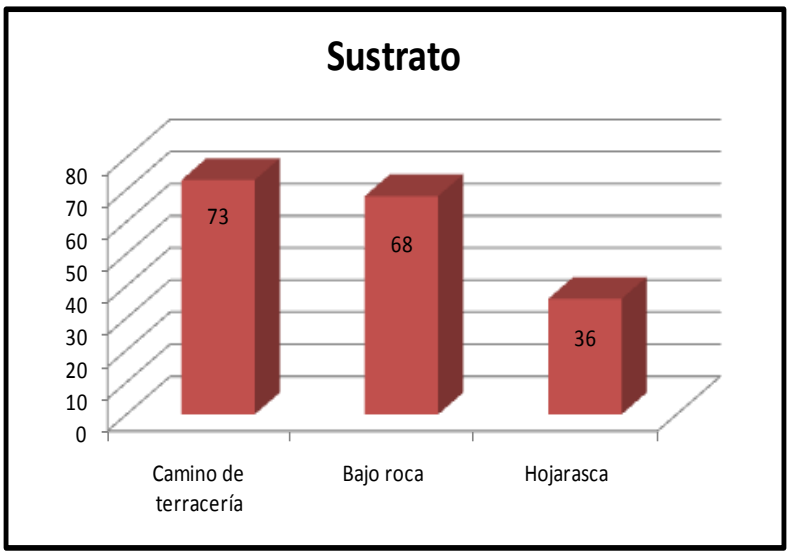


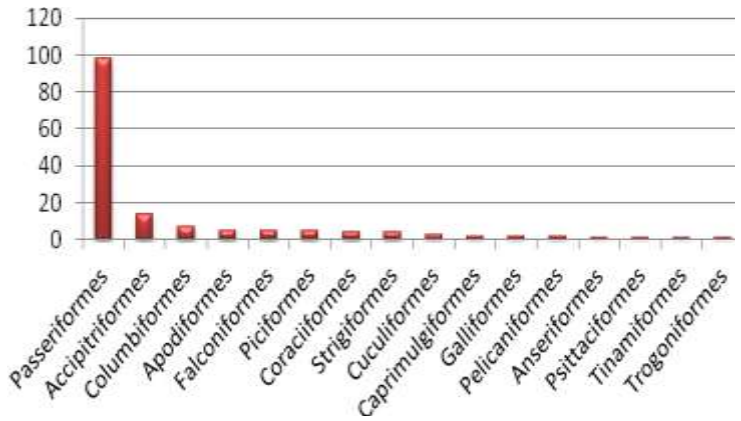
Grafico 7.3 Número de individuos por tipo de sustrato en el MNCS, Nuevo León, México



Referente al estatus de conservación de las especies; 19 presentan algún estatus de conservación, esto representa el 38.77% de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010[22], 11 especies se encuentran catalogadas dentro de la categoría de Sujeta a Protección especial (Lithobates berlandieri, Gerrhonotus infernalis, Sceloporus grammicus, Lepidophyma sylvaticum, Rhadinaea montana, Tantilla rubra, Crotalus atrox, Crotalus lepidus,Crotalus molossus y Crotalus totonacus) y 5 en amenazadas (Scincella silvicola, Coluber constrictor, Lampropeltis alterna, Leptophis mexicanus y Tantilla atriceps) mientras que en la Lista Roja de la IUCN, se enlistan 2 en vulnerable (Eleutherodactylus longipes y Storeria hidalgoensis), 1 en casi amenazada (Ecnomiohyla miotympanum) y 1 en peligro (Rhadinaea montana).

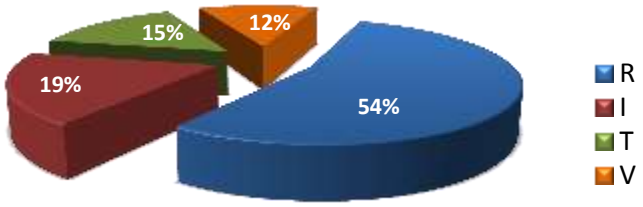
Aves:Este es el primer estudio intensivo y extensivo sobre las dos áreas naturales protegidas. Durante el período de estudio se realizaron 54 salidas al campo con un total de 378 horas de muestreo y se visitaron un total de 18 transectos, recorriendo una distancia total de 39,044 mts (39.04 Km). Obteniendo un inventario ornitológico compuesto por 4,316 individuos de 155 especies, 102 géneros, 38 familias y 16 ordenes, de los de los cuales el mejor representado fue el orden de los Passeriformes seguido por los Accipitriformes (Grafico 7.4).

Grafico 7.4 Representatividad de especies por orden taxonómico de las aves



En cuanto a la residencialidad (Grafica 7.5) de refiere el mayor porcentaje de aves son residentes (54%), además que presenta mayor visita de residentes invernales que veraniegos, sin mencionar que una buena cantidad de transitorios pasa por la zona en sus rutas migratorias.

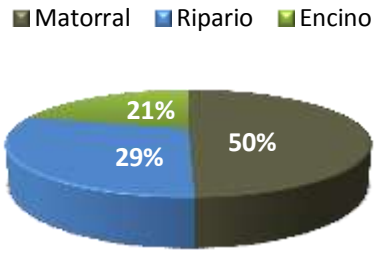
Grafica 7.5 Residencialidad de las aves en la Sierra de la Silla. R. Residentes; I. Invernales; T. Transitorias y V. Veraniegas



Para el análisis estadístico se utilizo el índice de Jaccard[23], para poder obtener la similitud de las comunidades vegetales presentes en el área de estudio, en cuanto a la avifauna se refiere.

Para conocer qué comunidad vegetal preferían las aves, se tomo como base lo mencionado por dos autores en 1995[24], obteniendo que la comunidad vegetal que presento una mayor presencia de especies fue el Matorral Submontano con 50% (Fig 7.6), seguido de la asociación Vegetación Riparia (29%).

Grafica 7.6 Porcentajes de especies por tipo de vegetación



Al aplicar el análisis estadístico se determinaron las especies exclusivas para cada tipo de vegetación así como las comunes entre los mismos. Obteniendo que los tipos de vegetación que presentan una mayor similitud son el Bosque de Encino y la Vegetación Riparia con 54.54% (tabla 7), por otro lado la similitud entre los tres tipos de vegetación fue de 27.77%.

Tabla 7 Índice de Jaccard para los tres tipos de vegetación

Índice de Jaccard		%
R-M	0.3265	32.65
M-E	0.1558	15.58
R-E	0.5454	54.54
R-M-E	0.2777	27.77

Para el análisis de la distribución se siguió el criterio que INEGI maneja para las cartas de uso de suelo y vegetación y se obtienen siete tipos de vegetación: Matorral Inerme, Matorral Subinerme, Matorral Espinoso, Matorral Rosetofilo, Bosque de Encino, Bosque de Galería, y áreas de cultivo, esto con el objetivo de hacer un análisis más fino de la distribución.

Dentro de las especies encontradas se registraron algunas que presentan un estatus de protección tanto en la normativa nacional como en la internacional, recalcando que no solamente fueron especies migratorias las que presentan dicho estatus sino también residentes como el caso del *Buteogallus anthracinus*, *Crypturellus cinnamomeus* y *Accipiter striatus*, por mencionar algunos ejemplos.

En el caso de las especies con estatus en organizaciones internacionales destacan la presencia de *Vireo atricapilla*, *Contopus cooperii* y *Colinus virginianus*, que se encuentran con el estatus de Vulnerable, la primera y Amenazado, las dos últimas.

Mamíferos:Se realizaron 54 salidas (del 15 de Julio del 2010 al 12 de Enero de 2012), a 20 localidades.

En las cuales se identificaron 29 especies pertenecientes a 26 géneros, 15 familias y 7 órdenes y 8 especies exóticas: *Sus scrofa, Bos taurus , Equus caballus, Equus asinus, Canis lupus familiaris, Capra hircus, Felis catus y Rattus rattus* .

En total se obtuvieron 805 registros, de los cuales: 546 fueron por fototrampeo, 141 avistamientos directos, 85 colectados, 16 excretas, 9 liberados y 8 huellas.

La representación de los órdenes y sus especies reportados en el presente estudio, aparecen en la Fig. 7.7. La distribución por tipo de vegetación se representa en la Fig. 7.8.

Grafico 7.7 Grafica que representa la riqueza encontrada de cada orden

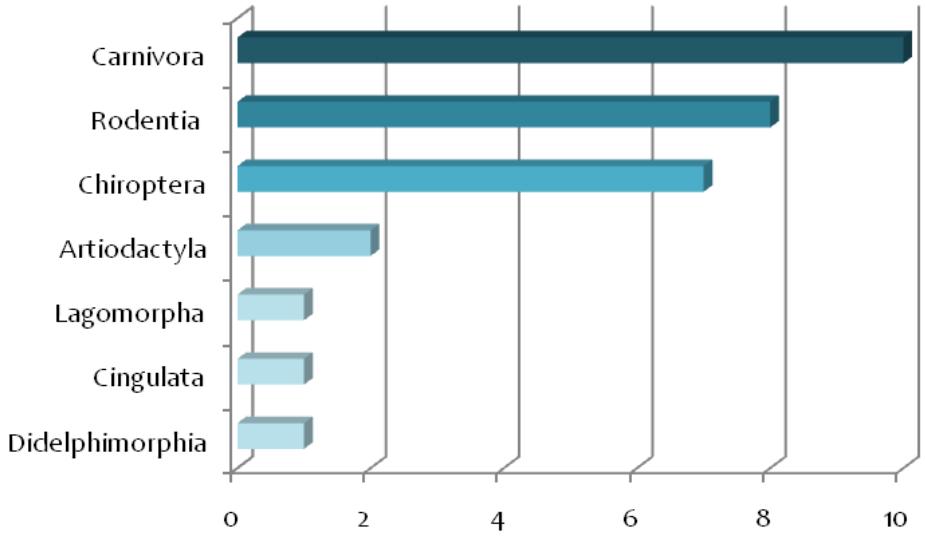
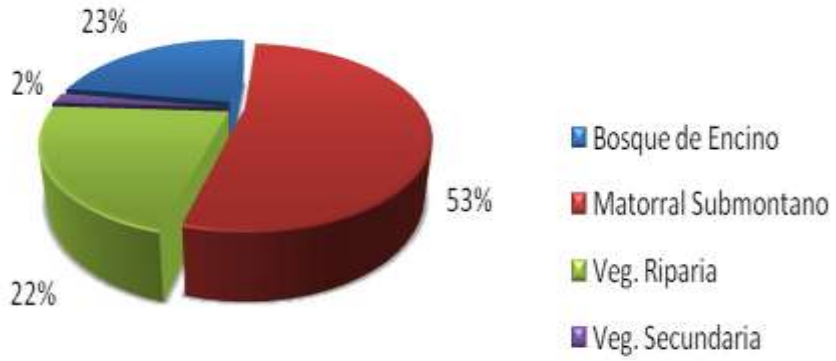


Figura 7.8 Número de especies encontradas por vegetación



7.4 Discusión y conclusiones

Peces: Solo se tiene un trabajo para Monterrey[7], donde reportan 11 especies nativas y 6 exóticas, que sería lo más cercano a las áreas naturales protegidas del Monumento Natural Cerro de la Silla, y Sierra de la Silla, N.L., México, y tomando en cuenta que no existe un trabajo previo para el área, este sería el primer trabajo formal para el área. Se reportan un total de 21 especies de peces repartidos en 18 géneros y 9 familias. En total se encontraron 7 especies exóticas, repartidas en 2 exóticas por invasión *Dorosoma petenense* y *Menidia beryllina* las cuales son de áreas costeras y salobres[17], las cuales han remontado a través de los ríos y han alcanzado el área protegida, 4 por translocación entre estas esta *Gambusia affinis* también llamado Mosquito fish o guayacón mosquito, el cual se le encuentra en ríos costeros[17], pero ha sido utilizado como control biológico del mosquito y ayudar al control de enfermedades causados por ellos; *Heterandria bimaculata, Poeciliopsis gracilis y Xiphophorus helerii,* las cuales son nativas de áreas sureñas de México pero que han sido introducidas a las presas posiblemente al sembrar peces de forraje como alimento para especies de uso deportivo, y las tres últimas pudiera deberse también a que son especies de acuario, y que hayan sido liberados por sus propietarios al querer deshacerse de ellos sin matarlos en los medios acuáticos de los alrededores de Monterrey; finalmente se tiene una especie por introducción *Oreochomis aureus*, la cual viene de los lagos Africanos y traída a México desde los años sesentas para promover la acuacultura como fuente proteica para el humano principalmente.

El caso particular de *Xiphophorus couchianus* especie única y endémica regional del alto río San Juan, la cual se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana[22] como En Peligro, pero desde hace tiempo que no se le ha encontrado en forma pura y tampoco dentro de este proyecto, ya que solo se le ha visto en forma híbrida con *X. helleri, X. maculatus* y *X. variatus,* por lo que podría considerarse como extinta dentro de su área natural; de igual forma a *X. maculatus* y *X. variatus* solo se le encontró en forma híbrida dentro del área de estudio.

Por otro lado se encontró que de las 21 especies, 6 se encuentran en la norma oficial mexicana[22], 5 como Amenazadas (*C. lutrensis, C. rutila, Notropis amabilis N. jemezanus y Etheostoma grahami*), y 1 En Peligro (*Dionda melanops*). En el caso de la Lista Roja de la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources[27] aparece una sola especie con el estatus de Vulnerable = *Etheostoma grahami*.

Anfibios y reptiles:Con base en el trabajo de campo se confirmó la presencia de 27 especies y se obtuvieron 3 nuevos registros: *Incilus nebulifer, Rhinella marina,* y *Senticolis triaspis intermedia*, más los registros de colección y lo mencionado en literatura se enlistan 46 especies de anfibios y reptiles para el Monumento Natural Cerro de la Silla.

En el Monumento Natural Cerro de la Silla 18 especies presentan algún estatus de conservación, 16 especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 3 en la Lista roja de la IUCN, esto ratifica la importancia que tiene el área para la conservación de los anfibios y reptiles.El matorral submontano y el gradiente altitudinal comprendido entre los 500 y 1000 msnm fue el tipo de vegetación y el gradiente altitudinal, respectivamente, en los que se registró un mayor número de especies (25 y 26 especies, respectivamente).

Los sustratos bajo rocas, sobre el suelo y hojarasca fueron los más utilizados por las especies de reptiles y de anfibios en el Monumento Natural Cerro de La Silla (10-12 especies).Se amplía el rango de distribución en Nuevo León de la serpiente *Senticolis triaspis intermedia* en un aproximado de 100 km hacia el noroeste en línea recta de su localidad más cercana en Iturbide, contribuyendo al conocimiento de la distribución de esta especie en el Estado y en México.

Aves:Este es el primer estudio intensivo y extensivo sobre las dos áreas naturales protegidas. Se registran 4,316 individuos de 16 órdenes, 38 familias, 102 géneros y 155 especies. Respecto a la residencialidad el mayor porcentaje de aves son residentes con el 54%, invernales 19%, transitorias 15% y veraniegas 12%. La avifauna de las dos áreas naturales protegidas representa el 37% aproximadamente de las 419 especies presentes en el estado de Nuevo León.

En el área de estudio se encuentran especies con algún estatus de protección tanto en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como en la Lista Roja de la IUCN. En el primero de los casos se registraron 14 especies, de las cuales 10 están en la categoría de Peligro de extinción (Pr), 2 como Protección especial (P) y 2 más Amenazadas (A). En lo que respecta a la Lista Roja de la IUCN, 3 Amenazadas (NT), una Vulnerable (V) y una en Peligro de Extinción (EN).

El tipo de vegetación que mostró una mayor riqueza de especies fue el matorral submontano con 127 especies, seguido de la riparia con 75 y por último el bosque de encino con 54.

De acuerdo al índice de Jaccard los tipos de vegetación que presentan una mayor similitud son el bosque de encino y la vegetación riparia (54.54%); los mas disimiles son el matorral submontano y el bosque de encino (15.58%). Entre los tres tipos de vegetación la similitud fue del 27.77%. Por lo cual la comunidad vegetal debe ser un parámetro ecológico que haga la diferencia entre las comunidades de aves.

Los resultados del análisis altitudinal muestran que en las partes bajas hubo un mayor número de registros, esto concuerda con el principio biogeográfica que dicta que a mayor altitud menor riqueza, este rango altitudinal también coincide con la distribución del matorral submontano, el cual como tipo de vegetación fue el que más especies presento.

Se obtuvieron los mapas de distribución puntual para cada especie para su inclusión en el plan de manejo de la zona. Se incrementa el conocimiento de la distribución de la avifauna de forma puntual, así como para el Estado.

Mamíferos:En este trabajo se reportan 29 especies las cuales representan el 23% de la mastofauna reportada para el estado de Nuevo León[25].

De las especies colectadas, la rata negra (*Rattus rattus)*, no se tomó en cuenta para los análisis estadísticos por considerarse especie exótica; ya que su origen se da en Asia tropical, y debido a la relación que guarda con el hombre habita en ambientes urbanos haciendo su distribución cosmopolita[26]. Otras especies exóticas excluidas en el trabajo son: caballo (*Equus caballus*), cabra (*Capra hircus*), Burro (*Equus asinus*), Vaca/toro (*Bos taurus*), cerdo (*Sus scrofa*), perro (*Canis lupus familiaris*) y gato (*Felis catus*) los cuales fueron registrados por medio de avistamientos directos, huellas, excretas y fototrampeo. De acuerdo a varios autores[20] en el estado de Nuevo León, se han introducido desde 1950 mamíferos exóticos principalmente en los municipios del Norte y NE, por ganaderos diversificados. Algunos de los cuales se han multiplicado considerablemente, estableciendo competencia desfavorable para las especies nativas. Sobre la situación actual en el área de estudio y la ganadería, se conocen bien las repercusiones directas como consecuencia de la presencia de exóticos, ya que estos entran en competencia directa por el alimento o espacio; también hay una mayor depredación, propagación de parásitos y enfermedades frente a los que las especies nativas carecen de defensas. Entre los daños que pueden provocar, están el deterioro de los ecosistemas tanto en los servicios que éstos ofrecen, desde la producción de alimentos hasta el valor estético.

7.5 Recomendaciones

Con base a los resultados obtenidos se recomienda llevar a cabo monitoreos anuales para mantener actualizadas las listas de especies y registrar los posibles procesos de cambio en cuanto a la composición ictica en base al crecimiento urbano y los impactos antropogénicos en los ríos del área, lo que servirá para el buen manejo de las especies y/o el agua.

Mantener un programa de análisis de aguas en los ríos que forman parte de estas importantes áreas.

Realizar programas de restauración, mejoramiento ambiental tanto del río como de sus riveras, así como programas de eliminación de especies exóticas, lo que ayudará a la supervivencia de las especies nativas.

Implementar programas de educación ambiental para los colonos de las áreas cercanas a las Áreas Naturales Protegidas: Monumento Natural Cerro de la Silla y Sierra de la Silla, para ayudar al mantenimiento y supervivencia de las especies que se encuentran en ellas.

Tomando en cuenta todo lo anterior y que dentro del área de estudio solamente en peces se enlistan 6 especies dentro en algún criterio de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se recomienda que ambas áreas, Monumento Natural Cerro de la Silla y Sierra de la Silla se unan en una, formando un área natural protegida dentro de la categoría de Parque Nacional Cerro de la Silla.

7.6 Agradecimientos

Especialmente al Biól. D. Díaz Conty, Director del Monumento Natural Cerro de la Silla y al Biól. A. López Villarreal por su valiosa iniciativa para conservar y promover el monitoreo en el Área Natural a su digno cargo con los convenios CONANP/019/MN04/PROCODES/01/10 y CONANP/019/MN04/PROCODES/02/10. También a PROMEP por el apoyo al Cuerpo Académico de Biología de la Conservación de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL a través de convenio PROMEP/1035/11/1047 P/CA-187 y a los revisores del manuscrito.

7.7 Referencias

ITESM. 2008. Monitoreo y determinación de la situación ecológica de los recursos naturales en el Monumento Natural “Cerro de la Silla”. ITESM, Centro de Calidad Ambiental, Laboratorio de Sistemas de Información Georreferenciada. 223 pp.

INEGI. 1986. Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática edit., México, D.F. 170pp.

García, E. 1978. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª Edición, México, UNAM. 146 p.

Álvarez –del Villar, J. 1952.- Los peces de Nuevo León y la piscicultura rural. Instituto de Investigaciones Científicas, 11 pp.

Contreras-Balderas, S. 1967.- Listado de Peces del Estado de Nuevo León. Instituto de Investigaciones Científicas pp. 1 – 10.

Contreras-Balderas, S., Ma. de L. Lozano-Vilano y Ma. E. García-Ramírez. 1995.- Tercera lista anotada y revisada de peces de Nuevo León, México, 73-78 pp. En: S. Contreras-Balderas, F. González-Saldívar, D. Lazcano-Villarreal y A. Conteras-Aquieta, Listado Preliminar de la Fauna Silvestre del Estado de Nuevo León, México. Ediciones Consejo Estatal para la Preservación y Fomento de la Flora y Fauna silvestre de Nuevo León, México. pp. 1-152.

Contreras-Balderas, S., Ma. de L. Lozano-Vilano y Ma. E. García-Ramírez. 2002.- Peces. Historia, Inventario y Estado de conservación. Capítulo VI, 69-74. En: Galán-Wong, L. O., J. A. García-Salas, Eds. Alba y Horizonte. Universidad Autónoma de Nuevo León. R. Ayuntamiento de Monterrey. Pp 278.

Anónimo. 2000. Manifestación de impacto ambiental Teleférico Cerro de la Silla, Guadalupe, Nuevo León. Modalidad particular del sector turístico. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 135 pp.

González, F.N., C. Cantú, J.I. Uvalle, y D. Lazcano. 2010. Vertebrados terrestres. Pp. 78-104 *in* C. Cantú, F.N. González, J.I. Uvalle, and J.G. Marmolejo, eds., Biodiversidad y Conservación del Monumento Natural Cerro de la Silla, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas, Monterrey, Nuevo León, México.

Lazcano, D., J. A. Contreras-Lozano, J. Gallardo-Valdez, C. García-de la Peña y G. Castañeda. 2009. Notes on mexican herpetofauna 11: Herpetological diversity in Sierra "Cerro de la Silla" (Saddleback Mountain), Nuevo León, México. Bull. Chicago Herp. Soc. 44 (2): 21-27.

Friedmann, H.; L. Griscom y R. T. Moore. 1950. Distributional check- list of the birds of Mexico. Part I. Cooper Ornithological Club. Berckeley, California. 400 pp.

Miller, A. H. Friedmann, L. Griscom y R. T. Moore. 1957. Distributional check- list of the birds of Mexico. Part II. Cooper Ornithologica Club. Berckeley, California. 436 pp.

Martín del Campo, R. 1959. Contribución al conocimiento de la ornitología de Nuevo León. Universidad (México) 16-17: 121-180.

Cotera-Correa M. y A. J. Contreras-Balderas. 1985. Ornitofauna de un transecto ecológico del Cañón de la Boca, Santiago, Nuevo León, México. Publ. Biol. F.C.B., U.A.N.L., México 2 (1): 31-39.

Leviton, A. E., R. H. Gibbs, Jr., E. Heal, y C. E. Dawson. 1985. Standards in herpetology and Ichthyology. Part. I Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. Copeia, 1985: 802-832.

Nelson, J. S., E.J. Crossman, H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley, C.R. Gilbert, R.N. Lea y J.D. Williams. 2004. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico. American Fisheries Society, Special Publication 29, Maryland. 386 pp.

Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2005.- Freshwater Fishes of México. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. i-xxv, 1-490.

Campbell, H.W. y S.P. Christman. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. Pages 193-200. in N.J. Scott, Jr. ed. Herpetological Communities. U.S. Fish and Wildlife Service. Wildl. Res. Rep. No. 13.

Bibby,C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill, M. Simon. 1992. Bird Census Techniques 2nd. Edition. Academic Press. Great Britain. 302 p.

Jiménez-G., A., S. Contreras-A. y M. A. Zúñiga-R. 1994. Historia de la mastozoología en Nuevo León, México y su bibliografía. Publ. Biol., Fac. de C. Biol., 2:1-39.

Jiménez Guzmán, A., M. A. Zúñiga Ramos y J. A. Niño Ramírez. 1999. Mamíferos de Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 178 pp.

Diario Oficial 2010.- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determinan las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. 6 de marzo, México, D.F. pp 2–60.

Jaccard, P.1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 44: 223-270.

Álvarez-R., J. y R. A. Medellín. 2005. *Rattus rattus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. 7 pp.

Ramírez-P., J., J. Arroyo-C. y N. González-R. 2008. Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México. División de Ciencias Biólogicas y de la Salud, Uam-Iztapalapa. Base de datos SNIB- CONABIO, proyecto ES010.

Álvarez-R., J. y R. A. Medellín. 2005. *Rattus rattus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. 7 pp.

Red List IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2011. http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/search revisado el 1 Junio 2012.

Calidad del agua del río Nexapa: Tendencias espacio-temporales y sus implicaciones

Amado Navarro, Jorge Herrera, Luis Caso y José Marrugo

A. Navarro, J. Herrera, L. Caso y J. Marrugo.
Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prolongación Reforma 168, Santiago Mihuacan, 74420 Izúcar de Matamoros, Puebla
Universidad de Córdoba, México Veracruz 290, Córdoba Centro, 94500 Córdoba, Veracruz-Llave
navarro48_99@yahoo.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

This study covers the assessment of spatial and temporal variations of water quality of the Nexapariver and somesurface waterflowsassociated with it, bysampling and analysiscampaignsconducted between 1999and 2013. The mainphysical, chemicaland microbiologicalparameters were evaluated, besides the presence of organic pollutants analyzed by gas chromatographycoupled tomass spectrometry, in samples from 11stations locatedalong80 kminthe river upper course. The river isheavilyimpactedby thepollutedwater transfer from the AtoyacRiverto meetirrigation needs, which leads to thedeterioration of its water qualityat the point ofimpact and itssubsequent courseuntil the city of IzúcardeMatamoros. Using analysis of variance and factor analysiswas demonstrated the influenceonthequality parameters and concentration levelsofcontaminants of the dilutionprocessesduring the dryanddiffuse pollutionin the rainy seasons. The WaterQuality Indexshowsa negative trendfrom 1995 to2013. We demonstrate thepossibility of usingorganicmicropollutantsin waterasindicators to assessanthropogenic inputs.

8 Introducción

El agua constituye no sólo un factor condicionante del desarrollo que puede alcanzar cualquier colectividad humana, sino también se ha proclamado como un derecho humano esencial. Es conocido que el ingreso guarda relación con la disponibilidad de agua entre países y dentro de un mismo país. Modulada por el cambio climático, la carencia de fuentes de agua seguras y adecuadas en cuanto a suvolumense puede convertir en fuente de conflictos tanto al interior de cualquier nación como en el plano internacional. La solución a estos problemas tiene que pasar de ser impulsada por factores tecnológicos a la gestión de procesos con las personas involucradas en la toma de decisiones incluyendo de abajo hacia arriba (WWAP, 2012). La contaminación del agua, que puede definirse como la alteración de sus condiciones naturales por la introducción de sustancias, formas de energía o combinación de ellas que cause desequilibrio ecológico (Cámara de Diputados, 2013), por causas naturales o derivadas de la actividad humana, representa severos riesgos para los ecosistemas, la salud humana e incluso la economía.Más de 1.9 millones de muertes y 4.2% de la carga global de enfermedades se pueden atribuir cada año a los efectos relacionados con el agua y el saneamiento (OMS, 2009). En México, los últimos datos publicados por la OMS señalan 4.36 muertes y 197.26 años perdidos de vida completamente sana por 100,000 habitantes en el año 2004 (OMS, 2013). Asimismo, en el año 2011, los costos atribuibles a la contaminación del agua (por agotamiento y degradación), ascendieron a un 0.7% del Producto Interno Bruto, equivalentes a 92, 688.9 millones de pesos(INEGI, 2013).

Los ríos siemprehansido losmás importantes recursosde agua dulce, y lamayoría de las actividadesde desarrollosiguen siendodependientes de ellos.

Como ecosistemas son intensamente modificados y contaminados por la actividad humana y los problemas de la calidad de sus aguas se han intensificado por el crecimiento y concentración de la población y la industria además de cambios indiscriminados en el uso del suelo y la deforestación de sus riberas. Esto último incrementa la contaminación difusa, con la pérdida de la capa útil del suelo y la incorporación de fertilizantes químicos a las corrientes (Baskar*et al*., 2013; Essien-Ibok y Umoh, 2013; Fella*et al*., 2013; Harnisz, 2013; Khalik*et al*., 2013; Vaishali y Punita, 2013). El agua contaminada es un vehículo importante para el transporte de patógenos, cada vez más resistentes a los antibióticos por el uso indiscriminado de estos y su presencia en el medio acuático. Además de los contaminantes orgánicos persistentes, la presencia de todos los productos que utilizamos en nuestra vida diaria, los contaminantes emergentes, pone en la atención de académicos, políticos y público en general, la seguridad química indisolublemente ligado al desarrollo sostenible (USEPA, 2012).Un factor clave para alcanzar cualquier meta en este aspecto es la información disponible para la sociedad y las autoridades responsables.México no es ajeno a estos problemas, existiendo un desbalance entre la demanda, la disponibilidad y la distribución del agua, con una infraestructura que no se ha renovado a la par del crecimiento demográfico y económico y factores sociales que no coadyuvan al cuidado de este recurso (López-Hernández *et al*., 2012). La gestión sostenible del agua superficialen la Subcuenca del río Nexapa (SCN), tiene su punto de partida en la identificación de su calidad y la evaluación de los principales problemas ambientales que la afectan, aspectos que se abordan en el presente trabajo.

8.1 Métodos

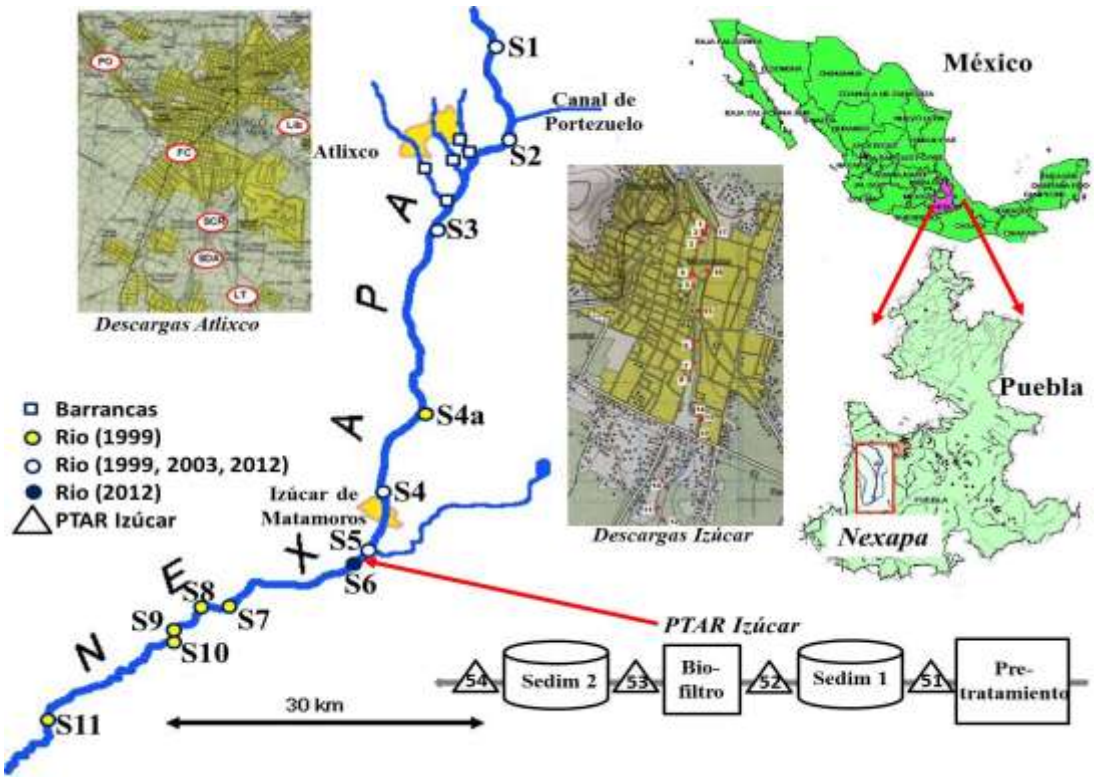
Región de estudio: La SCN, se encuentra ubicada en la Región Hidrológica N° 18, río Balsas (alto Balsas), cuenca del Atoyac. La corriente superficial más importante es el río Nexapa que nace en la falda oriental del Popocatépetl a unos 20 km al norte de la ciudad de Atlixco y tiene como afluentes a los ríos Atotonilco y Atila. El río Nexapa, es de régimen permanente alimentado en su porción alta por los deshielos del volcán. Sobre su porción occidental, recibe aportaciones del río Cantarranas y de las barrancas.

La Leona y Cuescomate. A través del canal de Portezuelo, llega un caudal aproximado de 4 m^3/s de aguas trasvasadas del río Atoyac, receptor de descargas de la ciudad de Puebla. Mayores detalles de las características de la SCN se pueden encontrar en (CNA, 2005; Navarro *et al*., 2007).

Aspectos generales del muestreo y análisis químico: Los trabajos experimentales se guiaron por lo establecido en los procedimientos de muestreo, conservación de muestras y análisis más aceptados: las normas ISO 5667-1, -3 y -6, los Standard Methods (SM) de la APHA-AWWA, los métodos de la EPA y las Normas NMX-AA concordantes con ellos (Navarro, 2000, 2005), con la actualización de las mismas en el transcurso de los años.

Consecuentemente sólo se describen los cambios más importantes realizados en el período 2012-2013.Muestras: La selección de los puntos de muestreo se realizó tomando en cuenta los utilizados por CONAGUA y la ubicación de puntos de impacto antropogénico La ubicación de los principales se muestra esquemáticamente en la figura 8.Para el estudio 2012-2013, las estaciones en el río fueron: 1 – LM, Los Molinos; 2 – SD,Santo Domigo; 3 – LF, Las Fajanas; 4 – Al, Alchichica; 5 – P1, Puctla1 (antes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR) y 6 – P2, Puctla2 (después de la PTAR). Todas las muestras fueron compuestas de 24h. También se tomaron muestras de agua en distintos puntos de la PTAR, indicados en la propia figura.

Figura 8 Sitios de toma de muestras



Métodos de análisis: En el período 2012-2013 la determinación de nitratos se realizó por el método del electrodo selectivo (SM-4500-NO3$^-$). Se analizaron los índices físicos, químicos y microbiológicos (Ifqm): temperatura (T, °C); pH (unidades de pH); conductividad eléctrica (CE, □S cm^{-1}); turbidez (Tur, UNT), sólidos sedimentables (SS, mL L^{-1}), coliformes totales y fecales (Col_{FEC} y Col_{TOT} respectivamente, UFC 100 mL^{-1}) y en mg L^{-1} sólidos totales, volátiles totales, suspendidos totales y disueltos totales (ST, SVT, SST y SDT); oxígeno disuelto (O_D); sulfatos (SO_4); nitritos (NO_2); nitratos (NO_3); amonio (NH_4); cloruros (Cl); alcalinidad (Alc); dureza (Dur); demanda bioquímica y química de oxígeno (DBO_5 y DQO, respectivamente).

Para el análisis de compuestos orgánicos las muestras fueron filtradas y se utilizó la extracción en fase sólida para la extracción/concentración de los compuestos orgánicos de la fase acuosa (Matamoros *et al*., 2010), la asistida por ultrasonido de la fase particulada de las muestras de agua (Zhang *et al*., 2006) y se realizó una limpieza por cromatografía en columna (Yeasmin*et al*., 2011).

Las muestras fueron previamente salpicadas con una mezcla de surrogados para evaluar recobrados.

Los extractos se trasvasaron y llevaron casi a sequedad con un flujo suave de nitrógeno y se reconstituyeron con 80 µL de acetato de etilo/metanol/isooctano (2:2:1 v/v), almacenándose a -4°C hasta su análisis.

Justo antes del análisis se añadieron a las muestras 20 µL de una solución de d-pireno y trifenilamina (estándares internos, para la corrección de inestabilidades del equipo), para su análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM). Antes de la inyección se realizó la derivatización de los extractos con hidróxido de trimetilsulfonio (TMSH, 2:1 v/v).

Se utilizó un sistema CG/EMClarus 680/SQ8 (Perkin Elmer), con una columna capilar AB-5MS de 30 mx 0.25 mm x 0.25 µm. La inyección se realizó en el modo split/splitless (relación de Split 20:1), con el inyector a 295°C. Como gas portador se utilizó helio (1.3 ml min^{-1}).

Programa del horno:temperatura inicial de 100°C 1 min; rampa de 20°C min^{-1} hasta 290°C, seguida de una segunda rampa de 4°C min^{-1} hasta 310°C y una tercera rampa de 8°C min^{-1} hasta 330°C, permaneciendo ahí hasta completar 24min de corrida. El espectrómetro de masas fue operado en modo de impacto electrónico, con una temperatura de la interfase con el cromatógrafo de 280°C, una temperatura similar de la fuente y barrido de 35 a 450 m/z.

Los aspectos básicos del aseguramiento de la calidad se describen en (Navarro *et al*., 2011).

Análisis estadístico: Para el análisis estadístico se utilizó el paquete Statistica v. 10.0 (Statsoft, USA). Las diferencias entre medias fueron evaluadas mediante ANOVA de efectos principales (ANOVA-EP) y ANOVA factorial (ANOVA-P), utilizando la prueba HSD de Tukey y un valor de $p<0.05$ para considerarlas significativas.

La regresión lineal fue evaluada mediante ANOVA y análisis de falta de ajuste. Para reducir la dimensionalidad de la data se utilizó el análisis factorial con el análisis de componentes principales (PCA), como método de extracción y rotación Varimax normalizada.

8.2 Resultados y su discusión

Tendencias espacio-temporalesde los Ifqm: En la Tabla 8 se muestran las medias y errores estándar de la media (EEM), para los Ifqmen las diferentes estaciones de muestreo para las campañas de los años 2012 y 2013.

Tabla 8 Estadística descriptiva de las estaciones de muestreo (2012-2013)

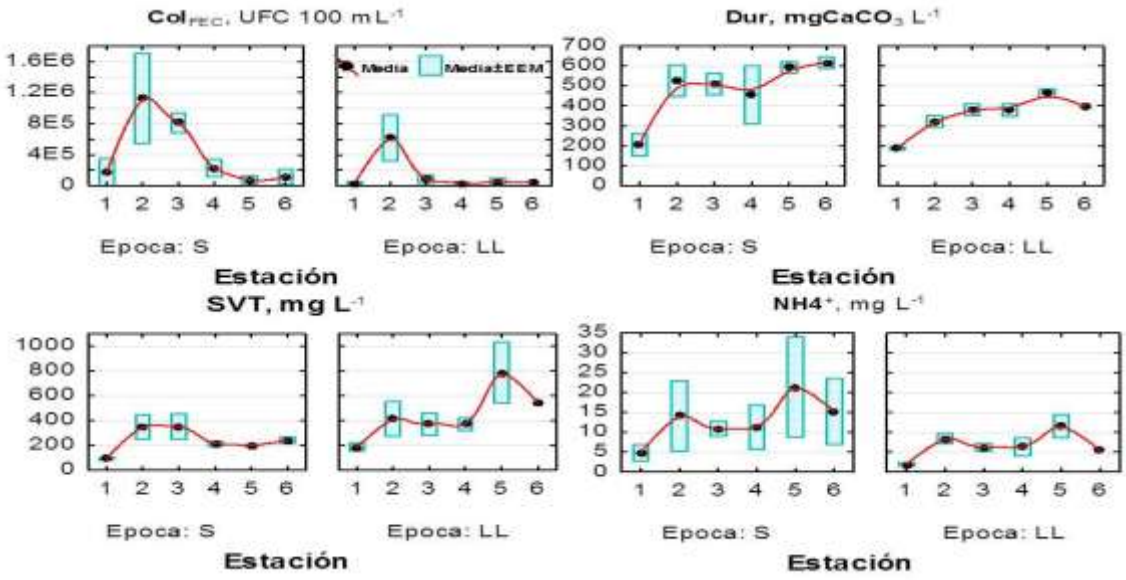
Estación	LM	SD	LF	Al	P1	P2
Parámetro	Media±EEM					
T	17.2±0.5	21.2±0.7	20.5±0.5	21.6±0.6	23.2±0.7	23.3±0.7
pH	7.16±0.10	6.96±0.19	6.94±0.24	6.98±0.30	7.03±0.26	7.08±0.72
CE	407±164	1111±200	1047±163	907±190	1102±167	1187±301
O_D	5.5±0.4	3.4±1.0	4.5±0.2	4.3±0.8	3.4±0.5	1.0±0.5
Tur	170±98	263±103	222±62	184±89	252±155	364±350
SS	0.8±0.5	2.6±0.8	2.6±0.7	3.5±1.1	3.2±1.9	2.1±1.6
ST	538±204	1871±574	1751±516	1667±415	2922±1550	1480±449
SVT	131±26	374±73	360±64	279±43	435±163	345±103
SST	296±210	1152±625	1079±572	688±401	1857±1366	767±715
SDT	242±15	719±105	672±134	959±136	1068±195	856±128
SO_4	36±12	163±33	168±44	204±89	170±36	275±97
NO_2	1.34±0.18	2.37±1.00	1.84±0.35	2.89±0.31	2.68±0.39	2.59±0.95
NO_3	14.86±4.90	22.51±6.30	24.84±7.37	30.95±9.59	24.49±6.44	28.55±5.56
NH_4	3.43±1.15	11.23±4.20	8.58±1.40	8.83±2.89	16.46±6.18	12.04±5.82
Cl	73.1±9.0	181.7±50.6	170.1±47.4	246.9±92.6	159.4±38.3	211.3±69.9
Alc	258±91	713±229	657±194	630±181	649±170	785±333
Dur	196±26	425±59	445±40	418±68	528±33	544±76
DBO	30±11	107±24	143±38	44±5	46±12	40±2
DQO	78±11	217±61	359±51	242±50	207±52	198±
$Col_{FEC}\times10^{-5}$	0.12±10	9.21±3.57	5.22±1.92	1.49±0.78	0.66±0.35	0.90±0.60
$Col_{TOT}\times10^{-6}$	0.45±0.38	3.03±1.78	2.97±1,35	0.82±0.44	0.33±0.15	0.71±0.26

Lo anterior se refleja en 4 patrones de comportamiento que se ilustran en la figura 2. Los Ifqm DBO_5, DQO, Col_{FEC} y Col_{TOT}, presentan un máximo en SD, con valores inferiores en la época de lluvia. La Dur, CE, Cl y alcalinidad muestran un incremento a lo largo del trayecto estudiado, con valores superiores en época de seca.

Todos los índices de sólidos y la Tur, reflejan la influencia predominante del arrastre de material en la época de lluvia con un incremento a lo largo del curso del río.

Por último, el NH4, NO2, NO3 y SO4, no muestran tendencias definidas en cuanto al espacio o la época del año.

Grafico 8 Patrones de comportamiento de los índices evaluados



Análisis factorial: En el grafico se muestran las proyecciones de las variables en los 3 primeros componentes principales (CP), así como las puntuaciones factoriales de las muestras en el espacio determinado por los mismos.

Como se observa el CP1 está correlacionado con los arrastres de materia en la época de lluvia, el CP2 con la variación de las características hidrogeoquímicas a lo largo del trayecto estudiado y el CP3 con la carga de DBO y fecal en las aguas.

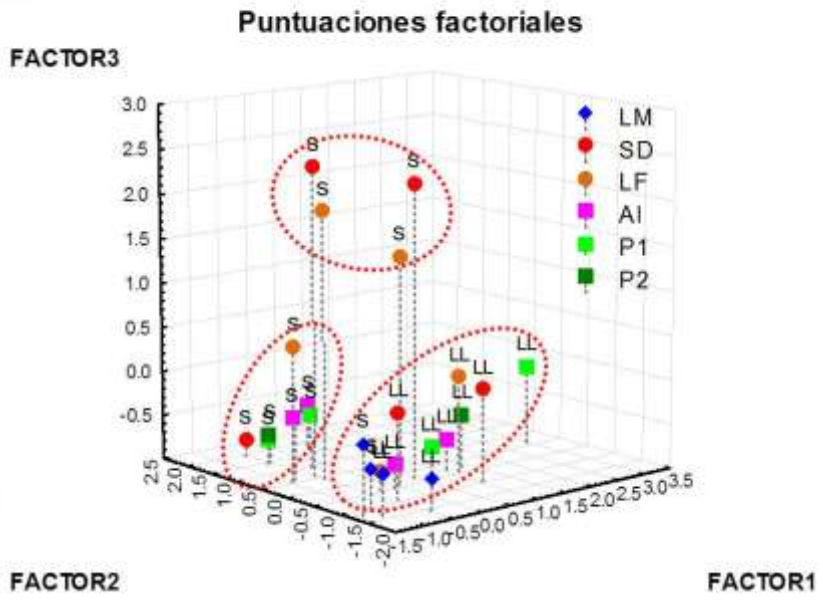
De acuerdo a ello se pueden apreciar 3 agrupaciones de las muestras, donde las estaciones de SD y LF en época de seca se destacan en el CP3 y se distinguen la época de seca y lluvia en las otras dos agrupaciones.

Se visualiza además que las muestras de LM, sea en época de lluvia o seca, presentan los valores inferiores en los 3 CP.

Grafico 8.1 Resultados del análisis factorial

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
pH	0.534033	-0.001783	-0.124871
CE	-0.304164	0.557382	0.479095
Tur	0.626943	-0.366496	-0.196846
T	0.474361	**0.715036**	-0.075730
SS	**0.869090**	-0.130557	-0.197265
ST	**0.923672**	-0.052630	0.008689
SVT	**0.906330**	-0.100424	0.222829
SST	**0.914760**	-0.201726	0.045754
SDT	0.543239	0.588412	-0.169788
SO4	0.680467	0.135684	0.038400
NO2	0.505650	0.137203	0.087589
NO3	-0.095067	0.386538	0.435377
NH4	0.256117	0.112810	0.643838
Cl	-0.127656	0.694427	0.293579
Acl	-0.418006	0.535431	-0.284618
Alc	-0.338320	**0.775299**	0.174120
Dur	0.239132	**0.794413**	0.290437
DBO	0.205311	0.108461	**0.755530**
ColFEC	-0.186483	0.000880	**0.869892**
ColTOT	-0.203068	0.118949	**0.868427**
Expl.Var	5.831786	3.599478	3.385969
Prp.Totl	0.291589	0.179974	0.169298
% Var	30.000830	51.858800	64.086160

Factor Loadings (Varimax normalized)
Extraction: Principal components
(Marked loadings are >.700000)



Comparación con otros ríos y con estándares de calidad: Para comparar los resultados obtenidos entre estaciones, con los reportados para otros ríos y con lo establecido en diferentes estándares, se utilizaron el coeficiente de divergencia, CD (Kong et al., 2011), la distancia euclidiana, DE y el ángulo entre el vector definido en un espacio n-dimensional definido por los p valores comunes de las propiedades del conjunto de datos a comparar (C_{ij}) y el obtenido en este estudio (C_{jk}), definidos por las fórmulas:

$$CD_{jk} = \sqrt{\frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}\left(\frac{C_{ij}-C_{ik}}{C_{ij}+C_{ik}}\right)^2}\ ; \tag{8}$$

$$DE_{jk} = \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}\left({C_{ij}}^2 - {C_{ik}}^2\right)\ ; \tag{8.1}$$

$$\theta = cos^{-1}\left(\frac{\sum_{i=1}^{p} C_{ij}C_{ik}}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^{p}{C_{ij}}^2}\right)\left(\sqrt{\sum_{i=1}^{p}{C_{ik}}^2}\right)}\right) \tag{8.2}$$

En la tabla 8.1 se muestran los resultados obtenidos al utilizar los valores medios de Ifqm reportados en diferentes trabajos y los valores medios del río Nexapa.Se destacan en negrita los menores valores para cada uno de los parámetros calculados.

En el caso específico de las 7 cuencas agrícolas de Estados Unidos (McCarthy *et al*., 2008), se procesaron los datos de los ríos seleccionados publicados en el apéndice 1 del reporte.

Tabla 8.1 Comparación de los Ifqm del río Nexapa con otros ríos y estándares de México

Río, Localidad, País, Fecha; Referencia	p	CD	DE	□, °	ColFEC
Merced, CA,USA, 2002-2003; 8	11	0.77	4.56E+02	34	
San Joaquín, CA,USA, 2002-2003; 8	11	0.59	3.50E+02	36	
Iowa, IA, USA, 2006-2008; 8	11	0.61	2.95E+02	22	
Iowa, IA, USA, 2006-2008; 8	10	0.63	3.13E+02	26	
Sugar Creek, IN, USA, 2002-2003; 8	11	0.61	3.41E+02	24	
White, IN, USA, 2002-2004; 8	8	0.71	3.94E+02	78	
Morgan Creek, MD, USA, 2002-2004; 8	10	0.74	4.50E+02	16	
Bogue Phalia, MS, USA, 2006-2008; 8	11	0.68	3.78E+02	14	
Tributary Clear Creek, MS, USA, 2008; 8	10	0.62	3.24E+02	24	
Maple Creek, NE, USA, 2003-2004; 8	11	0.54	3.10E+02	32	
Yakima, WA, USA, 2002-2004; 8	9	0.82	4.42E+02	39	
Bertam, Cameron, Malasia,2012, lluvia; 2	9	0.74	4.47E+02	11	
Chiffa, Blida, Argelia, 2006; 3	5	0.32	1.83E+02	22	
Cauveri, Thanjavur, India, 2012 (Abr); 4	5	0.64	9.03E+01	35	
Mini, Vadodara, India, 2011 (Mar); 5	11	0.52	1.60E+03	28	
Lerma, Gto, México, 2009 (Ago); 6	6	0.36	7.70E+01	14	
Atoyac, est. 7, Pue, México, 2007 (seca); 7	8	0.51	1.08E+07	0	3.08E+07
Atoyac, est. 8, Pue, México, 2008 (seca); 7	8	0.49	7.95E+05	0	2.53E+06
Sinú, Córdoba, Colombia, 9/2009, 11	4	0.32	7.78E+01	14	
LFD, Uso Pub. Urbano (UPU), México, 2012; 9	11	0.57	8.42E+04	36	1.00E+03
LFD, Riego Agrícola (RA), México, 2012; 9	6	0.56	1.14E+05	30	1.00E+03
LFD, Prot. Vida Acuática (PVA), México, 2012; 9	6	0.70	1.14E+05	68	1.00E+02
NOM-001, RA, Prom. Diario (PD), México, 1996; 10	4	0.64	1.40E+05	16	1.00E+03
NOM-001, UPU, PD, México, 1996; 10	3	0.49	5.00E+02	46	
NOM-001, PVA, PD, México, 1996; 10	3	0.52	5.36E+02	41	

2.Khalik*et al*., 2013; 3.Fella*et al*., 2013; 4.Baskar*et al*., 2013; 5.Vaishali y Punita, 2013; 6. López-Hernández *et al*., 2012; 7.Sandoval-Villasana *et al*., 2009; 8.McCarthy *et al*., 2008; 9. LFD, 2013; 10. NOM-001-ECOL-1996. 11. Feria, 2009

Considerando que en el caso del Lerma coinciden dos de los valores, se puede concluir que el Nexapa tiene similitudes con este río tan contaminado.

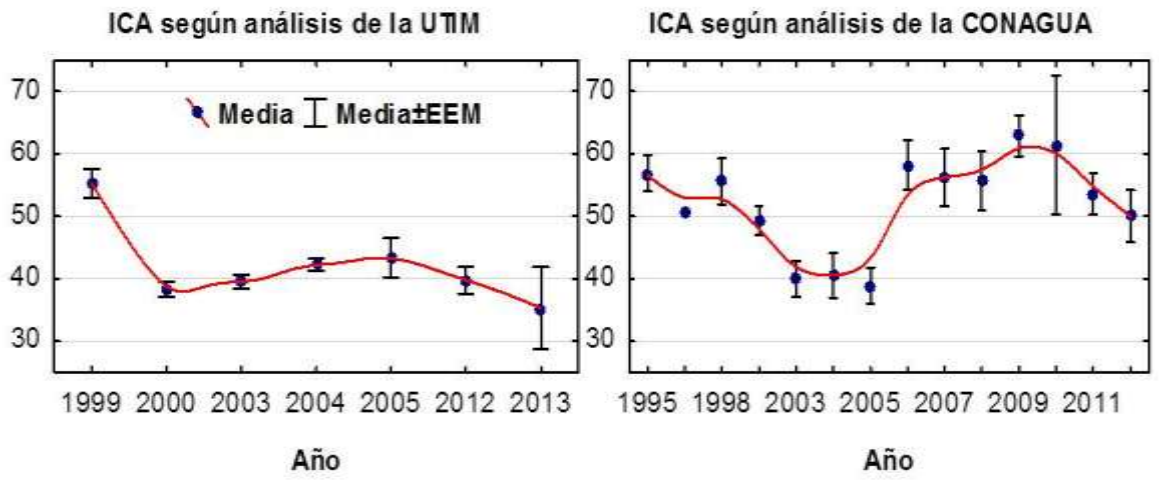
Por otra parte es interesante el hecho de que el ángulo con el río Atoyac es de 0 grados, lo cual resulta explicable precisamente por ser aguas de este río la que impactan al Nexapa a la altura de Portezuelo. En los casos del río Sinú, el Cauverí y el Chiffa, el número de Ifqm es pequeño (p<6).

Para comprender las diferencias con los estándares establecidos en la LFD y la NOM-001-Ecol, se incluye el dato de $Col_{FEC,}$(para el Nexapa el valor medio resultó 2.80E+05), pues es el que más contribuye a las diferencias en la DE con las muestras del río Atoyac y lo establecido en las ley o normatividad de México.

Tomando esto en cuenta, la mayor similitud se presentacon lo establecido para aguas de riego.

Evolución histórica de la calidad del agua: Aunque ya no se encuentra en uso el Índice de Calidad del Agua (ICA) utilizado durante varios años por la CONAGUA, utilizando los datos de los tres estudios realizados por la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros (UTIM), así como la información suministrada por el Laboratorio Estatal de la entidad (LCNA) en el marco de los mismos, se calculó el ICA y en la figura 4 se muestran los resultados medios por año.

Figura 8.2 Valores del ICA



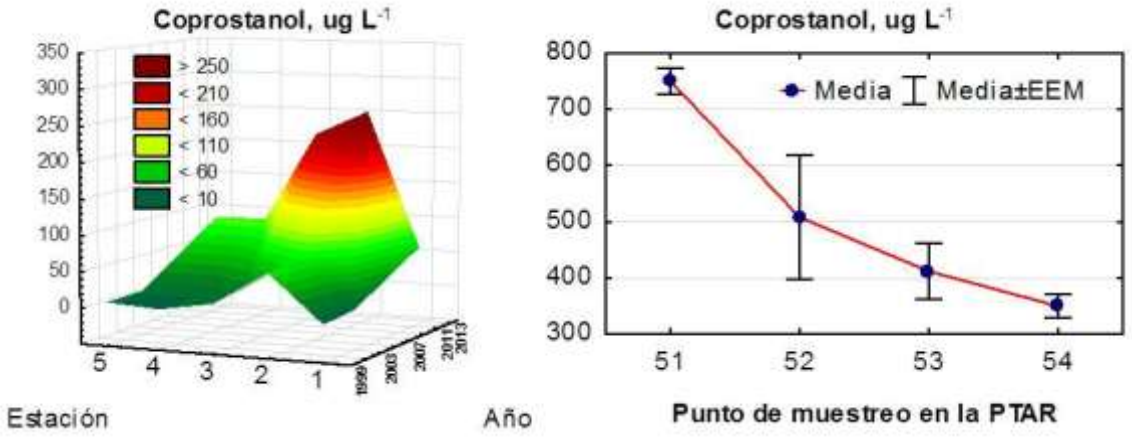
Se puede observar una tendencia coincidente en ambos casos, aunque con valores mayores para los resultados del LCNA. Es de resaltar la tendencia negativa para los valores de 2009 a 2013.

Esteroles en el río Nexapa: Como se aprecia en la evidencia mostrada, el principal problema del Nexapa radica en su alto grado de contaminación fecal.

Es un hecho conocido que la identificación de las fuentes de la contaminación fecal sólo mediante la densidad de indicadores bacterianos en general no se logra, siendo necesario recurrir a marcadores moleculares como los esteroles fecales y en específico al coprostanol (COP), ampliamente utilizado para valorar el impacto antropogénico en aguas y sedimentos (Sojinu*et al*., 2012).

En la figura 8.3 se muestran las concentraciones de este compuesto en las estaciones 1-5, encontradas en los estudios de la UTIM así como la evaluación de los mismos en las distintas etapas de la PTAR de Izúcar.

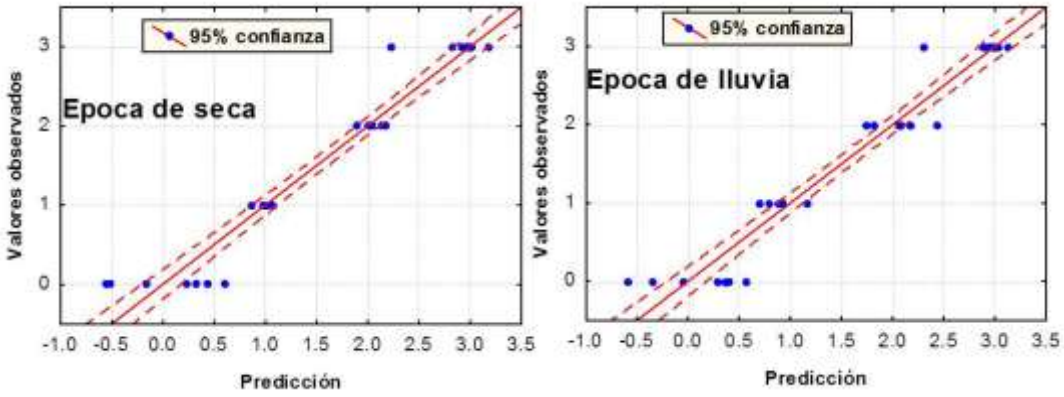
Figura 8.3 Concentraciones de coprostanol en el río y la PTAR



Se puede apreciar que la concentración de coprostanol se ha incrementado desde el año 1999.especialmente en la estación SD donde impacta el trasvase de aguas del Atoyac. En la PTAR, aunque disminuye la concentración de coprostanol, debido principalmente a los procesos de sedimentación, los niveles en el efluente siguen siendo elevados, lo que se refleja en la estació del río ubicada después de dicha planta (tabla 8).

Trazadores químicos y nivel de urbanización: La identificación de las fuentes de la contaminación de las aguas superficiales es muy importante, para autoridades y población en general, tanto en la determinación de responsabilidades como en la adopción de medidas de mitigación. La utilización de trazadores químicos para evaluar las fuentes de contaminantes antropogénicos puede ser útil para ello. Uno de los impactos importantes es la urbanización, que no solo cambia el uso del suelo sino que ejerce una influencia importante en la calidad del agua en las cuencas hidrográficas (Carle, 2005). Varios autores han relacionado la calidad del agua (pH, sólidos, nitratos y otros índices físico-químicos), con variables como uso del suelo, densidad de viviendas, densidad de población, desarrollo de los servicios de saneamiento, etc., desarrollando, para los efectos de correlación, índices de urbanización que consideran dichas variables (Gallo *et al*., 2007). Para evaluar la factibilidad de emplear las concentraciones de microcontaminantes químicos con este fin se realizó un análisis de regresión, utilizando como variables independientes las concentraciones, en □g L^{-1}, de cafeína, galaxolide, Parsol, Sunscreen, Dowanol-EP, BHT, alquilbencenos lineales, nonilfenolesetoxilados, diclorofenol, los ácidos grasos entre C10 y C18, coprostanol, vainillina y la suma de los hidrocarburos entre C24 y C30. Como variable dependiente se utilizó un índice de urbanización, que con base en la inspección visual y la información de las autoridades del agua, clasificó a los sitios de muestreo (descargas, barrancas y estaciones en el río de la campaña 2002-2005), como sigue: 0 – ningún desarrollo urbano; 1 – viviendas aisladas; 2 – periferia de las dos ciudades; 3 – zona netamente urbana.

Figura 8.4 Resultados del análisis de regresión



Se puede apreciar que se obtiene una correlación muy satisfactoria, tanto para la época de seca como para la época de lluvia, ligeramente mejor para la primera, siendo factble utilizar a estos compuestos para evaluar impactos antropogénicos en el río.

8.3 Conclusiones

El trasvase de agua del Atoyac que impacta al río en la hidroeléctrica Portezuelo 2, cerca de la estación de muestreo 2 (SD), altera completamente los Ifqm del Nexapa y aporta una cantidad sustancial de compuestos orgánicos de diversa índole. Posteriormente, la turbulencia de las aguas y los procesos naturales de degradación, atenúan esto en cierto grado. La variación espacio-temporal de los Ifqm muestra la contraposición de los procesos de concentración de los contaminantes en época de seca y el aporte por los procesos de escorrentía en época de lluvia (contaminación difusa), lo que se desprende del análisis de varianza y factorial de los datos.

El principal problema del río y lo que distingue de otros con los cuáles se comparó, es la contaminación fecal lo que se refleja en el incremento de los niveles de coprostanos desde 1999 al 2013. Este problema tiene serias implicaciones para la salud humana y la inocuidad de los vegetales que se riegan con el agua del río. Se halló una correlación satisfactoria entre el desarrollo urbano y la presencia de trazadores químicos de impactos antropogénicos que incluyen fragancias, surfactantes, aditivos para alimentos y otros productos de uso doméstico e industrial.

8.4 Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero entre los años 1999 y 2005. A la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo AECID, por el apoyo financiero en el marco del Proyecto 11-CAP2-1756 (2011-2013). A la UTIM por los recursos financieros y humanos que aportó en todos los años.

A la Asociación de Usuarios del Nexapa por el apoyo en los trabajos del período 2012-2013. Al conjunto de estudiantes e investigadores que contribuyeron a este esfuerzo.

8.5 Referencias

Baskar, S., Narasimhan, N., Swamidass, G., Ravichelvan R., Sukumaran, M., Anandaraj, T. (2013). Seasonal Variations in physico-chemical parameters of river Cauveri, Thanjavur, Tamil Nadu, India.Intl J Res BiolSci. 3(1), 8-11.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, (2013). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Últims Reformas DOF 24-05-2013. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf. Consultada en junio del 2013.

Carle, M.V., Halpin, P.N., Stow, C.A., (2005).Patterns of Watershed Urbanization and Impacts on Water Quality.Journal of the American WaterResourcesAssociation, 41(3), 693-708.

CNA 2005. Diagnóstico Preliminar de la cuenca del río Nexapa (Estado de Puebla), Comisión Nacional del Agua, Delegación Regional Puebla, 2005.

Fella, H. C., Mohamed, B.E., Fatouma, B., Mohand, S.H. (2013).Preliminary Study on Physico-Chemical Parameters and Phytoplankton of Chiffa River (Blida, Algeria).Journal of Ecosystems, Article ID 148793, 9 pages, doi:10.1155/2013/148793.

Feria Díaz J.J., 2009.*Modelación de la calidad del agua y distribución espacial de metales pesados en los sedimentos del río Sinú*. Tesis de Maestría. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

Gallo, E.L., Snyder, M.A., Dejwakh, N.R., Lohse, K., Brooks, P.D., McLain, J.E., McIntosh, J., Meixner,T., (2007). Quantifying Land Use and Land Cover Effects on Urban Runoff Water Quality. American Geophysical Union, Fall Meeting 2007, abstract #H43D-1619.

Harnisz, M. (2013).Total resistance of native bacteria as an indicator of changes in the water environment.EnvironmentalPollution 174, 85-92.

INEGI (2013). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas económicas y ecológicas de México 2007-2011. Instituto Nacional de Geografía y Estadística (México), 159 p.

Khalik, W.M., Abdullah, M.P., Amerudin, N.P., Padli N. (2013). Physicochemical analysis on water quality status of Bertam River in Cameron Highlands, Malaysia.J Mater Environ Sci. 4(4), 488-495.

Kong, S.F., Shi, J.W., Lu, B., Qiu, W.G., Zhang, B.S., Peng, Y., Bai, Z.P. (2011). Characterization of PAHs within PM10 fraction for ashes from coke production, iron smelt, heating station and power plant stacks in Liaoning Province, China. Atm Env. 45, 3777-3785.

LFD (2013). Ley Federal de Derechos. Texto vigente. Última Reforma DOF 09-04-2012.Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

López-Hernández, M., Ramos-Espinosa, M.G., Guzmán-Arroyo, M., Payán-Zelaya F. (2012). Quantity and Quality of Water in the River Lerma—Lake Chapala Watershed, Mexico.Journal of Environmental Science and Engineering A 1(9), 1231-1242.

Matamoros, V., Jove,r E., Bayona, J. (2010).Part-per-Trillion Determination of Pharmaceuticals, Pesticides, and Related Organic Contaminants in River Water by Solid-Phase Extraction Followed by Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography Time-of-Flight Mass Spectrometry Anal Chem. (82), 699-706.

McCarthy, K.A., Lampe, D.C., Capel, P.D. (2011). Discrete and continuous water-quality data and hydrologic parameters from seven agricultural watersheds in the United States, 2002–09: U.S. Geological Survey Data Series 603.

Navarro, A.E. (2000). Resumen del informe final del Proyecto Evaluación de la contaminación ambiental de las aguas superficiales de la región de Izúcar de Matamoros. Disponible en http://navarrof.orgfree.com/Investigacion/ResumenNexapa1.pdf.

Navarro, A.E. (2005). Resumen del informe final del Proyecto Estudio y solución de problemas ambientales relacionados con las aguas superficiales y el aire en la subcuenca del rio Nexapa. Cuadernillos del SIR Ignacio Zaragoza, CONACyT. Disponible en http://navarrof.orgfree.com/Investigacion/ResumenSCNexapa.pdf.

Navarro A., Cid S., Rincón C., Rosas E., Aguilar A., Contreras S., Caso L., Bayona J., Velasco F., Sánchez A., Vázquez A., Martínez C., Díaz M, Pérez A., Malajevich A., Cuellar I., Navarrete D. (2007). El agua en la Subcuenca del Nexapa, México: necesidad de una gestión integral, Memorias de Latinosan 2007, Cali, Colombia. Disponible: en http://navarrof.orgfree.com/Investigacion/Latinosan2007Cali.pdf.

Navarro, A., Hernández, M.E., Bayona, J.M., Morales, L., Ruiz, P. (2011). Removal of selected organic pollutants and coliforms in pilot constructed wetlands in southeastern Mexico, Int J Env Anal Chem. 91(7&8), 680-692.

OMS, (2009). Global health risks: Mortality and burden of diseases attributable to selected major risks. Geneva, World Health Organization.

OMS, (2013).Global Health Observatory Data Repository.Water, sanitation and hygiene: Burden of disease by country. Recuperado de :http://apps.who.int/gho/data/.

Ozanne, R., Scott Wilson S. (2013). Kakanui River Water QualityReport. Dunedin: Otago Regional Council.

Sandoval-Villasana, A.M., Pulido-Flores, G., Monks0, S., Gordillo-Martínez, A. J., Villegas-Villarreal, E.C. (2009). Evaluación fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de la degradación ambiental del río Atoyac, México. Interciencia 34(12), 880-887.
Sojinu, S.O., Sonibare, O.O., Ekundayo, O., Zeng E.Y. (2012). Assessing anthropogenic contamination in surface sediments of Niger Delta, Nigeria with fecal sterols and n-alkanes as indicators.Sci Tot Env. 441, 89-96.

USEPA (2012).Chemical Safety for Sustainability.Strategic Research Action Plan 2012-2016.Documento EPA 601/R-12/006.

Vaishali, P., Punita, P. (2013). Assessment of seasonal variation in water quality of River Mini, at Sindhrot, Vadodara.Int J Env Sci. 3(5), 1424-1436.

WWAP (World Water Assessment Programme) (2012).The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. Paris, UNESCO.

Yeasmin, F., Rahman, S., Rana, S., Fatema, K., Hossain, M., (2011), Determination of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), anthracene in different variety of fish samples in the Bangsai river of Bangladesh.African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development 11(2), 4664-4672.

Zhang, S., Zhang, Q., Darisaw, S., Ehie, O., Wang, G.(2006). Simultaneous quantification of polycyclic aromatic hidrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs), and pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in Mississippi river water, in New Orleans, Louisiana, USA. Chemosphere, (66), 1057-1069.

Comportamiento hidráulico y geoquímico del acuífero en el Valle el Hundido, Municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México

Juan Rodríguez & Lilia Arriaga

Juan Rodríguez & Lilia Arriaga
Facultad de Ingeniería Civil. UANL, Av. Pedro de Alba s/n Ciudad Universitaria, San Nicolás de Los Garza, Nuevo León, México
lampazos54e94@yahoo.com

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

This paper presents the results of the project CONACYT-SEMARNAT 2007 (Clave CO-1-0083), this investigation allowed us to define the hydraulic and geochemical behavior of aquifers in fractured and granular media, a census of water harvesting in the Hundido Valley, registering a total of 142 works, 85 are operating and 57 are not equipped. In the static level settings ground levels range from 50.00m in the use CNA 48 to 40.00 m in the well CNA 124, while the static level isoelevación ranges from 800.00 m in Well CNA 760.00m 48 to 124 in the use CNA . Following on from the pumping tests of long duration (72 hrs) by Jacob, Hantus, Theis it was determined that the aquifer in fractured media behaves as free, the values T = 9296.76 M^2 / Day, the storage coefficient (S) is 1.89E-01., the average flow (Q l / s) is approximately 84.01 (l / s). Using the Piper triangular diagram, Schoeller-Berkalov it was determined four types of water: Sulfates Mixed, Mixed Sodium, Calcium sulfate and sodium sulphates. Since the specific conductivity using the equation of Sodium Absorption Ratio (SAR) is able to establish four groups of water: C4-S4, C4-S2, S1 and C3-C4-S1 with conductivities ranging from micro-mhos 97.529 /cm in the well CNA138 to1671Micro-mhos/cm in the well CNA 9.

9 Introducción

Uno de los temas más controvertidos en la actualidad en el mundo entero es el abastecimiento de agua; en un estado como el de Coahuila al igual que el norte de nuestro país, con las características meteorológicas extremas disponemos de un recurso hídrico limitado, sobre todo errático en su comportamiento. En dicho trabajo se presentan los resultados del proyecto de investigación: CONACYT- SEMARNAT 2007 (Clave CO-1-0083)

Objetivos:Generar conocimiento mediante investigación sobre el comportamiento hidráulico y geoquímico de los acuíferos, a fin de establecer el modelo conceptual hidrogeológico en el Valle El Hundido.

Objetivos técnicos:Conocer el comportamiento hidráulico de los acuíferos mediante pruebas de bombeo de larga duración.Determinar el tipo y familia de agua mediante análisis fisicoquímicos, con apoyo de diagramas triangulares de Piper, Schoeller- Berkalov y Wilcox.Establecer el modelo conceptual de los acuíferos y su posible recarga mediante fallas y fracturas.

9.1 Metodología

Para determinar el comportamiento hidráulico del acuífero en el Valle El Hundido, se seleccionaron en forma estratégica 8 pozos en los siguientes sitios: Ejido Santa Teresa de Sofía y Rancho San Fernando.

En cada localización se realizaron pruebas de bombeo escalonadas de larga duración (72 hrs.), aplicando las ecuaciones de Theis, Jacob, Cooper se determinaron los parámetros hidráulicos así como el tipo de acuífero. Mediante los diagramas triangulares de Piper, Schoeller- Berkalov se logró caracterizar el tipo y familia.

Aplicando la guía que utiliza el laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de Norte América, se logró clasificar el agua de acuerdo a su salinidad y conductividad específica.

9.2 Área de estudio

La zona de estudio se encuentra en la parte central del Estado de Coahuila, entre los paralelos 26° 20´, 27° 20´ de latitud norte y entre los meridianos 101° 45´, 102° 45´ de longitud oeste con una superficie de aproximadamente 952 Km^2.

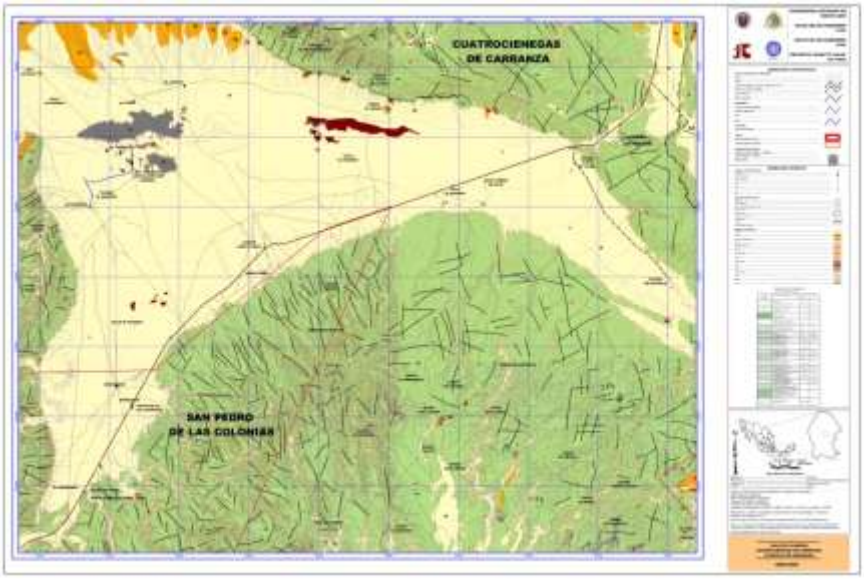
Figura 9 Localización del Área de Estudio

El Valle El Hundido se encuentra aproximadamente a 32 kilómetros de la reserva ecológica del Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila delimitado al norte por la Sierra La Fragua, al sur y oeste por la Sierra de Alamitos y al oeste por la Sierra El Venado.

Geología del sitio: El Valle El Hundido se encuentra enclavado en el desierto Chihuahuense, dicho valle está rodeado por distintas serranías que forman parte de la Sierra Madre Oriental estás serranías son: La Fragua, El Venado.

Los Alamitos y la del Granizo, es importante remarcar que dicho valle lo cruz un elemento estructural muy importante que es la falla de San Marcos, sobre la traza de la falla se presentan afloramientos del basamento cristalino, mediante análisis radiométricos fue datado asignándole una edad del Permo- Triásico (McKee J W, Jones N W, 1990). La secuencia sedimentaria que conforma el área de estudio está constituida por depósitos de origen marino y continental, en edades que van desde el Permo- Triásico al reciente, descansando sobre éste las siguientes formaciones: Lechos Rojos, San Marcos, La Virgen, Cupido, La Peña, Aurora, Acatita, Kiamichi, Grupo Washita (Georgetown, Del Río, Buda) Eagle Ford, hacia los valles se encuentran sedimentos aluviales y derrames basálticos del Cuaternario. En la figura 9.1 se muestra la geología del área de estudio.

Figura 9.1 Geología del área de estudio



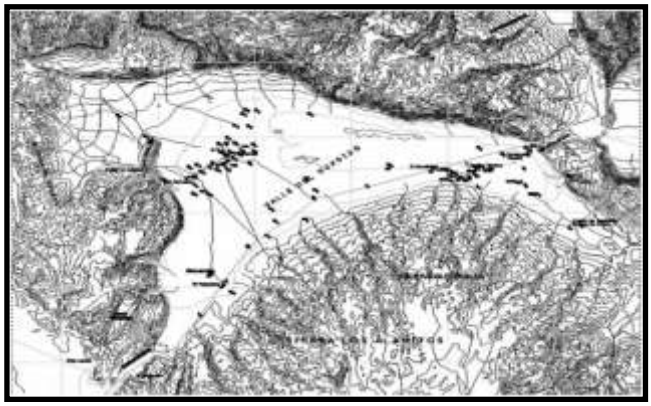
Marco tectónico regional: La zona de estudio se encuentra delimitada por diferentes estructuras que forman parte de la Sierra Madre Oriental. Al noreste se encuentra la Sierra de La Fragua, al noroeste encontramos la Sierra de San Marcos El Pino, al suroeste la Sierra del Granizo y al suroeste la Sierra de Los Alamitos al este franco se encuentra la Sierra del Venado. El Noreste de México tectónicamente representa la conjunción de dos provincias tectonoestratigráficas altamente contrastantes: Provincia del Golfo de México que presenta una evolución tectónica dominada por el desarrollo de una margen pasiva; asociada con la apertura del Golfo de México, entre el Jurásico medio y el Cretácico Tardío, donde la estratigrafía es dominada principalmente por rocas sedimentarias marinas del Mesozoico. La Provincia del Pacífico está influenciada por la subducción Mesozoica a lo largo de la margen del Pacífico. Figura 9.2. (Bartolini C., Richard. T., Buffler,2001)

Figura 9.2 Marco geológico estructural del sistema de sierras que conforman el área de estudio

9.2 Comportamiento hidráulico del acuífero en el valle el hundido

De acuerdo con las características geológicas de las diferentes unidades hidrogeológicas, se logró establecer el funcionamiento hidráulico del acuífero en el Valle El Hundido mediante pruebas de bombeo de larga duración, se logró definir el comportamiento hidráulico del acuífero, el cual es recargado a través de fallas y fracturas; esto se logró comprobar al observar el tiempo de recuperación de los pozos, después de terminada la prueba de bombeo, el tiempo de recuperación en cada uno de ellos fue de 2.00 horas, esto confirma que la Falla de San Marcos actúa como un conducto que aporta a los acuíferos tanto a los que están vinculados con medios granulares como a los consolidados. La recarga directa a través de la lluvia no es posible, debido a que es escasa en la región. El censo de aprovechamientos hidráulicos se realizó en varios períodos; en época de estiaje y en temporada de lluvias en los años 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008. Se registraron un total de 142 aprovechamientos de los cuales 28 se encuentran operando y 114 corresponden a agujeros que están sin equipar en la figura 9.3 se muestra la distribución de los aprovechamientos censados.

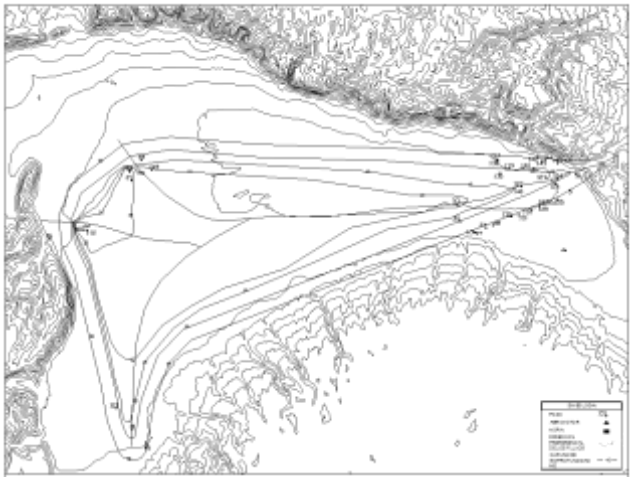
Figura 9.3 Censo de aprovechamientos hidráulicos



Configuración de isoelevación del nivel estático Septiembre 2006:Para el período correspondiente entre 2003- 2006, con los datos disponibles de los diferentes censos de aprovechamientos realizados en los años de 2003, 2004, 2005 y 2006; en forma general los niveles piezométricos oscilan desde 800 en el Pozo CNA 48; hasta 760 en el aprovechamiento CNA 124.

En la figura 9.4 se muestra la configuración de la isoelevación del nivel estático correspondiente al mes de septiembre de 2006, en dicha configuración se muestra la dirección preferencial del flujo subterráneo el cual tiene una dirección SW- NE. En el centro del valle se forma una depresión, dicha estructura morfológica está estrechamente relacionada con aquellos aprovechamientos cuyas concentraciones de sulfatos y cloruros son muy elevadas.

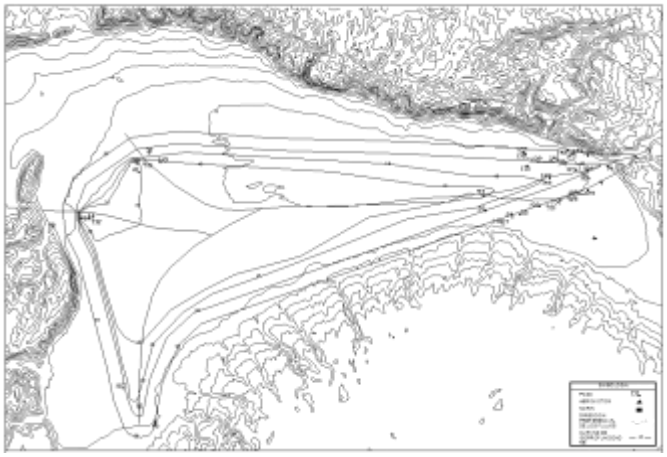
Figura 9.4 Configuración Isoelevación Nivel Estático Septiembre 2006



Configuración de isoprofundidad nivel estático: Para el período correspondiente entre 2003- 2006, con los datos disponibles de los diferentes censos de aprovechamientos realizados en los años de 2003, 2004, 2005 y 2006; en forma general los niveles piezométricos oscilan desde 50m, en el Pozo CNA 48, hasta 40m, en el aprovechamiento CNA 124.

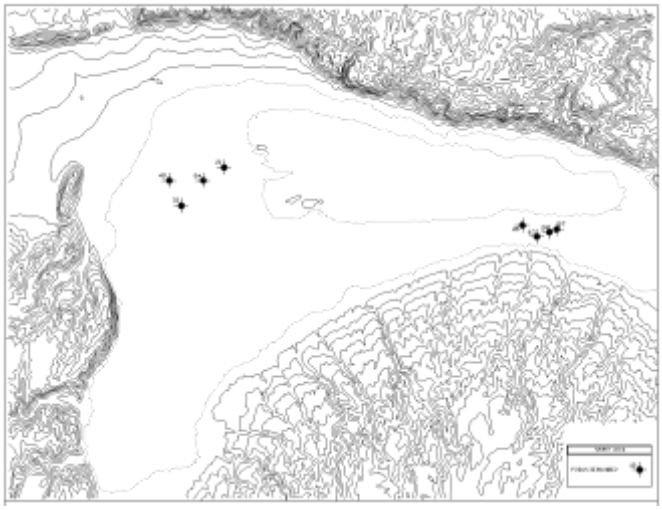
En la figura 9.5 se muestra la configuración de la isoprofundidad del nivel estático correspondiente al mes de septiembre del 2006, en dicha configuración se muestra la dirección preferencial del flujo subterráneo el cual es SW- NE, teniendo como única salida el Cañón de la Fragua.

Figura 9.5 Configuración Isoprofundidad Nivel Estático. Septiembre 2006



Pruebas de bombeo:Para determinar las características hidráulicas de los acuíferos en el Valle El Hundido, se realizaron 8 pruebas de bombeo de larga duración (72 horas) distribuidas de la siguiente manera: cuatro en el Rancho San Fernando y las otras en el Ejido Santa Teresa de Sofía, municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila. En la figura 9.6 se muestra la localización de los pozos done se realizaron las pruebas de bombeo.

Figura 9.6. Localización de sitios para pruebas de bombeo



Los resultados obtenidos de las pruebas de bombeo de larga duración en los pozos CNA 24, CNA 25, CNA 27 Y CNA 63 ubicados en el Ejido Santa Teresa de Sofía, nos permitieron definir que dicho acuífero se comporta como libre en medios fracturados.

El caudal específico oscila desde 64.17 l/s en el Pozo CNA 25 hasta 90 l/s en el aprovechamiento CNA 24.

Los abatimientos en los pozos de bombeo en el Ejido Santa Sofía oscilan desde 0.48 m, en el aprovechamiento CNA 24 hasta 8.38 en el pozo CNA 63. Para la batería de pozos en el Rancho San Fernando el comportamiento hidráulico de los pozos presenta caudales que varían desde 95l/s en el pozos CNA21 y 49 para el pozo CNA 51 su caudal es del orden de 103.4 l/s, mientras que para el aprovechamiento CNA 54 es de 105.29 l/s con abatimientos que oscilan desde 27.98 m en el CNA 51 hasta 40.08 en el CNA 21. En la Tabla 1 se muestran los resultados de las pruebas de bombeo, logrando establecer la presencia de dos acuíferos uno en medios fracturados asociados a rocas carbonatadas correspondientes a la Formación Aurora del Cretácico Inferior equivalente a la Formación Treviño en el Ejido Santa Teresa de Sofía y el otro en medios granulares, localizado en la parte central del valle, específicamente en el Rancho San Fernando.(Rodríguez, Souza V., 2005)

Tabla 9 Resultados de las pruebas de bombeo realizadas en el valle El Hundido

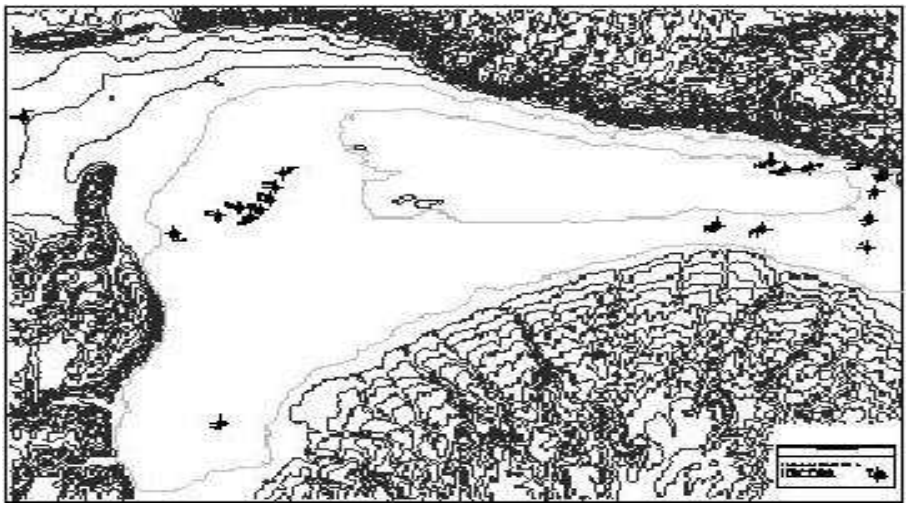
UBICACIÓN Ejido Santa Teresa de Sofía	Coordenadas UTM			Nivel Estático (m)	Nivel Dinámico (m)	Parámetros Hidráulicos		
	X	Y	Z(msnm)			Q (l/s)	T (m^2/día)	S
Pozo No 1. (CNA24)	772603	2945313	804	29.12	29.60	90	20,592.30	5.03 E-01
Pozo No 2. (CNA25)	772111	2945102	798	30.7	32.50	101	6821.7	3.02 E-02
Pozo No 3. (CNA27)	771350	2944797	806	33.7	34.70	80.9	8877.13	2.19 E-01
Pozo No 4. (CNA63)	771247	2944798	801	31.62	40.00	64.17	895.92	7.63 E-03
SAN FERNANDO								
Pozo CNA 54	748411	2948637	819	36.5	65.60	105.29	571.8	8.74 E-03
Pozo CNA 49	746076	2948650	827	25.15	43.52	95	571.8	1 E-02
Pozo CNA 51	746914	2946921	822	36.5	64.36	103.04	571.8	7.07 E-03
Pozo CNA 21	746648	2948553	826	25.72	65.80	95	262.09	5.63 E-03

Caracterización química del agua subterránea: En la caracterización química del agua subterránea en el Valle del Hundido, se han estudiado junto con los datos obtenidos en esta investigación, los análisis de dos proyectos previos realizados en los años de 2001 y 2005. En la tabla 9.1 se muestran los resultados fisicoquímicos de las 20 muestras de agua cruda analizadas en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL. En la figura 9 se presenta la ubicación de cada una de las muestras de agua subterránea monitoreadas para su posterior análisis físico- químico con su respectiva toponimia de cada pozo.

Tabla 9.1 Análisis físico químicos de muestras de agua en El Valle El Hundido

Área	Muestra	Conductividad en micro-mhos / cm	pH	Cationes				Aniones				
				Ca (++)	Mg (++)	Na (+)	K (+)	HCO3 (-)	CO3 (=)	SO4 (=)	Cl (-)	NO3 (-)
VALLE DEL HUNDIDO	POZO IMTA 12	5772.00	7.31	583.20	264.48	446.20	16.38	102.48	0.00	2701.44	445.17	0.00
	POZO IMTA 17	2394.00	7.91	82.40	42.00	331.20	8.58	622.20	9.60	129.60	300.33	2.48
	POZO IMTA 81	4210.00	7.65	562.80	173.28	366.16	11.70	97.60	0.00	2415.36	198.09	27.28
	POZO IMTA 82	4922.00	7.49	542.40	202.80	461.38	14.04	112.24	0.00	2614.08	265.54	48.36
	POZO IMTA 83	4782.00	7.44	554.00	200.16	446.20	16.38	102.48	0.00	2701.44	445.17	0.00
	POZO IMTA 84	4733.00	7.36	552.00	190.32	433.78	11.70	102.48	0.00	2647.68	220.10	40.92
	POZO IMTA 85	4858.00	7.5	579.20	202.80	458.62	12.48	97.60	0.00	2688.00	230.04	68.20
	POZO IMTA 86	4800.00	7.57	565.20	197.76	393.76	11.70	87.84	0.00	2493.12	239.98	73.16
	POZO IMTA 87	4919.00	7.42	562.00	192.72	453.56	12.48	97.60	0.00	2563.20	255.60	71.92
	POZO CNA 4	4364.00	7.35	388.00	170.40	270.94	10.14	146.40	0.00	1614.72	295.36	14.88
	POZO CNA 6	2558.00	8.71	117.60	66.72	373.52	9.36	58.56	0.00	860.16	290.39	0.00
	POZO CNA 7	5394.00	7.11	535.20	150.72	553.84	7.80	200.08	0.00	2259.84	465.76	16.12
	POZO CNA 9	1671.00	7.11	235.20	69.12	90.16	3.90	234.24	0.00	771.84	771.84	2.48
	POZO CNA 23	2595.00	7.4	342.00	116.40	190.90	5.46	175.68	0.00	1250.88	164.01	74.40
	POZO CNA 25	3100.00	7.84	332.00	121.44	248.40	6.24	170.80	0.00	1366.08	195.96	0.00
	POZO CNA 44	4557.00	7.33	520.00	175.44	388.70	12.48	107.36	0.00	248.00	195.25	22.32
	POZO CNA 138	97520.00	7.43	3330.00	1208.88	19080.34	168.48	585.60	0.00	32349.12	15316.83	9.92
	POZO CNA 139	68040.00	7.6	2250.00	1045.68	11406.62	171.60	434.32	0.00	21903.36	8509.35	3.72
	POZO CNA 140	26560.00	7.2	2250.00	346.08	3208.96	90.48	297.68	0.00	7643.52	4204.62	7.44
	POZO CNA 146	1710.00	6.91	190.00	71.76	55.20	8.58	48.80	0.00	777.60	53.96	2.48

Figura 9.7 Localización de tomas de muestras para análisis fisicoquímicos



La investigación planteada en este proyecto está dirigida a evaluar en forma cuantitativa y cualitativa el comportamiento hidrogeoquímico del acuífero en el Valle del Hundido y su conexión con el Valle de Cuatro Ciénegas.

Mediante los análisis físico químicos por elementos mayores se logró determinar que la calidad del agua presente en el Valle del Hundido de acuerdo a lo que establece la NOM -127-SSA-1-1994 no es apta para consumo humano, debido a las altas concentraciones de sulfatos y de cloruros en algunos sitios muestreados como son: CNA-6, IMTA- 17 y IMTA-138.

Con el propósito de interpretar los parámetros hidrogeoquímicos del acuífero en el Valle del Hundido, se tomaron en consideración los criterios de aguas de A.M Piper., Schoeller- Berkaloff y L. V. Wilcox (Appelo, C.A.J. y Postma. D., 1993)

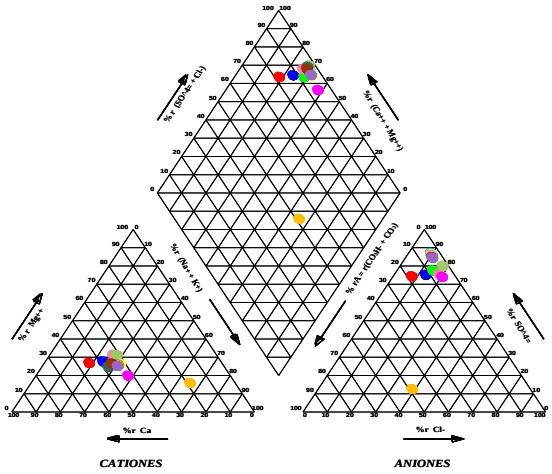
Diagramas de Piper: Los diagramas de Piper consisten de un sistema de dos triángulos en uno de ellos se representan los cationes y en el otro los aniones, las unidades empleadas en este diagrama son en (% de mili -equivalentes), dicho diagrama se complementa con un rombo ubicado en la porción superior de los triángulos.

Los tres ejes del triángulo de los cationes se utilizan para las concentraciones de Ca^{++}, Mg^{++} , Na^{+} y K^{+}, representando las concentraciones en (% de mili equivalentes/ litro). El triángulo de los aniones se representa en forma similar con ejes para el Cl^{-} , SO_4^{--}, HCO_3^{-} CO_2^{--}.

De esta manera se obtiene el análisis de cada muestra de agua subterránea la cual se representa como un punto en cada uno de los triángulos.

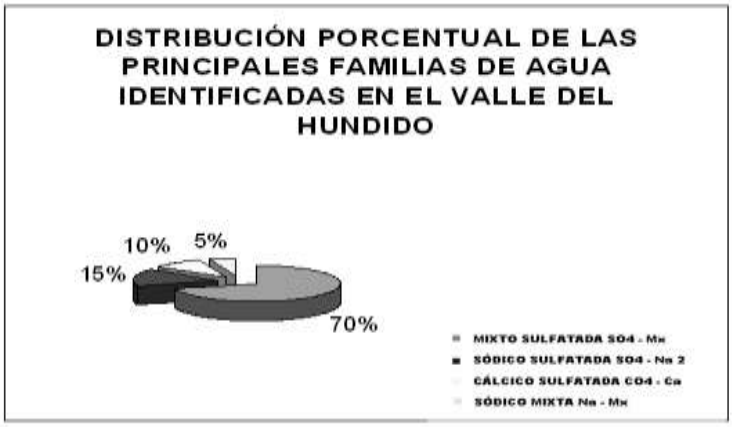
En el diagrama de Piper (figura 9), se presenta el tipo y familia de agua correspondiente a cada muestra.

Figura 9.8 Diagramas triangulares de Piper



En base a dichos diagramas se logró determinar que el 70% corresponden a Sulfatadas-Mixtas, 15% Sódico-Sulfatadas, 10% de las muestras corresponden a la clasificación de Cálcico- Sulfatadas y el 5% Sódico Mixtas. Grafico 9.

Grafico 9 Distribución porcentual de las principales familias de agua en el Valle El Hundido



Clasificación del agua para uso agrícola mediante el diagramas de Wilcox Relación absorción de sodio (RAS):

Los diferentes aprovechamientos hidráulicos en el Valle El Hundido, son utilizados en irrigación de cultivos que toleran el grado de salinidad, siendo la alfalfa y el sorgo los cultivos que soportan este tipo de agua.

A partir de la salinidad como de la conductividad específica mediante la ecuación del RAS, se logró establecer cuatro tipos de agua: el 86.6% de las muestras de agua se clasificaron como tipo C4-S2 (conductividad eléctrica mayor de 2890 (µmhos/cm.), el 6.6% como tipo C4-S1 con conductividades de 2450(µmhos/cm.) y el 6.6% restante como C3-S1 con una conductividades eléctricas de 2100(µmhos/cm.). En la Tabla 3 y en la figura 7 se muestran los resultados obtenidos mediante la ecuación del Ras.

La tendencia de un agua a remplazar el calcio y el magnesio absorbidos en las partículas arcillosas del suelo por el sodio disuelto, puede expresarse mediante la aplicación de la relación absorción de sodio (RAS) el cual se define de la manera siguiente:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \qquad (9)$$

De acuerdo con la gran concentración de los valores de Ca y Mg que se presentan en el agua subterránea del Valle del Hundido, la totalidad de los valores de RAS que se calcularon para las muestras colectadas en el área de estudio van desde 2.00 en el Pozo CNA 9 hasta 9.00 en el Pozo IMTA 17, la conductividad correspondiente al pozo CNA 9 es de 2185(µmhos/cm.) mientras que para el aprovechamiento hidráulico IMTA 17 su conductividad eléctrica es de 2890(µmhos/cm.), el promedio resultante de las muestras analizadas en la zona son del orden de 6.5.

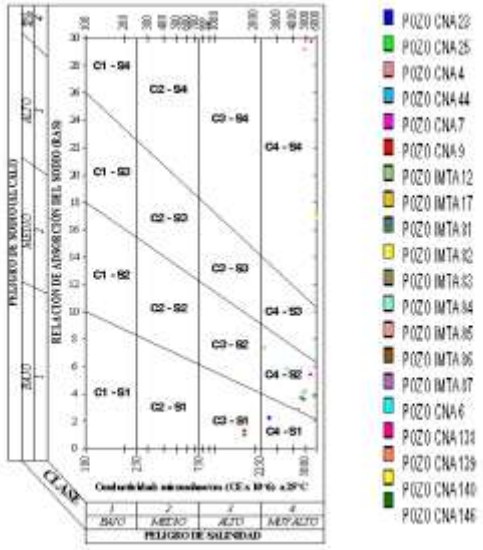
Haciendo uso del diagrama de clasificación de aguas para uso agrícola de L. V. Wilcox (1955) donde se vaciaron los datos de conductividad específica y relación absorción de sodio, se obtuvo que el 86.6% de las muestras indican un tipo de agua de salinidad muy alta y una alta concentración de sodio,6.6% presenta una lata salinidad y bajo peligro de sodio, las restantes muestras presentan una concentración media de salinidad y bajo peligro de sodio; las muestras restantes presentan concentraciones media de salinidad y bajo peligro de sodio. Tabla 9.2, figura 9.9.

Tabla 9.2 Calidad de agua para uso agrícola

Tabla No. CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA

No. POZO	CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (Micro-mhos/cm)	R. A. S. (Meq/l)	CLASIFICACIÓN	CONDICIONES DE SALINIDAD		COORDENADAS		
				PELIGRO DE SALINIDAD	PELIGRO DE SODIO	X	Y	Z
CNA 4	4364.00	2.87	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13777700	2943993	
CNA 6	2558.00	6.8	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13777837	2946003	
CNA 7	5394.00	5.43	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13778169	2947820	808
CNA 9	1671.00	1.32	C3-S1	ALTO	BAJO	13778554	2949046	825
CNA 23	2595.00	2.27	C4-S1	MUY ALTA	BAJO	13772603	2945313	804
CNA 25	3100.00	2.95	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	770264	2945584	803
CNA 44	4557.00	3.75	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13743196	2944977	843
CNA 138	97520.00	71.8	C4-S4	MUY ALTA	MUY ALTO	772993	2449965	799
CNA 139	68040.00	49.63	C4-S4	MUY ALTA	MUY ALTO	773769	2449394	798
CNA 140	26560.00	16.6	C4-S4	MUY ALTA	MUY ALTO	774743	2949409	798
CNA 146	1710.00	0.86	C3-S1	ALTO	BAJO			
IMTA 12	5772.00	3.83	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13745546	2932070	836
IMTA 17	2394.00	7.37	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13735644	2953015	954
IMTA 81	4210.00	3.46	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13745376	2946163	826
IMTA 82	4922.00	4.27	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13747063	2946112	828
IMTA 83	4782.00	4.12	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13747503	2946565	821
IMTA 84	4733.00	4.05	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13747958	2947311	821
IMTA 85	4858.00	4.16	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13748287	2948158	821
IMTA 86	4800.00	3.62	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13746423	2946726	828
IMTA 87	4919.00	4.2	C4-S2	MUY ALTA	MEDIO	13748703	2949076	818

Figura 9.9 Diagrama de Wilcox para calidad del agua para uso agrícola en el Valle del Hundido.



Características hidrogeológicas de las formaciones acuíferas: Debido a la diversidad de tipos litológicos y génesis de las formaciones sedimentarias existentes en el área de estudio, éstas presentan dos unidades acuíferas una en medios granulares asociadas a depósitos de abanicos aluviales y la otra vinculada con rocas consolidadas (calizas).

Las unidades hidrogeológicas en rocas consolidadas forman acuíferos muy potentes a nivel regional en el noreste de México, dichas unidades de acuerdo a su posición estratigráfica que guardan en la zona son: Formación Cupido del Hauterviano y la Formación Aurora del Albiano; ambas del Cretácico Inferior.

La unidad correspondiente a rellenos aluviales está estrechamente relacionada con depósitos de Pie de Monte y Eólicos, de edad Reciente. La unidad en rocas consolidadas corresponde al acuífero profundo, mientras que la segunda esta forma el acuífero somero.

En la zona del Valle del Hundido la geometría de los acuíferos que yacen a diferente profundidad queda controlada principalmente por los contrastes de permeabilidad existente entre los diferentes tipos de sedimentos ínter estratificados, todos estos aspectos inciden en un mayor grado de anisotropía y heterogeneidad del medio y, por lo tanto, en la circulación del agua subterránea(Custodio, 1986).

Los cálculos se realizaron mediante la aplicación de la ecuación de Theis, el radio de influencia fue determinado mediante la ecuación de Cooper - Jacob y Jacob distancia; dicha información se presenta en los diferentes gráficos y en las Tabla 9.4.

Análisis de los resultados de la prueba de bombeo Pozo CNA 24: Para la obtención de los parámetros hidráulicos a partir de pruebas de bombeo escalonadas realizadas en los pozos ubicados en el Ejido Santa Teresa de Sofía con pozos de observación, se logró definir el caudal específico del acuífero, su coeficiente de almacenamiento y su transmisibilidad, toda esta información se obtuvo aplicando la ecuación de Theis:

$$s_p = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \tag{9.1}$$

Para determinar T se utilizó la ecuación de Jacob:

$$T = \frac{0.366(\mathrm{Q})}{\mathrm{sp}} \log \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{r}} \tag{9.2}$$

A partir de la ecuación de Theis con un gasto específico de 90 l/s se obtuvo el valor de u:

$$Q = \frac{4\pi T S_p}{W(u)} \therefore W(u) = \frac{4\pi T S_p}{Q} \tag{9.3}$$

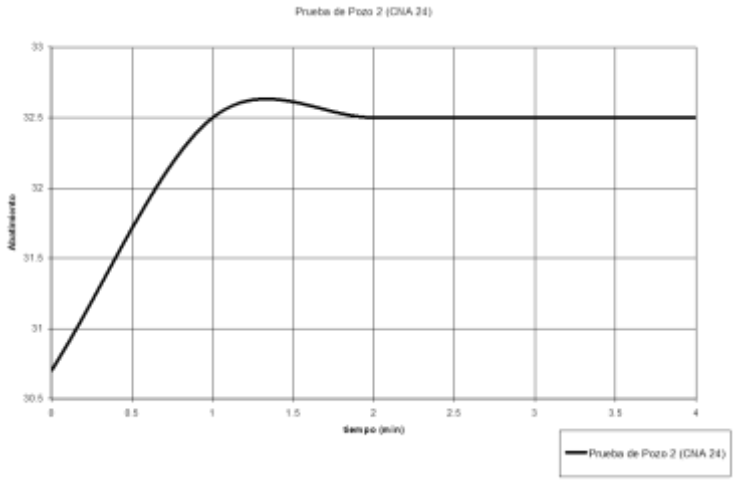
$$W(u) = (sp)(4)(\pi)(T)/Q \text{ ; u = } \frac{r^2 s}{4Tt} \qquad (9.4)$$

Basándonos en las tablas XIV Valores de W (u) correspondientes a valores de u para ser utilizados en la Fórmula de NO Equilibrio de Theis. Página 498 y 499.

El agua subterránea y los pozos (Johnson Division, UOP Inc. Saint Paúl, Minnesota 55165., 1975). Custodio y Llamas., 1975 Hidrología subterránea. Ediciones Omega, Barcelona, España se obtiene el valor de u.

En el análisis Abatimiento- Tiempo el acuífero se comportó como un acuífero libre en medios fracturados; también es importante señalar que los objetivos que se tenían programados en la prueba fueron cumplidos totalmente. En la figura 12 se muestran los resultados obtenidos durante el desarrollo del aforo.

Grafico 9.1 Gráfica Tiempo/ versus abatimiento



Cálculo del radio de influencia mediante la aplicación de la ecuación de Cooper-Jacob:

Su radio de influencia fue definido a partir del pozo de bombeo CNA 24 teniendo como pozo de observación el Pozo CNA 27. Para establecer el radio de influencia se utilizó la ecuación de Cooper- Jacob.

$$R_{24} = 1.5 \sqrt{t * T / S} \qquad (9.5)$$

Utilizando la Transmisividad obtenida a partir de la ecuación de Theis = 27,429.93 M^2/día su radio de influencia es equivalente a:

$$R_{24} = 1.5 \sqrt{t * T / S} \quad (9.6)$$

Para determinar el radio de influencia se utilizó la ecuación de Jacob-distancia:

$$R_{27} = \frac{2.25(T)(t)}{S} \quad (9.7)$$

La pendiente de la recta de acuerdo al gráfico descenso/distancia fue calculada aplicando la siguiente ecuación:

$$\Delta s_{24} = \frac{2.3Q}{2\pi T} \quad (9.8)$$

En la tabla 9.3 se muestran los resultados de la prueba de bombeo realizados en el Pozo CNA 24, teniendo como pozo de observación CNA 27

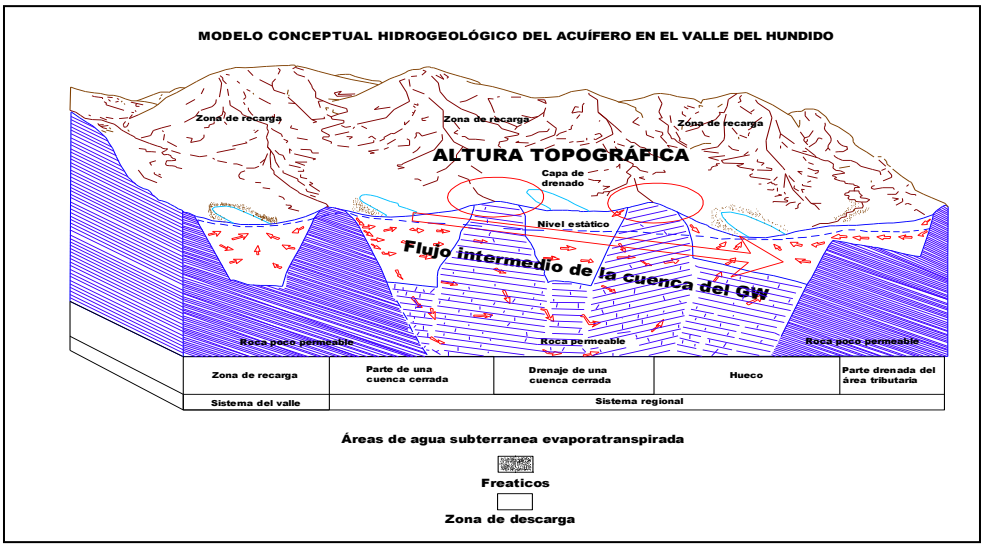
Tabla 9.3 Resultados de la prueba de bombeo en el Pozo CNA 24

Método	Transmisividad(T) M^2/Día	Coeficiente de Almacenamiento (S)	Tiempo (Días)	Radio de influencia Cooper- Jacob (m)
Cooper y Jacob	20,574.32	5.09 E-01	3	522.34
Theis	27,429.93	6.70 E-01	3	525.68
Jacob	20,574.32	5.09 E-01	3	522.34

Modelo conceptual hidrogeológico del acuífero en el Valle El Hundido:

Los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas en el Valle El Hundido, nos permitieron establecer el modelo conceptual hidrogeológico sobre el comportamiento hidráulico del acuífero y su conexión con el Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila en la figura 13 se muestra la secuencia sobre el funcionamiento hidráulico del sistema de lagos intermontanos, los cuales funcionan como un sistema de tanques conectados entre sí, mediante antiguos carstos, los que se comportaban hidráulicamente como sifones, esto fue comprobado posteriormente por la Dra. Valeria de Souza al realizar análisis de DNA en bacterias, él genotipo de éstas: en los valles: Hundido, Cuatro Ciénegas y Claveras son similares (Souza, 2006).

Figura 9.10 Modelo conceptual hidrogeológico del acuífero en el Valle el Hundido



9.3 Resultados y discusiones

Los resultados obtenidos de las pruebas de bombeo de larga duración en los pozos CNA 24, CNA 25, CNA 27 Y CNA 63 ubicados en el Ejido Santa Teresa de Sofía, nos permitieron definir que dicho acuífero se comporta como libre en medios fracturados. El caudal específico oscila desde 64.17 l/s en el Pozo CNA 25 hasta 90 (l/s) en el aprovechamiento CNA 24.

Los abatimientos en los pozos de bombeo en el Ejido Santa Sofía oscilan desde 0.48 m, en el aprovechamiento CNA 24 hasta 8.38 en el pozo CNA 63. Para la batería de pozos en el Rancho San Fernando el comportamiento hidráulico de los pozos presenta caudales que varían desde 95 (l/s) en el pozos CNA 21 y 49 para el pozo CNA 51 su caudal es del orden de 103.4 (l/s), mientras que para el aprovechamiento CNA 54 es de 105.29 (l/s) con abatimientos que oscilan desde 27.98 m en el CNA 51 hasta 40.08 en el CNA 21. Los parámetros hidráulicos obtenidos del acuífero en medios fracturados son: T = 9296 M^2 /Día, S = 1.89 E-02, mientras que para el acuífero en medios granulares son: T= 494 M^2/Día, S = 7.86 E-03.

9.4 Conclusión

A partir de pruebas de bombeo y análisis fisicoquímicos de agua realizados en el Valle El Hundido, se logró concluir lo siguiente:

El acuífero en medios fracturados se comporta como libre, está asociado con calizas de edad cretácica.

El acuífero granulares está relacionado con depósitos aluviales.

El acuífero en medios fracturados recarga en forma ascendente al granular, a través de fallas y fracturas.

A partir de iones mayoritarios, se logró determinar cuatro tipos de agua: Sulfatadas Mixtas, Sódico Mixtas, Sódico Sulfatadas, Cálcico Sulfatadas.

9.5 Referencias

Appelo, C.A.J. y Postma. D., (1993). Geochemistry,groundwater and pollution. Balkema, Amsterdam.

Bartolini C. Richard T, Buffler, Cantú C. A., (2001). The Western Gulf of Mexico Basin, Tectonic, Sedimentary Basin and Petroleum System. 474 pp.

Custodio, E. (1991). La interpretación hidrogeoquímica como herramienta de estudio de valoración de sistemas acuíferos; aspectos metodológicos generales. En Hidrología, estado actual y perspectiva. Curso Internacional de Hidrología Subterránea. Barcelona: 121-162.

Custodio E. Llamas M. R., (1983). Hidrología Subterránea. Editorial Omega. Barcelona. Vol. 2.

Mc Kee. J .W., Jones .N.W., Long. L.E. (1990). Stratigraphy and provenance of strata along the San Marcos fault, central Coahuila, Mexico. Geol. Soc. Of Am. Bull., Vol. 102, pp593-614.

Rodríguez .M.J.M., Souza .S.V., Díaz de León L.E., (2005). The overexplotation of the Aquifer of the Hundido Valley and the corresponding ecological impact on the Reserves of Cuatro Cienegas Valley of Coahuila, Mexico. Water resources and environmental problems in karst. Belgrado. 303-320 pp.

Souza V, Espinoza A.L., Escalante A, Farmer J, Rodríguez M. J.M. (2006). Soberón X., Dirzo R., Elser J.J. 2006. An endangered oasis of aquatic microbial biodiversity in the Chihuahuan desert. April 25, 2006 .Vol.103, no 17 pp. 6565-6570. The National Academy of Sciences of the USA.

Creación de consciencia ambiental, caracterización de residuos y confinamiento de residuos en el marco de la gestión integral de residuos

Ricardo Pérez

R, Pérez
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. División Académica de Tecnología Ambiental, Biosistemas Sustentables S.A.P.I, Ex Hacienda la Encarnación Emiliano Zapata SN, El Tráfico, 54400 Villa Nicolás Romero, Estado de México

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

A**bstract**

The achievement of sustainability requires the exchange of a linear system of satisfaction of material needs a cyclic scheme of: extraction of raw materials, production, distribution, consumption and waste; where once completed the service life of the satisfiers these can be exploited through technological production schemes viable, economically feasible, environmentally responsible and socially acceptable. However, structuring an efficient scheme of Integral management of wastes that will allow chained the disposal of satisfiers with obtaining raw materials, requires a series of stages such as: waste characterization, calculation of generation per capita, creation of environmental awareness in the society, identification of potential markets, generation of waste treatment strategies identification of final disposal sites, the adaptation of technologies, the design and construction of treatment facilities and the necessary research for the optimization of the corresponding processes.

These stages, has been addressed throughout various projects throughout Mexico by working together the Academy with public and private instances where the results of the carried out activities are successfully operating environmental projects that are solving integral and sustainable manner the problem of waste in Mexico.

10 Introducción

El manejo adecuado de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es una función cada vez más importante en la gestión municipal, no solamente por la creciente percepción pública de la problemática ambiental sino en la necesidad de un uso eficiente de los recursos públicos que deriven en un manejo sustentable de los recursos y espacios del municipio, mejorando así la calidad de vida de la población para lo cual es necesaria la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la protección de sus ecosistemas, mediante la promoción de cambios en los modelos de consumo y producción, así como en el establecimiento de sistemas para la prevención y gestión integral de los residuos que sean ambientalmente adecuados, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables. Por tal razón, se define como política nacional en material de residuos: La reducción, reutilización y reciclado de los mismos, enmarcados en sistema de gestión integral en los que aplica la responsabilidad compartida diferenciada entre los diversos actores y órdenes de gobierno, para el logro de un Desarrollo Sustentable.

La jerarquía para el manejo integral de los residuos se basa en: prevención, reducción, recolección, recuperación, reutilización, reciclaje, tratamiento, aprovechamiento del potencial energético y la disposición final, llevándose a cabo de acuerdo a las circunstancias particulares de cada localidad, pero garantizando una recolección completa de los residuos generados en la misma, reduciendo de esta forma, el impacto ambiental asociado.

Las bases de una Gestión Integral de Residuos eficiente depende en particular de 2 aspectos: La determinación de la generación per cápita y la caracterización de los residuos generados.

Una vez establecida la cantidad, tipo y frecuencia de los residuos generados, puede procederse al diseño y costeo de los sistemas de almacenamiento, recolección, y tratamiento más adecuado que permitan establecer la factibilidad de reciclaje de los mismos, entendido como la actividad de recuperar los desechos sólidos a fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales.

A lo largo del documento se describen las actividades en que ha participado la División Académica de Tecnología Ambiental de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez a lo largo de 4 años en el Estado de México consistentes en:

Caracterización de residuos sólidos urbanos.

Determinación de la generación per cápita de residuos.

Evaluación de sitios de disposición final.

Elaboración de documentos para la educación ambiental no formal.

Diseño y supervisión de la construcción de un sitio de disposición final.

10. 1 Método

En la elaboración de los estudios mencionados participaron autoridades estatales, municipales, empresas privadas y el sector académico; quienes generaron información que permitió a los tomadores de decisiones, contar con un panorama realista de la problemática que enfrenta la sociedad en torno al tema de los residuos sólidos urbanos.

Las actividades descritas, ha sido realizadas en el municipio de Nicolás Romero, Estado de México de manera conjunta entre: la empresa Biosistemas Sustentables, S.A.P.I. de C.V., la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, y la Secretaria de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. Los proyectos han consistido en la estimación de la generación de RSU, su composición y características físicas; para lo cual se usó de los procedimientos establecidos en las normas técnicas: NMX-AA-15-1985 Método de cuarteo, NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos, NMX-AA-061-1985 para la determinación de la generación de residuos sólidos municipales, y la NMX-AA-019-1985 para determinar peso volumétrico.

Puesto que los parámetros básicos para el diseño de cualquier sistema integral de gestión de residuos requiere de los datos particulares referentes a la generación per cápita, el peso volumétrico, la composición según subproductos y la caracterización física y química de los residuos sólidos municipales.

Dichas actividades son realizadas en campo; para lo cual es necesaria la intervención de las autoridades ambientales y de seguridad municipales ya que el procedimiento establece que debe llevarse a cabo la recolección de una muestra representativa de la comunidad a partir del estrato social y su distribución espacial, durante un periodo de 8 días. Para el análisis de las muestras obtenidas por día es necesario:

Selección y formación de Promotores Ambientales.- Es necesario contar con personal técnico capaz de identificar las características de interés para el manejo de residuos, así como de manejar los aspectos técnicos correspondientes; y explicar a la ciudadanía y autoridades correspondientes los detalles del proyecto; para lo cual se recurrió a estudiantes de sexto cuatrimestre y de décimo cuatrimestre de las carrera de Técnico Superior Universitario en Tecnología Ambiental y en Ingeniería en Tecnología Ambiental respectivamente; a quienes se les explicaron los alcances del proyecto y se convirtieron en los promotores ambientales.

Campaña de información a la comunidad.- De manera conjunta con el municipio se diseñó una serie de carteles y trípticos que fueron repartidos por los promotores ambientales en las colonias seleccionadas por su características socioeconómicas para el estudio; los promotores visitaron en pareja casa por casa la zona asignada con la finalidad de explicar e invitar a la ciudadanía a participar en el proyecto; a quienes se interesaron en participar, se les repartieron bolsas de polietileno para que depositaran los residuos del día y se acordó un horario de recolección de las muestras de residuos; así como el levantamiento de un censo básico de información.

Recolección de las muestras.- Los promotores ambientales recolectaron diariamente durante 8 días las muestras de residuos de los domicilios participantes (100 casas).

Caracterización y análisis.- La totalidad de las muestras recolectadas por día fue trasladada a las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Residuos, en donde se realizó el cuarteo, caracterización y análisis físico con la finalidad de identificar los porcentajes de: fracción orgánica (susceptible de ser bioprocesada), reciclables (para lo que hay mercado potencial en la zona) y el material inservible (residuos a confinar) de acuerdo con los métodos descritos en las NMX-AA correspondientes.

Análisis de las muestras. Una vez realizado el biotratamiento a la fracción orgánica, el compost obtenido fue enviado a los laboratorios A&L CANADA LABORATORIES INC, para obtener el valor nutricional del producto.

Otro proyecto que se realizó, fue la evaluación del cumplimiento de la celda de confinamiento de la planta de procesamiento de conformidad con la NOM-083-SEMARNAT-2003; que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; así como el diseño y supervisión de la construcción de una celda de confinamiento de acuerdo al punto 6 de la citada Norma.

La construcción de una celda de confinamiento para residuos, requiere primeramente de la determinación del sitio de construcción, que tiene una serie de restricciones de ubicación así como la obligatoriedad de estudios: geológicos y geohidrológicos regionales, la evaluación geológica y geohidrológica del sitio y un estudio geológico (punto 6 de la NOM-083-SEMARNAT-2003); puesto que se trataba de una ampliación de la celdas de confinamiento existentes; se utilizaron los estudios ya existentes; por lo solo se contemplaron las especificaciones para el diseño y construcción de una celda de confinamiento; del punto 7 de la citada norma, que básicamente se relacionan con que se garantice una barrera geológica natural o equivalente a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica de al menos $1 X 10^{-7}$ cm/seg. Además de contar con sistemas de extracción, captación y control del biogás y lixiviados así como el establecimiento de drenes perimetrales para el desvió de escurrimientos pluviales. Para el diseño y construcción de la celda de confinamiento, se realizaron las siguientes actividades:

Ubicación y trazado con ayuda de Software Google Earth, Distanciómetro Leica D8 para la ubicación de coordenadas y límites perimetrales.

Despalme del terreno; con ayuda de un Tractor Caterpillar modelo D6H para la remoción de la cubierta vegetal (la cual se conserva y se usa después para la reforestación de la celda).

Excavación con ayuda de un Camión thorton de 15 m^3 y excavadora hidráulica Caterpillar modelo 320BL, para la remoción de tierra hasta completar dimensiones y pendientes requeridas.

Nivelación con excavadora hidráulica Caterpillar modelo 320BL para el pulido de las paredes y piso de la excavación para la correcta colocación de geotextil y geomembrana Impermeabilización con Termofusionadora Leister, geotextil y geomembrana.

Pruebas de Hermeticidad con bomba de vació, que consisten en hacer vacío en los empalmes de la geomembrana para garantizar la hermeticidad.

Nivelación; nuevamente con camión thorton de 15 m^3 y excavadora hidráulica Caterpillar modelo 320BL, Tractor Caterpillar modelo D6H, para colocar tepetate en el piso de la celda sobre la geomembrana para lograr las pendientes requeridas para el control de los lixiviados.

Una vez realizadas las actividades, se procede a la elaboración del reporte para las utoridades correspondientes, donde se informa sobre la: dimensión, vida útil y manuales de operación correspondientes.

Finalmente, para la elaboración de las actividades del Programa de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México en materia de Residuos Sólidos Urbanos; la Secretaria de Medio Ambiente del Estado de México apoyada por la Agencia de Cooperación Técnica Alemana, contrata a expertos técnicos en el tema de residuos (entre los que participan académicos de la carrera de Tecnología Ambiental), quienes coordinaron las siguientes actividades:

Convocar a las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) Ambientales del Estado de México.

Coordinar 2 talleres, en los que participaron 54 organizaciones procedentes de todo el Estado de México con experiencia en actividades orientadas a la protección ambiental.

Recopilar las experiencias sobre la problemática ambiental que aqueja al Estado.

Analizar los relatos, y experiencias de las OSC, para identificar los aspectos problemáticos en torno al manejo de residuos.

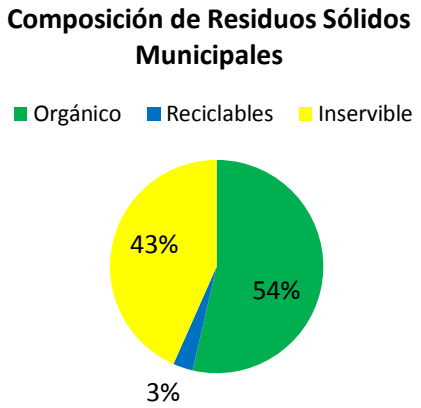
Desarrollar actividades específicas orientadas a la enseñanza de los conceptos de: Análisis de Ciclo de Vida, Impacto Ambiental, Reducción, Reúso y Reciclaje; para ser impartido como Educación No Formal, en los parques de la entidad mexiquense.

Integrar un cuadernillo con actividades basadas en la reflexión y sensibilización respecto a los impactos ambientales asociados a nuestras actividades cotidianas por lo que están al alcance de prácticamente cualquier persona, y no es necesario contar con experiencia o formación alguna para recibir la capacitación correspondiente.

10.2 Resultados

La generación per cápita de Residuos para el municipio de Nicolás Romero, Estado de México es de 0.747 $\frac{kg}{hab \cdot día}$ y la composición de los residuos en términos de interés para la empresa Biosistemas Sustentables dedicada al tratamiento de residuos sólidos urbanos, se muestra en el grafico 10.

Grafico 10 Composición de Residuos Sólidos Urbanos en Nicolás Romero, Estado de México, 2012



Mientras que los residuos considerados como reciclables son: Vidrio transparente, tetrapack, plástico soplado e inyectado, cartón, vidrio de color, fierro, PET, polietileno de color de alta densidad, polietileno de color de baja densidad, y polietileno transparente. La caracterización en estos términos, obedece al hecho de los *Reciclables*, son empleados como materia prima en otros procesos según la presencia de proceso industriales en la zona; los *orgánicos*, son sometidos a un proceso de biotratamiento para obtener una composta que se emplea en producción agrícola. En la tabla 10, se muestran los resultados de los análisis efectuados a la fracción orgánica composteada.

Tabla 10 Resultados de análisis al compost los inservibles que son materiales inorgánicos, son enviados a una celda de confinamiento

No	Parámetro	Resultados
1	Nitrógeno	0.59%
2	Fósforo	0.71%
3	Potasio	0.22%
4	% de Materia Orgánica	14.9%
5	Relación Carbono:Nitrógeno	13:1
6	Humedad	10%

Las actividades del diseño y construcción de la celda de confinamiento, tuvieron una duración de cinco meses; durante dicho periodo fueron removidos 53457 m^3 de material con una excavadora Caterpillar 320BL y 2 camiones thorton de 15 m^3; a un ritmo de 1000 m^3/día; una vez lograda la excavación y niveladas las paredes y piso, se colocó geotextil de fibra de poliéster de 250 gr/m^2 y una geomembrana de polietileno de alta densidad de 1.5 mm termofusionada; concluyendo el proyecto en los plazos establecidos.Respecto a la estrategia de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México, se integró un cuadernillo que será repartido a las Organizaciones de la Sociedad Civil participantes en los talleres, con la finalidad de que las actividades plasmadas sean transmitidas a los visitantes de parques y espacios públicos.

Los cuadernillos cuentan con una variedad de actividades que permiten trasmitir un mensaje a los participantes con la finalidad de que se comprometan a asumir un comportamiento específico a partir de una actividad o de una serie de estas de acuerdo al interés del grupo o a la disponibilidad de espacio, con lo que se pretende sensibilizar a la población en la reducción de los residuos, y la separación y almacenamiento adecuado de los mismos.

10.3 Discusión

Las resultados plasmados en el presente documento, permiten establecer una idea de la capacidad técnica en torno al tema de la Gestión Integral de Residuos planteado por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos; que puede alcanzar una institución académica cuando se da una adecuada vinculación: industria–gobierno–academia; y aunque los resultados son satisfactorios, existen aspectos que deben ser mejorados como lo es un esquemas más expedito de respuesta, que permita a los interesados contar con la prestación de un servicio de manera más adecuada. Por otra parte existen limitaciones en las instituciones académicas respecto a la gestión de recursos académicos que permitan realizar el pago a los prestadores de servicios que participan en la elaboración de los proyectos en cuestión; tales como: traslados de personal, pagos de maquinaria, de análisis, etc. También es importante mencionar que al ser realizadas las actividades por estudiantes, no existe disponibilidad de personal calificado durante todo el año, sino solo durante los periodos en que son impartidas materias que involucran temas propios de las peticiones de los interesados en la prestación de servicios, por lo que sería conveniente contar con financiamiento para la manutención de una célula de trabajo durante los periodos en que no hay alumnos disponibles; que permitiera capacitar al personal en el momento en que surja un proyecto; puesto que en todos los proyectos, algunos de los alumnos participantes han sido posteriormente contratados por las empresas para dar seguimiento y continuidad a lo iniciado.

Por otra parte, se ha detectado una necesidad creciente de contar con la capacidad y el equipamiento para efectuar capturas básicas en Sistemas de Información Geográfica y de análisis de laboratorio para realizar: respirometrías, determinación de metales pesados en compostas y análisis de explosividad en emisiones de rellenos sanitarios; además de que la tendencia en el manejo de residuos va hacia el aprovechamiento de la fracción inorgánica como fuente alterna de energía por lo que es necesario realizar análisis para determinar el poder calorífico de los residuos. Finalmente, los sitios de tratamiento y/o disposición final de residuos atraen la atención del público en general, por lo que la creación de áreas para la difusión y sensibilización de la problemática asociada al manejo de residuos puede ser una poderosa estrategia para la resolución de la problemática ambiental implicita.

10.4 Conclusiones

Proyectado la generación per cápita de residuos calculada en el Municipio de Nicolás Romero, Estado de México, a la población nacional, se obtiene una generación nacional de residuos de 82170 toneladas diarias. La simple mención de la cifras da la idea de que dar tratamiento a los residuos sólidos en México es una necesidad apremiante; pero existen vacíos documentales, tecnología nacional insuficiente y poco personal técnico; que vuelvan atractivo a los inversionistas desarrollar empresas de tratamiento de residuos, por lo que es necesario incrementar la información y la capacidad de los recursos humanos relacionados con el tratamiento exitoso de residuos; puesto que la tendencia mundial apunta a un creciente crecimiento en la cantidad de residuos, por lo que el aprovechamiento de los mismos es requisito indispensable para alcanzar un Desarrollo Sostenible; en este sentido, lograr la participación de la sociedad haciendo que esta tenga una adecuada separación y almacenamiento en la fuente, facilitarían las labores de reciclaje y aprovechamiento de los residuos; por lo que es importante el incremento de la cultura ambiental de la población, mediante la creación de consciencia ambiental, es así que el desarrollo del cuadernillo de actividades, elaborado como parte de la Estrategia de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México, es una aportación que solventa la necesidad de técnicas de enseñanza ambiental en los habitantes de las ciudades. Por otra parte, los resultados de la caracterización de residuos efectuada, sugiere que es necesario desarrollar tecnologías ambientales relacionadas con el tratamiento de residuos en tres vertientes; en primera instancia para el tratamiento de los residuos orgánicos el compostaje pudiera ser una alternativa viable; pero es necesario contar con laboratorios que puedan hacer los análisis al compost obtenido; así mismo es necesario incrementar la cantidad de centros de acopio de residuos para lograr una mayor cantidad de recuperación de materiales reciclables; con lo que el problema queda resuelto en un 57% y solo sería necesario confinar el 43% restante mientras se consolida el aprovechamiento energético de la fracción de inorgánicos restante. Finalmente con la construcción de la celda de confinamiento de residuos se demuestra que los medios técnicos y el personal técnico requerido para cumplir con la normatividad correspondiente, están al alcance en prácticamente cualquier municipio conurbado. Los resultados obtenidos demuestran que es posible lograr esquemas adecuados de manejo de residuos a partir de la formación académica adquirida por los estudiantes de Tecnología Ambiental en las Universidades Tecnológicas; contribuyendo así a resolver integral y sustentablemente el problema de la basura en México.

10.5 Referencias

NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Documentos Técnicos y Normativos del Estado de México. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. 2009.

Estrategia de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México. Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. 2010

Isaza-Arias, GC; Pérez-Méndez, MA; Laines-Canepa, JR; Castañón-Nájera, G. Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. Universidad y Ciencia, vol. 25, núm. 3, diciembre, 2009. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Pascual JA, Ayuso M, García C, Hernández T (1997) Characterization of urban waste according to fertility and phytotoxicity parameters, Waste Management Research.
Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S (1998) Gestión integral de residuos sólidos. Mc. Graw Hill, España,

Desarrollo de formulación de la tinta para el rellenado de plumones para pintarrón y desarrollo el proceso de producción automatizado para el rellenado de los mismos

Juan Rivas, Paulino Rivero, José Aguilar, Miguel Taboada, Myceno Gómez, Federico Álvarez, Jorge Morales y Eduardo Sánchez

J. Rivas, P. Rivero, J. Aguilar, M. Taboada, M. Gómez, F. Álvarez, J. Morales y E. Sánchez
Universidad tecnológica de tecamac, Carretera México - Pachuca Km37.5, Sierra Hermosa, 55740 Tecámac, Estado de México
jrivasr@uttecamac.edu.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

El proyecto presentado es acorde con la LIADT que es “Desarrollo de sistemas de producción para las Pyme´s”, y el proyecto permite aplicar el enfoque de proceso sustentable debido a que se pretende reutilizar los pintarrones que ya no sirven y que son tirados a la basura lo cual genera desechos contaminantes que difícilmente son reciclados debido a que llevan el filtro y la punta de otro material que es difícil de extraer.

11 Introducción

Desarrollar la formulación de la tinta base agua para el rellenado de pintarrones en al menos 4 colores básicos (negro, rojo, azul y verde) lo cual disminuye considerablemente el olor a solvente que en ocasiones molesta en los grupos de alumnos que trabajan con poca ventilación. Desarrollar una maquina con proceso automático que permita quitar la punta usada, inyectar la tinta colocar la punta nueva y colocar tapón. El proyecto también tiene otro enfoque que permite no solo poder desarrollar este tipo de producto sino que a futuro se desarrolle otros productos o servicios que son necesarios realizar como son: Diseño de sistemas de manufactura (Previa simulación),procesos digitales como el CAD/CAM y procesamiento de materiales con automatización y ensambles avanzados.

Metodología

El desarrollo del proyecto se establece diversas actividades que se han desarrollado con la participación de integrantes y colaboradores las cuales se definen de la siguiente manera:Realizar un análisis de recolección de pintarrones que se utilizan en actividades académicas y definir la capacidad de producción y dimensionar el tipo de equipo;Identificar la diversidad de tamaños y formas del pintarron y establecer el procedimiento de recolección, la cual se establece en primera instancia en la universidad e inclusive este proyecto aporta en otro plan de trabajo que la UTTEC está participando que es la obtención del distintivo denominado Empresa Socialmente Responsable;Establecer el método de limpieza de los plumones y quitarles la marca y proponer una marca propia, para que sean utilizados con higiene y que después sean rellenados y evitar tener problemas con las empresas que los venden en el mercado. Además del análisis de los costos de recolección, limpieza, rellenado y distribución;Desarrollo de la formulación de la tinta mediante experimentación de mezclas de sustancia propias para su desarrollo, realizando un análisis de composición así como de proceso de secado y limpieza del pizarrón;Diseño de la máquina automática para el desarrollo del proceso automatizado de rellenado. Mediante el diseño del sistema mecánico, control eléctrico vinculado con el control electrónico para poder manipular el sistema de transmisión y el sistema neumático de los actuadores;Construcción del prototipo considerando los sistemas del punto 5, el cual también podrá servir como una máquina de uso didáctico para que alumnos de las carreras de Procesos Industriales área Manufactura así como Mantenimiento área Industrial puedan variar sus condiciones de velocidad y condiciones diferentes de actuación en base a otro tipo de proceso y productos.

Presentación del avance en el proyecto

Análisis de demanda de pintarrones en la zona cercana a la UTTEC que se pueden reutilizar e impacto ambiental.Primeramente se debe de verificar en la zona cercana a la Universidad Tecnológica de Tecámac, la demanda de pintarrones que son utilizados en las escuelas cercanas.

Tabla 11 Análisis de demanda, e impacto ambiental

oró :Cuerpo Académico de Procesos y Sistemas Industriales		Universidad Tecnológica de Tecámac	
dística de Profesores que laboran en la Universidad Tecnológica de Tecámac Ciclo 2011-2012 y Escuelas cercanas			
bre de la Institución	Profesores promedio que laboran	No. de pintarrones/profesor a la semana	Pintarrones consumidos al mes
ersidad Tecnológica de Tecámac	200	2	1600
alepTecámac	45	1.5	270
yTEM "Tecámac"	50	1.5	300
No. 1 y CBT No. 2	80	3.0	480
No. 22 y EPO No. 37	140	3.0	420
alep Tizayuca Hgo.	40	1.5	240
yTEH "Tizayuca" Hgo.	40	1.5	240
ela Secundaria Oficial 103	50	1	200
IC No. 23 "Felipe Villanueva"	40	1	160
Aérea Santa Lucia	140	2	280
atoria			4190
sumo de plastico de PVC en kg	UTTEC(Kg)	Medio Superior (Kg)	Secundarias (Kg)
cho en kg de plastico/mes, iderando 10 gr/plumon	16	19.5	6.4
cho en kg de plastico/año, iderando 10 gr/plumon	192.00	234.00	76.80
l de kg de plástico en la zona cercana a la UTTEC que se evitaría desechar /año			502.80
isis del impacto ambiental del Proyecto			
ficios al ambiente en la zona cercana a la UTTEC			
eja de desechar polietileno de alta idad/Año	502.80	Kg/año	
as de Pintarron que no van a la ra	50,280	Pintarrones	De diversas marcas de pintarrones
men de desechos (0.04032dm ^{3})	2,027.29	dm^3	Se considera el volumen sin tapon
ro interior que no se desecha y se liza	50,280.00	piezas	es un material de compuesto de poliester
nes de Polietileno de alta densidad	50,280.00	Piezas	Tapones de diversos colores y formas

Estrategias de recolección de pintarrones para reutilizarse:Las estrategias de recolección se establecen mediante dos formas, las cuales son:

Establecer un programa de servicio social. Establecer un programa de servicio social que les permita a alumnos de bachillerato y nivel universitario una cuota de recolección de 20 pintarrones/semana que durante un periodo mensual se podrían recolectar 80 pintarrones/mes y durante un periodo de 6 meses se lograría a recolectar 480 pintarrones/semestre. Los TSU de la UTTEC en 4° Y 5° cuatrimestre tienen cumplir con este requisito. Los cuales eligen uno de los 14 programas de servicio social y este programa seria el 15° por lo que de una población de 1000 alumnos en esos cuatrimestres, si el 7% de esa población elige este programa tendríamos un total de 70 alumnos que podrían hacer la labor de recolección, lo cual genera un total de 33,600 pintarrones/semestre, que anualmente será 67,200 pzs/año que al convertirlo en peso es un total de 672 kg/año. La finalidad de este programa es poder recolectar pintarrones de otras localidades y concentrarlo en la UTTEC.

Ofrecer a la venta la tinta por color (negra, azul, verde y roja). Con una jeringa para que el mismo usuario que desee pueda recargar su pintarron cuando lo desee. Esta estrategia permitirá que se pueda expandir el mercado, para ello necesariamente es indispensable el registro del modelo de utilidad de la tinta para no tener problemas del tipo legal con los fabricantes de pintarrones y ofrecer esta tinta con marca propia. Ya que quedara a juicio del usuario de reutilizar su pintarron o comprarse uno nuevo cuando así lo requiera.

Calculo de capacidad de producción de la maquina. De acuerdo a los datos de la demanda sumando la recolección de escuelas cercanas de 50280 piezas + 67,200 piezas recolectadas con servicio social = 117,480 piezas recolectadas /año ,se determina una capacidad de producción para la maquina con una eficiencia del 80% en un turno de 8 horas descontando una hora de comida laborando 5 dias por semana. Y calculando la producción por hora, se realiza el siguiente análisis:

Tabla 11.1 Calculo de la velocidad de producción de la maquina

117480	Pzs/año	Se suman la recolección en escuelas 50280 pzs/año + recolección con serv. Social de 67200 pzs/año
71390	pzs /mes	
3399.52381	pzs/dia	Considerando 21 dias habiles /mes
5.95	hr efectivas/turno	considerando 7 hr efectivas y 80% de eficiencia
571.3485394	pzs/hora	
9.522475657	pzs/minuto	se puede redondear a 10 pzs/min
0.105014708	min/pza	
6.300882477	seg/pza	Ritmo de producción de la maquina

Determinación de la formulación de la tinta (sustento de la experimentación):El estudio que se lleva a cabo es sobre las tintas utilizadas para utilizar los pintarrones que son utilizados por el profesor y que en un momento determinado este pintarron ya perdió su efecto de pintar, el objetivo es el producir la tinta para inyectarse al plumón que ya no tiene uso y se vuelva a utilizar.

Describo información de lo que es su marco teórico sobre lo que se estudia de las tintas.

¿Qué es una tinta?

Una tinta es una mezcla homogénea de materia colorante, resinas, disolventes y algunos aditivos cuya finalidad es reproducir una imagen sobre un soporte mediante un proceso de impresión.Los ingredientes utilizados en la fabricación de las tintas de imprentas, se pueden dividir en tres grupos principales:

Fase continua: vehículos y barnices.

Fase dispersa: pigmentos.

Componentes de las tintas:Los pigmentos son sustancias insolubles que se presentan en formas de finísimas polvo. Tienen la propiedad de dispersarse en el barniz o en el vehículo.

Los colorantes son sustancias solubles en el medio en el que se utilizan: alcoholes, hidrocarburos y otros disolventes. Así por ejemplo las tintas de hueco utilizan colorantes solubles en hidrocarburos como el tolueno o el xileno; en flexografía se utilizan colorantes solubles en alcohol.

La característica esencia de las tintas que emplean colorantes es su transparencia.

Propiedades reológicas:La reología estudia los materiales fluidos y sus deformaciones. Los materiales fluidos siguen las leyes del flujo. Las principales propiedades reológicas son: - Tixotropía. Las tintas presentan una viscosidad acentuada cuando se mantienen en reposo durante cierto tiempo. Al agitarlas se vuelven más fluidas y cuando dejamos de agitar regresan a su estado inicial.

Viscosidad. Es la resistencia que presenta los líquidos a fluir.

Si una determinada concentración de pigmentos una composición de resinas o un tipo de vehículos permitirán su utilización en máquina y sobre un soporte que determinado.

Mecanismos de secado de las tintas: El secado es la operación a través de la cual la tinta pasa del estado viscoso al estado sólido, es decir, seca al tacto. Los procesos físicos o químicos que intervienen deben fijar sólidamente la tinta al soporte.

Secado por evaporación Se entiende por evaporación de una sustancia el paso del estado líquido al estado gaseoso. La evaporación de un líquido depende de su naturaleza. Hay líquidos mucho más volátiles que otros. La evaporación se ve favorecida por la circulación de aire aplicación de calor.Las tintas de huecograbado se secan por evaporación, su vehículo está compuesto fundamentalmente por resina y disolventes. Inmediatamente después de la escritura este disolvente se evapora y deja fijada en el soporte.

Cuando la tinta ya está en el pizarrón, interesa que se seque lo más rápido posible.

Experimentación de la producción de tintas para los pintarrones:

1.- Experimentación con pigmentos inorgánicos, resinas orgánicas, solventes, de deferentes clases, sin obtener resultados adecuados en su secado.

2.- Experimentación con pigmentos orgánicos, con resina orgánica, solventes polares, la estabilidad fue mejor sin embargo la evaporación y el secado en el pizarrón, presenta mancha al borrar.

3.- Experimentación se hará con pigmentos solubles en agua y mezcla de alcohol-cetona y resina orgánica, en principio presenta mejor resultado de los dos experimentos anteriores.

Experimentos pendientes por realizarse:

4.- Experimentación con tonalidades diferentes y someterlo a prueba en el refractómetro para verificar la cantidad de pigmento de resina y solvente.

5.- Mediante el uso de viscosímetro se verificaría la viscosidad de la composición de los elementos de la formula.

11.2 Diseño del prototipo

Desarrollo de las ideas propuestas en el diseño mecánico para determinar los accesorios de montaje, y sistema neumático.

Se trabajaron ideas de diseño de la maquina rellenadora de pintarrones, en primer instancia el diseño mecánico de las diversas partes que integran la maquina, se presentan tres propuestas las cuales se describen a continuación:

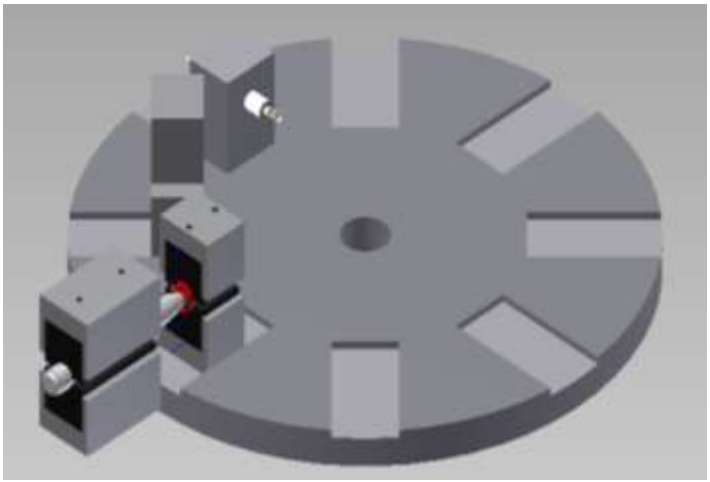
Propuesta No. 1. Diseño de proceso de rellenado tipo carrusel. En una primera intensión para el desarrollo de la rellenadora de marcadores, se realizo una propuesta de rellenado de marcadores en forma individual, partiendo de retirar el tapón del marcador, después la punta y por ultimo sin desmontar el cartucho de tinta original inyectar la tinta para la recarga y volver armar el marcador.

A continuación se muestran las imágenes de cómo se desarrollaría dicha propuesta.

Como podrá apreciarse se consideró un plato con guías donde correrán mordazas de sujeción para la realización de las actividades de rellenado.

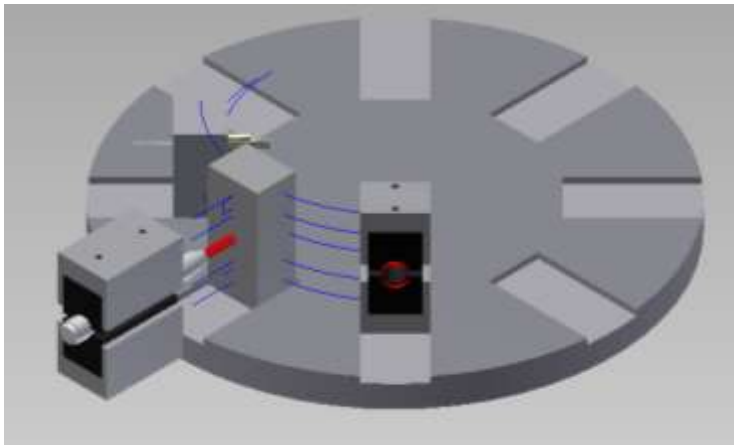
En la primera fase se retira el tapón por medio de dos mordazas que se desplazan para este efecto, como se puede apreciar en la figura 11.

Figura 11 Retirada del tapón



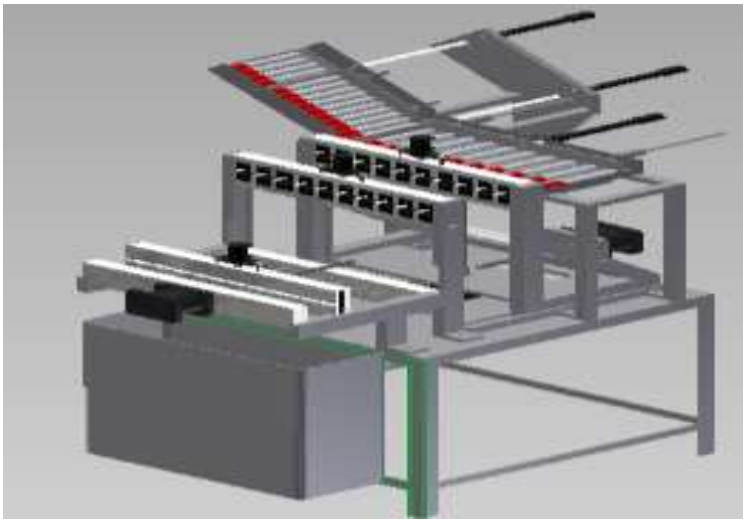
En una segunda fase se pretende retirar la punta, como se puede observar en la figura 11.1

Figura 11.1 Retira de la punta de trazo



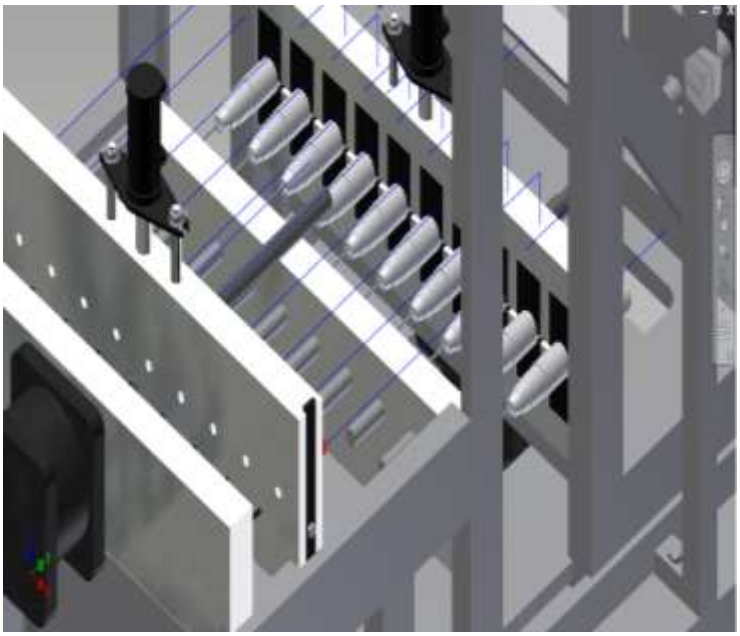
Debido a que la primera opción se complicó la instalación de los elementos de automatización se tomo la decisión de cambiar la perspectiva del proyecto, motivo por el cual se desarrollo la propuesta 2.Propuesta No. 2 Rellenado de pintarron por lotes de 10.
En la figura 11.2 se puede apreciar el desarrollo de la nueva propuesta, esta consiste en recargar los marcadores en lotes de diez en diez, es decir, retirar el tapón, la punta, recargar el cartucho original del pintarron por medio de inyección de tinta sin desmontar, posteriormente volver armar el pintarron.

Figura 11.2 Segunda propuesta de rellenadora



A continuación se muestran los pasos de cómo se desarrollarían las actividades en el equipo.En primer instancia se comenzaría por retirar el tapón en juegos de diez piezas, en las figura 1.3, se puede apreciar la secuencia de como el equipo retiraría los tapones.

Figura 11.3 Inyección de tinta a los diez pintarrones

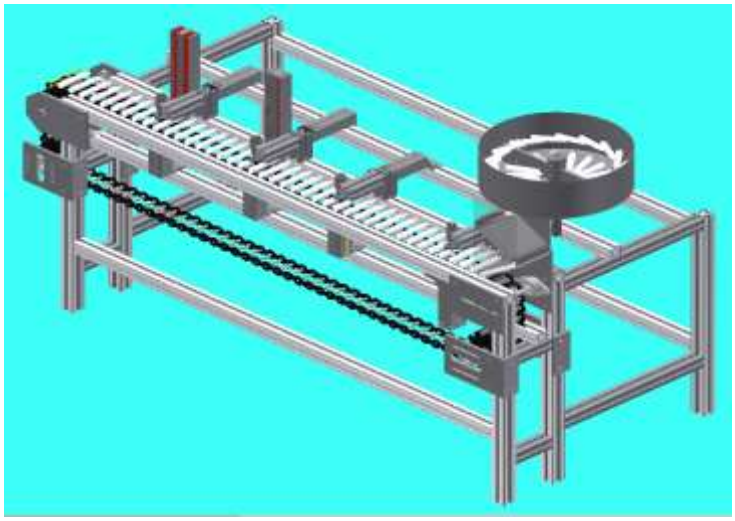


Como se podrá apreciar los equipos neumáticos propuestos para algunas de las funciones ya están instalados, lo que permite que se puedan colocar sin ningún problema. También se puede apreciar que se podrán hacer recargas de los pintarrones de diez en diez piezas, lo que incrementaría la productividad del equipo con respecto de la opción uno.

Propuesta No. 3 Proceso de rellenado con proceso continuo. Finalmente de opto por un equipo de servicio continuo, donde el pintarron lleve un viaje de principio a fin sin recurrir a la pérdida de tiempos debida al retorno de elementos que ocasiona el equipo al volver armar el marcador.Actualmente se está trabajando con la propuesta 3 para el logro de un proceso continuo.

El avance que se tiene de la propuesta 3 se muestra en la figura 11.4.En primaria instancia la configuración de espacio y soporte serán más robustos, es decir, requieren más área de instalación.

Figura 11.4 Vista isométrica de la maquina re llenadora, incluyendo el sistema neumático, sistema de transmisión y estructura ensamblada



En la siguiente página se indica el despiece de los elementos que integran la máquina que incluye además el nombre de las diferentes partes. De este listado se desprenden las requisiciones de materiales.

Figura 1.5 Estructura armada con el aluminio estructural de la maquina

Por razones administrativas de adquisición de equipo aun no se ha terminado de construir la maquina falta instalar el equipo neumático, lo eléctrico, el control electrónico y la transmisión.Determinación de los materiales y equipo para el sistema neumático:Se seleccionaron lo actuadores en función de las necesidades de movimiento y manipulación del proceso automatizado.Diseño del sistema de control eléctrico y electrónico.

El sistema de control eléctrico y electrónico debe de controlar el sistema neumático y sincronizar los movimientos de tal manera que se cumpla la siguiente secuencia de proceso:

1° Activación de un motor para que haga girar el alimentador que tiene un seguidor para que dosifique la alimentación de pintarrones a la primera operación.

2° Detectar la correcta posición y si no se cumple con un cilindro de doble efecto y con giro rotatorio a 180°posicionar el marcador para la siguiente operación.

3° Posicionar para quitar la punta del pintarron.

4° Posicionar para Inyección de tinta mediante un dosificador automático.

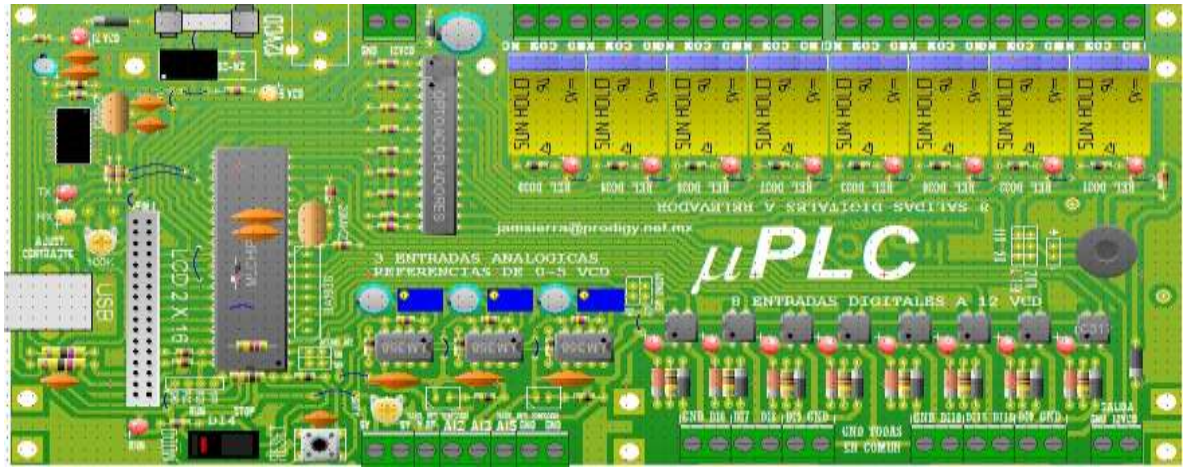
5° Posicionar para colocación de la punta nueva.

6° Posicionar para colocación de tapón.

Con estas condiciones se desarrollan los diagramas de control correspondiente, logrando determinar el listado de materiales para controlar mediante una tarjeta electrónica que funciona como PLC y que debe conectarse a una interface para el control del equipo neumático en coordinación con el motor paso a paso.

En la figura siguiente se describe el diseño virtual de una tarjeta PLC que se instalara en la máquina, la cual es de diseño propio y que comparada con los PLC que existen en el Mercado es mas económica, aproximadamente del 60% del costo de un PLC de marca.

Figura 1.6 Tarjeta PLC Microcontrolada



11.3 Resultados

Prototipo en desarrollo, con mecanismos de transmisión automática, por medio de motor paso a paso, controlado con tarjeta micro-controlada de diseño propio que sincroniza el sistema neumático y la transmisión con velocidad de 6 seg/pza.

Tinta de color negro de desarrollo propio base agua Inholora, que permite darle mas vida útil al marcador. Para disminuir 502 kg/año de desechos plásticos provenientes de los marcadores en la región de Tecamac, Aun falta desarrollar los otros tres colores (azul verde y rojo que son los mas comunes. Una vez concluido se procederá a registro de patente para que se pueda difunir su aplicación en este proyecto.

11.4 Referencias

Bosh, R. (2012). Manual de equipo lineal y de ensamble.

Company, C. C. (2010). *Información de negro de humo Raven para aplicación en tintas.* USA.

Diccionario enciclopédico popular ilustrado Salvat, 1995

Journal of Chemical Education. Chemical composition of fountain penink, Martin Gil J, Ramos Sanchez MC. 2006

http://www.snie.sep.gob.mx/estadisticas_educativas.html,(Estadísticas históricas por Escuelas. Alumnos y Maestros, según el nivel educativo desde 1893 a 2010 Nacional). Accesado el 04 de noviembre de 2010.

Catalogo digital SMC, Worldwide leading experts in pneumatics

Catalogo digital festo http://www.festo.com/pnf/es-mx_mx/products/catalog, utilizada el 17 de julio 2012

Autodesk Inventor, Software de diseño versión 2010.

Desarrollo de un bioproceso industrial de la producción de ácido cítrico por aspergillus niger

César Reyes, Luis López, Humberto Rubí y Octavio Ramírez

C. Reyes, L. López, H. Rubí y O. Ramírez
Universidad Politécnica del Valle de Toluca, Kilometro 5.6, carretera Toluca-Almoloya de Juárez, Santiaguito Tlalcilalcali, codigo postal 50904
cesarey2003@yahoo.com.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

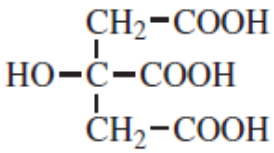
Abstract

Organic acids, such as citric acid, have increased their demand in the food industry and is one of the main metabolites produced by microorganisms in the Biotechnology industry. There are several citric acid-producing microorganisms: bacteria, fungi and yeasts, but the most used is the filamentous fungus Aspergillus niger called because it is the most adaptable to grow on various types of substrates .. The main purpose is to mount a bioprocess for producing citric acid, for this strain was obtained from A. niger (ATCC) citric acid producing subsequently mounted analytical techniques: biomass dry weight substrate and DNS method citric acid by the method of pyrimidine. Then optimized the culture medium to remove excess salts (Fe2 +, Mn2 +, Zn2 +, Cu2 +). Later process was optimized in shake flasks of 500 ml nominal volume of 200 mL of culture medium at 200 rpm's being the best production. Finally, I simulate the process scaling to reactors 10 and 350,000 liters. The simulation process: fermentation and purification was 8 days, obtaining 27 tons of citric acid with an investment of 1, 616,723.00 USD.

12 Introducción

El consumo mundial de ácido cítrico va aumentando gradualmente año con año debido a que cada día se le encuentran más aplicaciones. La producción global de ácido cítrico se incrementó en 1.7 millones de toneladas en 2007, de acuerdo a estimaciones de Business Communications Co. (http://www.bccresearch.com). Debido a sus numerosas aplicaciones, el volumen de producción de ácido cítrico por fermentación se incrementa anualmente en un 5 % (Figenova *et al*, 2005) [1]. Por lo tanto, es importante mejorar el proceso de su producción y diseñar métodos más eficientes para su extracción y purificación. El ácido cítrico para uso comercial es producido por medio de fermentación de azúcares, principalmente la sacarosa y melazas, usando al hongo *Aspergillus niger* y levaduras. Este proceso puede ser por fermentación en sólido o sumergida (Reed y Prescott, 1991). El ácido cítrico (*Figura 12*) es un ácido orgánico que ha sido exitosamente producido en bioreactores a gran escala, por lo tanto, los métodos de síntesis aún no son competitivos con este tipo de tecnología.

Figura 12 Estructura química del ácido cítrico.



El ácido cítrico es utilizado en la industria de alimentos, medicina, agricultura e industria química, debido a sus propiedades únicas. El ácido cítrico se utiliza para ajustar el pH, como sustancia quelante o para formar complejos estables con iones metálicos multivalentes, también es usado para estabilizar emulsiones y otros sistemas multifásicos.

En resumen, el ácido cítrico es dulce, limpio, tiene sabor agradable y es utilizado como acidulante en diversos alimentos (Kirk-Othmer, 2002). El ácido cítrico, citrato de sodio y el citrato de potasio se utilizan para la elaboración de bebidas carbonatadas y no carbonatadas (National Soft Drink Association, 1982). Las bebidas bajas en calorías, isotónicas, utilizan solo ácido cítrico en combinación con sales de citrato para otorgar sabor y propiedades de *buffer* y para incrementar la actividad antimicrobiana. La alta solubilidad del ácido cítrico es importante para la elaboración de jarabes. Se puede combinar con ácido málico para obtener perfiles únicos de sabor. También se utiliza para estabilizar el pH en bebidas dietéticas. La concentración presente en muchas bebidas carbonatadas y de sabores están alrededor del 0.10-0.25 % (p/p).

Se estima que alrededor del 80 % de la producción mundial de ácido cítrico se obtiene por fermentación sumergida, en medios de cultivo que usan como base a la sacarosa y glucosa con *A. niger* (Vanderberghe, 1999), utilizando principalmente productos que utiliza la industria del azúcar, así como desechos agroindustriales (Rivas *et al*, 2008).
Los procesos de fermentación sumergida usan fermentaciones en lote y lote alimentado, Dependiendo de las condiciones de fermentación, estas concluyen entre 5 a 12 días. Este tipo de procesos tienen mecanismos sofisticados de control, menor riesgo de contaminación, bajo costo en mano de obra, alta productividad y rendimientos. Las desventajas son: medio de cultivo caro, sensible a la inhibición por trazas de metales (Fe, Mn, Mg), riesgo de contaminarse y grandes cantidades de desecho (Vanderberghe, 1999).

La extracción del ácido cítrico producido en fermentaciones sumergidas se obtiene por el método clásico (Figura 12.1). Estos métodos pueden ser por cristalización, precipitación, extracción y absorción.

Figura 12.1 Esquema de la recuperación de ácido cítrico por el método convencional

12.1 Precipitación

Es uno de los métodos convencionales para extraer el ácido cítrico de una fermentación sumergida. En este caso, el caldo de fermentación se calienta a 50 °C por 20 minutos y es precipitado como citrato de calcio, usando carbonato de calcio y ácido sulfúrico (Pazouki y Panda, 1998). El precipitado (citrato de calcio) es entonces filtrado y lavado con agua varias veces, después es llevado a un acidulador y tratado con ácido sulfúrico. La solución es nuevamente filtrada para remover el $CaSO_4$(Kioustelidis *et al*, 1979). El método de precipitación, a pesar de ser simple y extenso, genera problemas alternos, como la formación de productos indeseables.

12.2 Extracción por solventes

Aunque el método clásico por precipitación es la técnica más utilizada en procesos industriales, la separación por solventes también ha sido usada para separar ácido cítrico.La extracción por medio de aminas parece ser un método prometedor para ácidos carboxílicos disueltos en soluciones acuosas. El ácido cítrico es fácilmente extraído por un gran número de solventes orgánicos, tales como las aminas alifáticas de alto peso molecular (Pazouki y Panda, 1998) y se reportan hasta 90 % de recuperación de ácido cítrico con el método de extracción antes mencionado. El método de extracción por aminas es muy favorecido a pH´s muy bajos (abajo del pKa más pequeño) y se favorece su reactividad con aminas terciarias básicas. Las ventajas de este método son: consumo mínimo de ácidos y bases minerales, y menor generación de co-productos, no se evaporan grandes cantidades de agua.

12.3 Justificación

Alrededor del mundo existe una tendencia por incrementar la producción de ácido cítrico debido a la gran cantidad de nuevas aplicaciones que se le están descubriendo. Sin embargo, México a pesar de producir ácido cítrico de la fruta del limón y tener algunas plantas industriales de producción por medio de fermentación sumergida no existe autosuficiencia. Un gran porcentaje del ácido cítrico consumido en la industria de alimentos, industria química y otras es importado de otros países como Estados Unidos. Por lo cual existe una oportunidad para implementar tecnologías para su producción en nuestro país. Una de ellas es la producción de ácido cítrico por medio de fermentación sumergida usando a *Aspergillus niger* como microorganismo productor.

12.4 Objetivos General

Desarrollar un bioproceso para la producción industrial de ácido cítrico por medio de *Aspergillus niger*

Particulares

Diseñar medios de cultivo para producir ácido cítrico por medio de *A. niger.*

Escalar el proceso a reactores agitados mecánicamente para producir ácido cítrico.

Diseñar y montar un procesos de bioseparación y purificación de ácido cítrico producido a través de fermentación sumergida por *A. niger*.

Simular el proceso en el programa *Design Pro Plus* (Ver. 8.7)

Estimar costos de equipo

12.5 Método

Métodos analíticos

Propagación de esporas en cajas Petrí. El hongo se crece en agar papa dextrosa (PDA-sigma). Se encuban a 30 °C y subcultivandolo cada dos semanas. Después de 7-10 días de incubación se les adicionan a cada placa 10 mL de Tween al 0.1 % (Sigma) para retirar las esporas y diluirlas en una suspensión a 1.0 x 10^7 esporas/mL. La concentración de esporas se usó una cámara de Neubauer.

Conteo de esporas por Cámara de Neubauer. De la suspensión de esporas se pipetea una suspensión de células en el porta, en el borde del cubre, rellenando la cámara de recuento por capilaridad. En el fondo del porta hay grabada una rejilla de 1 mm^2, dividida en 25 cuadrados grandes, cada uno de los cuales está dividido en 16 cuadrados más pequeños. El volumen total de la rejilla es de 0,02mm^3 (1/50 mm^3).

Se cuentan las esporas de uno de los 25 cuadros grandes (en la práctica se cuentan varios cuadros y se hace saca el promedio).

El número de células multiplicado por 25 es el número en 0.02 mm^3.

El número multiplicado por 50, es el número en 1 mm^3.

El número multiplicado por 1000 es el número en 1 mililitro (1 centímetro cúbico).
Si existen 12 esporas en uno de los 25 cuadros grandes, se obtendría el siguiente número de esporas: 12 *25* 50* 1000 = 1.5 x10^7 células /ml.

Determinación de biomasa por peso seco:

La determinación de la concentración de biomasa se llevó a cabo por un método gravimétrico de peso seco (en g/L).

Se mezclan 10 mL de caldo de cultivo con 1.0 mL de EDTA (0.1 M) y 1.0 mL de NaCl (1.0 M).

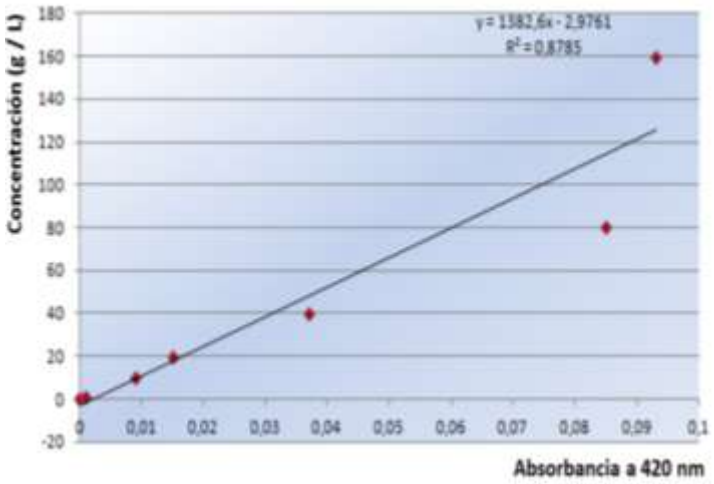
La suspensión anterior se filtra al vacío a través de membranas *Nucleopore* de 0.45M de tamaño de poro, previamente taradas.

La membrana se seca por 24 horas a 70 °C en estufa, para finalmente pesarse y obtener por diferencia de peso la cantidad de biomasa (peso seco).

Determinación de ácido cítrico (Marrier y Boulet, 1958)

Se determina usando el espectrofotómetro a longitud de onda de 420 nm. Se le adiciona piridina y acético anhídrido. Por cada 3 mL de muestra, se le agregan 1.7 mL de piridina y 5.6 mL de acético anhídrido (Sigma Co). Después se desarrolla color, la curva patrón se muestra en la Grafico 12.

Grafico 12 Curva Patrón para la determinación de ácido cítrico.



Determinación de sacarosa por el método de-fructofuranosidasa-DNS: Este método se basa en la hidrólisis de la sacarosa usando una invertasa y la posterior medición de los azucares reductores libres por la reducción del ácido dinitrosalicílico (DNS), formando un compuesto nitroaminado colorido (amarillo), cuya densidad óptica es proporcional a la concentración de grupos reductores (Miller, 1959).

Preparación de reactivos: la solución de DNS se preparó pesando 16 g de hidróxido de sodio, 300 g de tartrato de sodio y 10 g de DNS y mezclar en este orden en 1.0 L de agua destilada, calentando para una disolución total, con adición lenta del DNS para evitar precipitación.

La solución enzimática se preparó como sigue: mezclar 2.5 mg de la enzima fructofuranosidasa (Gist-Brocades con una actividad de 243 U/mg a 40 °C) con 1 mL de amortiguador de citratos (0.32 M, pH 4.6).

El procedimiento es como sigue:

Se tomó una alícuota de 1.0 mL del caldo de fermentación y se diluyó 1/25 con agua destilada y se sirvieron 0.9 mL en tubos de ensayo y se mezclaron con 0.1 mL de la solución enzimática.

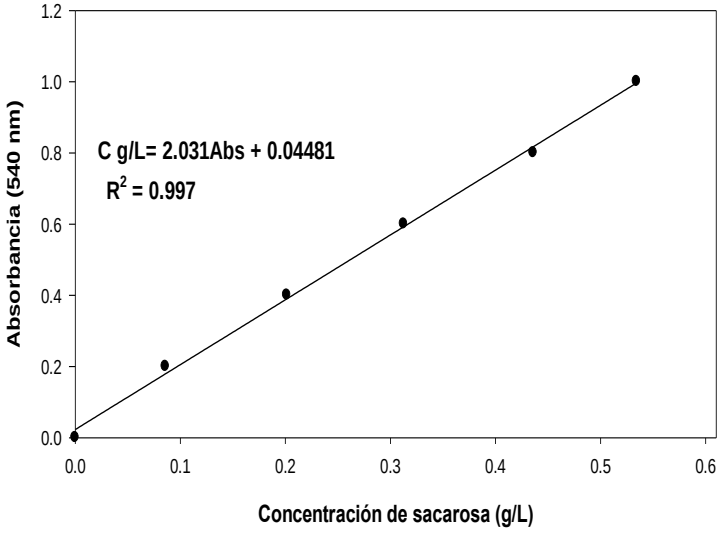
La mezcla se incubó a temperatura ambiente durante 10 minutos y posteriormente se adicionaron 1 mL de DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico, Sigma Chemical Co.) a cada muestra.

Los tubos se calentaron a ebullición durante 5 minutos e inmediatamente después se enfriaron en baño de hielo.

A cada tubo se le adicionaron 10 mL de agua destilada y se leyó la absorbancia a 540 nm (espectrofotómetro Beckman DU 650) contra un blanco de reactivos.

Los valores se extrapolaron en la curva patrón (Grafico 12.1), la cual se elaboró utilizando soluciones de sacarosa en concentraciones de 0.2 a 1.0 g/L.

Grafico 12.1 Curva patrón para la determinación de sacarosa



12.6 Métodos de Ingeniería

Cultivo en matraces agitados

Los cultivos en matraces se realizan por duplicado, llevándose a cabo en matraces Erlenmeyer convencionales de 500 mL de volumen nominal, conteniendo 200 mL de medio Burk, a velocidades de agitación de 100-250 r.p.m., excentricidad de 2.5 cm y 30°C, durante 220 horas, en una incubadora New Brunswick, modelo G-25.

12.7 Determinación del suministro de potencia en matraces

El suministro de potencia en cultivos de matraces agitados se reportó por medio de la siguiente ecuación Büchs *et al* (2000a):

$$\frac{Pg}{V_L} = \frac{C\rho n^3 d^4 \operatorname{Re}^{-.02}}{V_L^{2/3}} \qquad (12)$$

Donde:

Pg/V= Potencia volumétrica gaseada.

C=1.94 (coeficiente de la ecuación de Büchs *et al* (2000).

ρ=densidad.

N= velocidad de agitación.

d= diámetro máximo del matraz.

μ= Viscosidad.
V_L= volumen del líquido.

Para Reynolds:
densidad del líquido (kg/m^3)
velocidad de agitación (s^{-1})
diámetro máximo interno del matraz (m)
viscosidad del caldo de cultivo (Pa s)

12.8 Determinación de consumo de potencia en fermentador

Para la determinación del suministro de potencia en el fermentador de 14 litros (con 10 litros de volumen), a éste se le adaptó una base para poder montarlo sobre un dinamómetro de cojinete neumático (Reséndiz *et al*, 1991). Este tipo de dinamómetro permite la determinación del torque de reacción debido a la rotación del impulsor inmerso en el fluido.

Una celda de carga detecta la fuerza de reacción. Con la ayuda de ésta y el brazo de palanca, se calcula el torque de reacción. El torque relaciona el brazo de palanca utilizado y la fuerza suministrada, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M = F*B \tag{12.1}$$

donde:

B= Brazo de palanca utilizado (0.20 m)

M= Torque (N.m)

F= Fuerza (N)

La potencia se relaciona con el torque (M) transmitido por el impulsor de acuerdo a la siguiente relación:

Velocidad angular

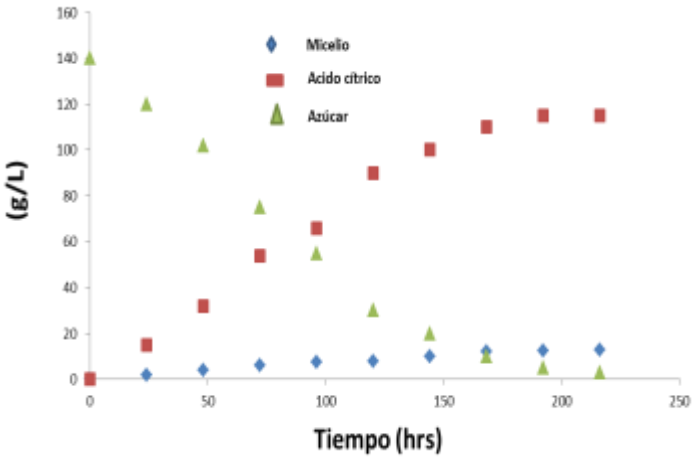
Velocidad de agitación

Sofware: Programa SuperPro Designer: Se obtuvo un Demo del Programa Super Pro Designer^{TM} de Intelligent, Inc. (New Jerser, USA). Este Demo corre programas de estudios de caso del libro (Heinzle *et al*, 2006), este software nos permite correr y simular procesos.

12.10 Resultados y discusión

De acuerdo a las ecuaciones mostradas a 200 rpm´s con 2.5 cm de excentricidad a 30 °C se obtuvieron los mejores resultados de matraces agitados (Grafico 12.2). En este caso se obtuvo una potencia de 0.17 W/L.

Grafico 12.2 Producción de ácido cítrico, consumo de sustrato y formación de biomasa en matraces agitados a 200 rpm´s con 200 mL de cultivo. El consumo de potencia en este caso fue de 0.17 W/L



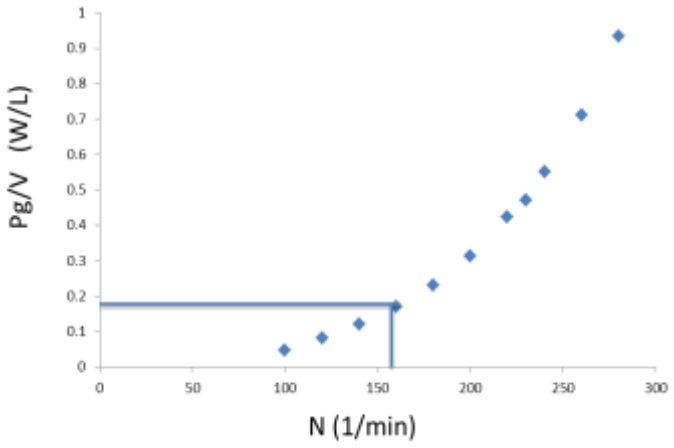
La cinética muestra que obtienen 114 g/L de ácido cítrico a partir de 140 g/L de azúcar, mientras que el azúcar residual se consume por completo, la concentración de biomasa al final del cultivo fue de 13 g/L, el proceso deja de producir ácido cítrico a partir de las 170 horas de cultivo.

Estas cinéticas fueron el resultado de la optimización del medio de cultivo, donde se disminuyó de forma constante el Fe, Mg y Cu (las cinéticas no se muestran), el exceso de sales minerales inactivan a las enzimas del Ciclo de Krebs, las cuales son responsables de la formación de ácido cítrico.

Para escalar se utilizó como criterio de escalamiento a la potencia volumétrica (W/L) a bioreactores de varias escalas: 14 lts y 35, 000 litros.

Los resultados de consumo de potencia en el reactor de 10 litros se muestran a continuación (Grafico 12.3).

Grafico 12.3 Determinación experimental del consumo de potencia en el bioreactor de10 Litros a través de un dinamómetro



Al escalar el proceso a reactor de 14 litros con10 litros de volumen de trabajo se encontró que a 160 rpm,´s de obtiene la potencia estimada en matraces (0.17 W/L).

Mientras que en el reactor de 350,000 litros se estimó el mismo consumo de potencia pero a una agitación de 63 rpm´s.

La determinación experimental nos sirvió para ajustar los valores del consumo de potencia; la geometría en ambos reactores se mantuvo, con 3 pares de turbinas Rushton y 0.8 VVM´s.

Una vez conseguidas las condiciones de operación en los bioreactores simuló su producción (esto se realizó debido a que existen muchos casos de éxito de escalamiento de matraces a bioreactores y en bioreactores de diferentes escalas) (Galindo, 2012 Comunicación personal).

Manteniendo los mismos rendimientos de matraces (Yx/s y de Yx/p) se obtienen los siguientes resultados (Tabla 12):

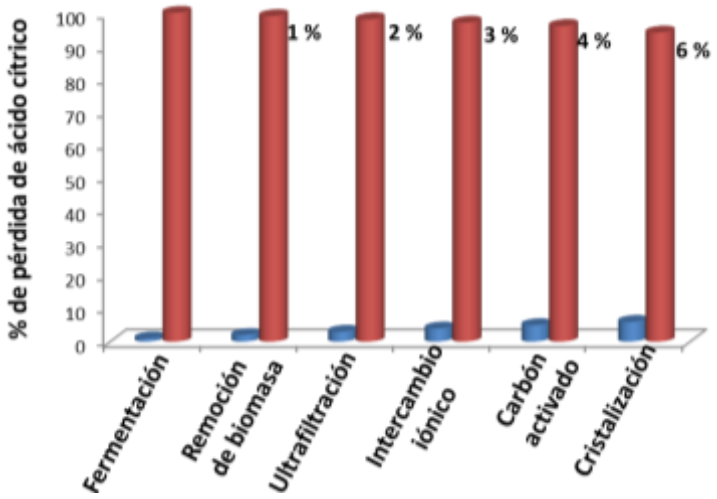
Tabla 12 Producción volumétrica de ácido cítrico y biomasa en los diferentes reactores: a partir de la misma concentración de azúcar (140 g/L)

Matraz de 0.5 L Vol. de trabajo 0.2 L	Fermentador de 14 L Vol. de trabajo de 10 L	Fermentador de 350,000 L Vol. de trabajo de 238,888 L
Azúcar = 0.028 Kg Biomasa = 0.0026 Kg Ac. Cítrico = 0.0228 Kg	Azúcar = 1.4 Kg Biomasa = 0.13 Kg Ac. Cítrico = 1.14 Kg	Azúcar = 33,444.3 Kg Biomasa = 3,105 Kg Ac. Cítrico = 27,233 Kg

El cuadro muestra que se logran producir en el reactor industrial (350, 000 litros) 27,233 kilos de ácido cítrico por lote, este resultado concuerda con varias publicaciones donde se reportan resultados similares, significa que se está alcanzando la optimización del medio de cultivo (Datos no mostrados).

Una vez determinadas las condiciones del reactor industrial y de su producción por *batch*, se usó el Programa *SuperPro Designer* (Ver. 8.7) para simular la purificación, el cual consiste de: remoción de biomasa, ultrafiltración, columna de intercambio iónico, columna de carbón activado, condensación, cristalización, filtración al vacío y secado. La simulación nos indica los siguientes resultados (Grafico 12.4):

Grafico 12.4 Proceso de purificación de ácido cítrico simulado en *SuperPro Designer*



El resultado de purificación de ácido cítrico resulta en la pérdida del 6 %., principalmente en la cristalización (2 %), mientras que se pierde el 1% en la remoción de biomasa, ultrafiltración, en la columna de intercambio iónico, y en la columna de carbón activado. Quedando solo el 94 % del ácido cítrico obtenido de la fermentación.

Para conocer la producción total de ácido cítrico al año se simuló el desarrollo de todo el bioproceso en *SuperPro Designer* (Ver. 8.7), obteniendo los siguientes resultados (Grafico 12.5).

Grafico 12.5 Distribución del equipo de bioproceso defermentación de ácido cítrico en *SuperPro Designer*, incluyendo *Upstream* y *Dowstream*.

El análisis final muestra que para llevar a cabo un cultivo *batch* es necesario 192 horas (8 días), por lo cual al año se pueden realizar 45 cultivos *batch* de 35,000 litros (Tabla 12.1).

Tabla 12.1 Estimación en base a *SuperPro Designer* (Ver. 8.7) de la producción anual de ácido cítrico en fermentador de 35,000 litros con volumen de trabajo de 238888 litros de trabajo

45 cultivos *Batch* al año de 238888 L	1225.485 toneladas
Cantidad de ácido cítrico después de la purificación	1151.955 toneladas
Costo del ácido cítrico anual producido al año (1.8 USD/Kg)	2,073,520 USD
Costo total del equipo para el bioproceso	1, 616,723 USD

12.11 Discusión

Este tipo de ejercicios nos permite saber que tan factible es llevar a cabo un proceso a nivel industrial, en este caso, la cepa de *Aspergillus niger* es potencial para llevar a cabo este proceso a la industria, ya que se consiguen productividades bastante aceptables.

En este trabajo se evaluó la producción así como el costo de equipo, el cual es aún está fuera del alcance de la empresa por lo que es necesaria la búsqueda de inversionistas.

De igual forma hace falta hacer un estudio del costo total dela materia prima, de la mano de obra, transporte, gasto en energía, agua para ver la factibilidad del equipo, sin embargo es un avance muy significativo que ha permitido a la empresa METCO S.A. de C.V. llevar a cabo ajustes en su inversión para una producción de ácido cítrico a mediano y largo plazo. Por parte de la Universidad Politécnica del Valle de Toluca hace falta llevar a cabo fermentaciones a escala piloto en bioreactores para seguir optimizando medios de cultivo, así como la evaluación de diferentes cepas de *A. niger*.

12.12 Conclusiones

Se logró diseñar y optimizar el medio de cultivo para producir ácido cítrico por medio de *A. niger.*

Se montaron las técnicas analíticas para llevar a cabo el proceso de ácido cítrico.

Se simuló el escalamiento de matraces a bioreactores de planta piloto y bioreactor industrial (350,000 litros).

Se diseñó y montó un procesos de bioseparación y purificación de ácido cítrico producido a través de fermentación sumergida por *A. niger*.

Se logró simular el proceso en el programa *Design Pro Plus*
Se estimó el costo total del equipo para el bioproceso .

12.13 Referencias

Büchs, J., Maier, U., Milbradt, C., and Zoels, B. 2000a. Power consumption in shaking flasks on rotary machines. I Power consumption measurements in unbaffled flasks at low viscosity. Biotechnology and Bioengineering, 68 (6): 589-593.

Finogenova, T.V., Morgunov, I.G., Kamzoloya, S.V. and Chemyayskaya, O.G. 2005. Organic acid production by the yeast *Yarrowia lipolytica*: A review of prospects. Applied Biochemistry and Microbiology. 41:418-425.

Heinzle, E., Biwer, A., Cooney C. 2006. Development of Sustainable Bioprocesses: Modeling and Assessment. John Wiley & Sons, Ltd. USA.

Kioustelidis, J., Haberstroh, H.J., Werner, P., Koob, H.J. 1979. Separating citric acid from oxalic acid. Ger.Offen 2/931/776.
Kirk-Othmer. 2002. Citric acid. Encyclopedia of Chemical Technology. Wiley and Sons Inc., pp 631-657.

Marrier, J. R. y Boulet, M. (1958). “Direct determination of citric acid in milk with an improved pyridine-acetic anhydride method”. Journal Dairy Science, 1, 1683-1692.

Miller, G. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry, 107: 59-64.

Pazouki, M. and Panda T. 1998. Recovery of citric acid-A review. Bioprocess Engineering. 19:435-439.

Reed, G., Prescott. 1991. Industrial Microbiology. 4ta Ed. Prescott and Dunn´s. pp 709-749.
Reséndiz, R., Martinez, A., Ascanio, G. and Galindo, E. 1991. A new pneumatic bearing dynamometer for power-input measurements in stirred tanks. Chemical Engineering Technology, 14: 105-108.

Rivas, B., Torrado, A., Torre, P., Converti, A.and Dominguez, J.M. 2008. Submerged citric acid fermentation on orange peel autohydrolysate. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56:2380-2387.

Vanderberghe, L.P.S., Soccol, C.R., Pandey, Z. and Lebeault, J.M. 1999. Review: Microbial production of citric acid. Brazilian Archives of Biology and Technology. 42:263-276.

Elaboración de un líquido desinfectante de limpieza multiusos a partir de material de poda de eucalipto

Perla Rodríguez Salinas

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, Ex Hacienda la Encarnación Emiliano Zapata SN, El Tráfico, 54400 Villa Nicolás Romero, Estado de México
perla.rodrguez@yahoo.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Due to the interest of the UTFV authorities to transform the institution into a sustainable campus, in 2011 the UTFV got the ISO 14001 certification; this fact has motivated research on new ways to reduce the environmental impact coming from the UTFV activities. This work consists in the "practical application" of traditional knowledge about the properties of the eucalyptus essential oil, in order to develop a more environmental friendly cleaning liquid and to reduce the environmental impact due to the UTFV cleaning activities. The cleaning liquid was obtained by the cold maceration method. The saturation time and the disinfection efficiency were determined. The materials availability and the production cost were determined too. The disinfecting power of the eucalyptus based cleaning liquid was found to be twice the disinfecting power of the cleaning commercial liquid used in the UTFV. It was also found that the eucalyptus cleaning liquid can be used just 24 hours after its preparation. The use of an eucalyptus based cleaning liquid is a good alternative for sustainable cleaning processes, because it reduces the water and soil pollution, and because it is also an 100% natural and biodegradable product.

13 Introducción

Descripción del problema

Contaminación originada por el uso indiscriminado de limpiadores comerciales.

Tradicionalmente, la limpieza se ha reconocido como una actividad fundamental para prevenir enfermedades, sobre todo las de origen microbiano, sin embargo, a lo largo de los años, en el afán de combatir a los agentes patógenos la sociedad ha desarrollado sustancias cada vez más efectivas en la erradicación de dichos agentes patógenos, que no solo son dañinas para los microorganismos, sino que también resultan tóxicas para la especie humana y contaminan el ambiente en general, por lo que el reto actual consiste en desarrollar productos que incrementen la eficacia en la limpieza pero que no representen un peligro de contaminación.

Certificación ISO-14001 de la UTFV:La UTFV recientemente fue certificada con la norma ISO-14001, como parte de un proyecto denominado “Universidad Sustentable”. Como resultado de este acontecimiento se identificaron aspectos ambientales significativos y se propusieron medidas correspondientes a cada uno de ellos, sin embargo, como es bien sabido, la obtención del certificado ISO-14001 representa el inicio de un proceso de mejora continua, el cual requiere de propuestas que disminuyan el impacto ambiental generado por la institución.

Derivado de lo anterior se identificaron dos oportunidades claras de mejora. La primera está relacionada con la presencia de eucaliptos en el predio de la UTFV y la segunda con las actividades de limpieza de la UTFV. A continuación ambas se describen brevemente:

Árboles de eucalipto: La UTFV cuenta con un predio de aproximadamente 30 hectáreas con eucaliptos, especie exótica considerada como plaga en el Estado de México, por lo que se requiere la remoción de dichos árboles y sustituirlos por especies nativas, propias del ecosistema original de pino-encino, tarea que debido a su magnitud será realizada de forma paulatina. Sin embargo, los residuos generados por la poda de estos árboles son susceptibles de ser aprovechados, debido a que los árboles de eucalipto producen diversos aceites esenciales con propiedades antibióticas y desinfectantes.

Limpieza en la UTFV: la UTFV cuenta con 10 edificios (aulas, laboratorios y oficinas) que deben ser aseados diariamente, los cuales representan alrededor de 10,000 m^2 de superficie de pisos y 84 sanitarios. Actualmente se emplea limpiador multiusos para realizar la limpieza, sin embargo no se contaba con un diagnóstico de consumo detallado. El uso de este tipo de sustancias representa una fuente de contaminación al ambiente, debido a que el agua residual generada por las actividades de la limpieza es desechada en la red de drenaje “interna” de la Universidad, la que a su vez desemboca en las fosas sépticas de cada uno de los edificios, convirtiéndose en una fuente de contaminación del suelo. Es importante mencionar que la UTFV está obligada a cumplir con la NOM-001-SEMARNT, la cual especifica los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales que son descargadas en aguas bienes nacionales.

13.1 Propiedades de los aceites esenciales de eucalipto

Las propiedades antibióticas del eucalipto son ampliamente conocidas desde tiempos remotos, y en la actualidad existen numerosos estudios científicos que corroboran tales conocimientos tradicionales.

En una revisión bibliográfica acerca de los usos del aceite esencial de eucalipto, realizada en la Universidad de Panjab en la India (Daizy R. , 2008), se encontró que los árboles nativos de Australia de la familia del eucalipto, que incluyen unas 700 especies, actualmente son cultivados alrededor del mundo debido a sus aceites, goma, pulpa y propiedades medicinales, entre otras. Varios de sus productos maderables y no maderables han encontrado un uso importante en la industria alimentaria, farmacéutica y de perfumería. En resumen, los aceites esenciales poseen un amplio espectro de actividad antibiótica que incluye actividad antimicrobiana, fungicida, herbicida, insecticida, acaricida y nematicida, además de sus propiedades como repelente de insectos. En vista de las implicaciones ambientales y toxicológicas del uso indiscriminado de pesticidas sintéticos y el consecuente incremento en la resistencia de las plagas y enfermedades, el uso del aceite de eucalipto como pesticida natural es de inmensa importancia.

13.2 Método

Elaboración de la tintura de eucalipto y determinación de tiempo de saturación de la tintura. La tintura se obtiene empleando el método de maceración en frío, la cual consiste en sumergir el producto a macerar en un recipiente, con la cantidad suficiente de disolvente para cubrir totalmente el producto.

Esto se lleva a cabo por un lapso de tiempo largo, el cual depende de la materia prima que se vaya a macerar. Las ventajas de la maceración en frío consisten en la utilización de equipos simples, que requieren mínimas cantidades de energía, y en la capacidad de extraer la mayoría de las propiedades de lo que se macera (dependiendo del disolvente), prácticamente en su totalidad, sin alterarla por efectos térmicos.

La especie de eucalipto considerada en este trabajo es el *Eucalyptus globulus*. Una proporción del 10% p/v se deja reposar durante 30 días (es decir, 1 litro de etanol 96° por cada 100 gramos de hojas de eucalipto). Se utiliza etanol como disolvente debido a que se trata de un producto biodegradable de origen natural, que tiene la propiedad de disolver compuestos orgánicos tales como los aceites esenciales. Se considera la proporción del 10% p/v debido a que el método de maceración tiene la condicionante de que el líquido disolvente debe cubrir completamente el sólido, y bajo esta proporción se cumple con dicha condición. También se determina el contenido de humedad de las hojas empleadas.

Posteriormente se realizan ensayos para determinar el tiempo de saturación.

El primer ensayo para determinar el tiempo de saturación consiste en medir la absorbancia de la tintura en función del tiempo, comenzando a partir de la preparación de la tintura, durante un período de 24 horas.

El segundo ensayo consiste en medir la eficiencia de desinfección en función del tiempo, para ello se adicionan, a medios de cultivo, tinturas con diferentes tiempos de reposo, y se mide la absorbancia como un indicador de la concentración de microorganismos.

Determinar la eficiencia de desinfección de la tintura y compararla con los líquidos de limpieza comerciales.Se prepara un medio de cultivo CN (Caldo nutritivo), este medio se elige por ser un medio de amplio espectro, empleado para bacterias. Se realizan pruebas, adicionando tintura de eucalipto, etanol, líquido comercial de limpieza y un testigo (Ver tabla 13). Las pruebas se realizan en un volumen de 50 ml de medio de cultivo por cada mililitro de desinfectante.

Tabla 13: diseño experimental para determinar la eficiencia de desinfección

CN estéril	CN sin esterilizar	CN + tintura de eucalipto	CN + limpiador comercial	CN + etanol
M0 – E	M1 – SE	M4 – TES	M7 – LC	M10 – E
	M2 – SE	M5 – TES	M8 – LC	M11 – E
	M3 – SE	M6 – TES	M9 – LC	M12 – E

Se realiza una incubación de 24 horas a 37°C, ya que los mohos de interés son aquellos patógenos que crecen a dicha temperatura, y se mide la absorbancia como un indicador de la concentración de los mohos que crecieron en el medio.
Debido a su alta absorbancia, las mediciones se realizan en una dilución de agua destilada al 50%.

Determinación del consumo de líquido de limpieza en la UTFV. Se realizan encuestas al personal de limpieza, así como visitas de observación (ver tabla 13.1) para conocer el procedimiento empleado para la limpieza de pisos y sanitarios.

Tabla 13.1 formato empelado para la recolección de datos sobre el consumo de líquido de limpieza.

	Depto.	ÁREA (m²)	R	S	MS	Producto de limpieza	Cantidad (ml)	Tiempo (min.)	Cubetas	Frecuencia
EDIFICIO										

Depto: significa departamento y se coloca el nombre del área de acuerdo con el organigrama de la Universidad

Área: se refiere al área de pisos que requiere ser limpiada

R: significa regular y se refiere a la cantidad de suciedad que requiere ser limpiada

S: significa sucio

MS: significa muy sucio

Producto: se refiere al nombre del producto empleado para la limpieza, debido a que no siempre se les proporciona el mismo.

Cantidad: se refiere a la cantidad de producto de limpieza empleado en una cubeta.

Cubetas: se refiere a la cantidad de cubetas empleadas en la limpieza del área correspondiente.

Frecuencia: se refiere al número de veces que se realiza la limpieza en dicha área, ya sea por día o por semana, según corresponda.

Determinación de la disponibilidad de la materia prima :Se identifican aquellos árboles de eucalipto existentes en el predio de la Universidad que tienen las características necesarias para ser utilizados (altura, cantidad de follaje y ubicación accesible). Se determinan las dimensiones de los árboles y se realiza un conteo de dichos árboles. Determinación del costo de producción:Se investigan los costos asociados a la adquisición, a granel, de materia prima.

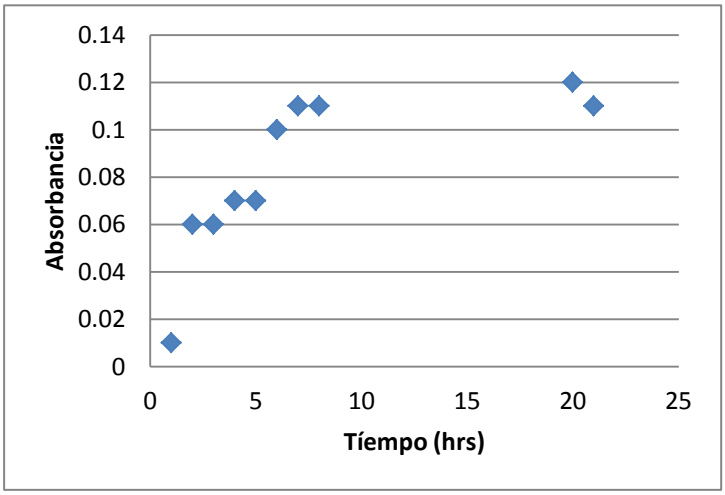
13.2 Resultados

Tiempo de saturación de la tintura de eucalipto: Los resultados provenientes de la medición de absorbancia, durante las primeras 24 horas posteriores a la preparación de la tintura, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13.2 resultados de la determinación de absorbancia en función del tiempo medido a partir de la preparación de la tintura

Tiempo (horas)	Absorbancia
1	0.01
2	0.06
3	0.06
4	0.07
5	0.07
6	0.10
7	0.11
8	0.11
20	0.12
21	0.11
22	0.09
23	0.09

Gráfico 13 Saturación de la tintura vs tiempo



En la gráfico 13 se observa que la saturación de la tintura ocurre aproximadamente 8 horas después de la preparación, sin embargo, debido a que se trata de un método relacionado con el color del líquido, se realiza otra prueba para determinar si la saturación de la coloración verde de la tintura corresponde a la saturación de los aceites esenciales responsables de la capacidad desinfectante de la tintura.

En la tabla siguiente se muestran los resultados asociados a la medición de la eficiencia de desinfección de tinturas para diferentes tiempos de maceración.

Tabla 13.3 Resultados de la medición de absorbancia de cultivos adicionados con tinturas con diferente tiempo de maceración

Tiempo (días)	**Absorbancia**	**Eficiencia desinfección**
1	0.09895	84%
15	0.0802	87%
38	0.0415	93%
s/desinfectante	0.60435	

Esta prueba se realiza con el mismo procedimiento empleado para la determinación de la eficiencia de desinfección.Determinación de la eficiencia de desinfección de la tintura y comparación con los líquidos de limpieza comerciales.La eficiencia de desinfección se realiza tomando como referencia el crecimiento máximo del cultivo al que no se le agregó desinfectante, es decir, el promedio de los matraces M1, M2 y M3 equivalen al 100% de crecimiento de microorganismos.

Mediante un cálculo simple se determina el porcentaje de crecimiento microbiano ante la acción de los diferentes desinfectantes y la eficiencia de desinfección. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 13.4 determinación de eficiencia de desinfección de la tintura de eucalipto

	CN sin esterilizar	CN + tintura de eucalipto	CN + limpiador comercial	CN + etanol
Absorbancia (promedio)	0.88	0.17	0.59	0.50
Eficiencia de desinfección		81%	32%	42%

La eficiencia neta del eucalipto es de 39%, una vez que se elimina el efecto del etanol. La tintura empleada para esta determinación estuvo 30 días en maceración.El líquido de limpieza comercial es el que se utiliza de manera cotidiana en las actividades de limpieza.

Determinar el consumo de líquido de limpieza en la UTFV: Se calcula el total de consumo de líquido limpiador mediante los datos proporcionados por el personal de limpieza. En la tabla siguiente se muestran los totales por edificio.

Tabla 13.5 Consumo de líquido limpiador multiusos empleado para la limpieza de pisos en la UTFV

Edificio	Volumen promedio de liq. de limpieza/cubeta	Consumo anual de liq. de limpieza (lt)	Área (m2)
Rectoría	45	262	1183
D	34	432	687
F	50	261	858
G	35	458	1313
J	50	732	762
L	50	222	642
E	35	162	654
K	34	487	1262
H	35	194	1120
M	30	401	1221
	40 (promedio)	***3611(total)***	***9702(total)***

Para calcular el consumo total por edificio se tomo en cuenta en primer lugar la cantidad de líquido de limpieza por cubeta, para después multiplicarlo por el número de cubetas y la frecuencia de limpieza, por último se realiza la suma para obtener el total.

La cantidad de hojas de eucalipto que se requieren para preparar 3611 litros de tintura es de 361 kg.

Determinación de la disponibilidad de la materia prima: Se delimitan las áreas donde existen árboles con altura máxima de 5 metros, con la finalidad de facilitar la poda de los mismos. Se localizan tres áreas ubicadas debajo de las líneas de alta tensión que pasan dentro de la UTFV.

Dichos árboles tienen follaje joven que puede ser aprovechado. En la figura siguiente se pueden observar las áreas delimitadas.

Figura 13 Ubicación de los lotes con árboles susceptibles de ser aprovechados

Se cuentan los árboles ubicados en cada una de las áreas y se mide el volumen del follaje. También se determina la densidad del mismo, con la finalidad de calcular la cantidad de materia prima disponible para la elaboración de la tintura. En la tabla siguiente se muestran los resultados.

Tabla 13.6 Disponibilidad de materia prima (hojas de eucalipto) en la UTFV

No. LOTE	Área delimitada	Especie	Volumen de follaje (m^3)	No. de árboles	Estado	
					C/P	S/P
LOTE 1	100 m^2	*Eucaliptus globulus*	17.43	47	20	27
LOTE 2	500 m^2		17.43	46	18	28
LOTE 3	250 m^2		17.43	32	5	27
		Total	2178.75	125	43	82

Densidad: 7.4 kg/ m^3 Materia prima disponible: 16122.75 kg
Determinación de humedad

M2: hojas frescas de eucalipto
Peso inicial (M2): 4.945 gr
Peso final (M2) = 1.860 gr
Contenido de humedad: 62.4 %

Costo de producción: La exploración de costos efectuada con diversos proveedores muestra que el costo de un litro de alcohol etílico es de $13.00, en presentación de un tambo de 200 litros, con la condición de que el envase no está incluido en el precio, es decir, que debe entregarse un tambo vacío cada vez que se realice la entrega de uno lleno.

13.3 Discusión

En la elaboración de la tintura se selecciona al etanol como disolvente debido a que se trata de una sustancia de origen natural del cual se conocen ampliamente sus propiedades como disolvente de sustancias orgánicas, es biodegradable, y aunque posee una ligera toxicidad, lejos de resultar una desventaja, representa una ventaja, ya que será utilizado como desinfectante. Asimismo, se trata de una sustancia fácil de conseguir en el mercado y de costo relativamente bajo.Se emplea el método de maceración en frío debido a que no requiere el empleo de energía, pues se pretende que la elaboración de la tintura sea un método sustentable, que no requiera la “inversión” de recursos, sino por el contrario, se disminuya el consumo de los mismos y de esta forma la universidad se acerque cada vez más a convertirse en una organización sustentable. En cuanto a la determinación de la eficiencia de desinfección, en la tabla 5 se puede observar que la contribución en el deceso de los microorganismos de la tintura de eucalipto es prácticamente igual que la del etanol, de tal forma que al combinarlos se puede alcanzar el doble poder desinfectante; por supuesto que es necesario tomar en cuenta la concentración (1:50) que se está empleando, la cual tiene como único objetivo evidenciar el poder desinfectante de la tintura de eucalipto.

Lo anterior se puede interpretar de la siguiente manera, si se usa en la misma concentración que se han venido utilizando los líquidos de limpieza comerciales (ver tabla 6), las áreas a desinfectar se encontrarán con la mitad de mohos que los que se encuentran ahora. También se puede interpretar diciendo que, si se requiere el mismo poder desinfectante que se tiene con el líquido de limpieza comercial que se usa actualmente, se podrá empelar la mitad del volumen.

En cuanto al costo de la tintura, se investigó el costo del etanol ($13.00 el litro) para compararlo con el líquido de limpieza comercial, del cual existen de muy variados precios y calidades. El precio del producto empleado en la UTFV, es ligeramente más barato que el etanol (oscila alrededor de los $12.00 el litro), sin embargo, tomando en cuenta el "doble" poder de desinfección de la tintura, el costo de esta última se reduce prácticamente a la mitad. Cabe aclarar que no se ha evaluado el costo de la mano de obra que se requiere para la elaboración de la tintura, aunque debido a la simplicidad del procedimiento y a la ventaja de poder preparar una cantidad relativamente grande de tintura en un solo lote, por la amplia disponibilidad de materia prima (ver tabla 7), se presume que solo se requerirá de unas cuantas horas (máximo 4 horas), una vez cada 4 semanas.

Sin embargo, se plantea continuar esta investigación realizando el estudio del tiempo de elaboración de la tintura, con la finalidad de establecer un procedimiento detallado que pueda ser incorporado al procedimiento de limpieza actual, con la consecuente capacitación del personal de limpieza.

Por lo que respecta a la disponibilidad de la materia prima para la elaboración de tintura, ésta no representa una limitante (ver tabla 7), ya que se cuenta con gran cantidad de árboles que pueden proporcionar las hojas que se requieren, sin embargo, es importante tomar en cuenta para el procedimiento de elaboración de la tintura, la adecuada selección de las hojas, ya que como se menciona en el los resultados, existen árboles que presentan plaga, y dichas hojas no pueden ser empleadas.

También es importante tomar en cuenta, en la elaboración de la tintura, la humedad presente en la materia prima, ya que dependiendo de la época del año el contenido de humedad en las hojas varía. Como se menciona en los resultados, el contenido de humedad de las hojas con las que se preparó la tintura se encuentra alrededor del 60%, y se utiliza una proporción del 10% p/v, por lo que el cálculo del peso requerido puede realizarse fácilmente, una vez que se conozca la humedad del material a utilizar.

13.4 Conclusiones

Al finalizar esta etapa del proyecto se concluye que:

La tintura elaborada a partir de hojas de eucalipto y etanol tiene un poder desinfectante mayor que los líquidos de limpieza comerciales.

El tiempo de saturación de la tintura es relativamente corto, ya que se alcanza una eficiencia de desinfección aceptable en un período de 24 horas, y aunque sigue aumentando, el mayor incremento ocurre en el primer día.

Considerando el precio en el mercado del etanol y la eficiencia de desinfección, la tintura de eucalipto, puede tener un costo menor que el líquido de limpieza comercial.

Para determinar por completo la viabilidad del uso de la tintura de eucalipto en el procedimiento de limpieza de la UTFV, se requiere evaluar el tiempo empleado en la preparación de la misma, sin embargo, se presume que se emplearán 2 personas por media jornada cada 4 semanas.

Adicionalmente, a lo largo de la realización del presente trabajo se observaron una serie de ventajas derivadas del empleo de la tintura de eucalipto:

Se trata de un producto 100% de origen natural biodegradable.

Es un producto que al mismo tiempo funciona como desinfectante y aromatizante.
Puede emplearse en la limpieza de pisos y de otras superficies, tales como muebles.

El presente trabajo consistió en la "aplicación práctica" de conocimientos tradicionales acerca de las propiedades del aceite esencial del eucalipto, para desarrollar un procedimiento de limpieza que sea más amigable con el ambiente y que ayude a reducir el impacto ambiental de la UTFV.

13.5 Referencias

Daizy R. Batish, Harminder Pal Singh, Ravinder Kumar Kohli, Shalinder Kaur, 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. Forest Ecology and Management 256, 2166–2174.

Patrícia Sartorelli, Alexandre Donizete Marquioreto, Adriana Amaral-Baroli, Marcos Enoque L. Lima and Paulo Roberto H. Moreno, 2007. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils from Two Species of *Eucalyptus. Phytother. Res. 21, 231–233.*

Evaluación del potencial de generación de Biogás de las aguas residuales de la unidad habitacional la Margarita, Puebla, Puebla

María Rosado, Silvia Cruz y Alejandro Tzompantzi

M. Rosado, S. Cruz y A. Tzompantzi
Universidad Tecnológica de Puebla, Carrera de Ingeniería Ambiental,Antiguo Camino a la Resurrección No. 1002-A, Zona Industrial Oriente, C.P. 72300, Puebla, Pue.
oneidautp@yahoo.com.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

A proposal for anaerobic treatment of wastewater from La Margarita Housing Unit to determine the potential for generation of biogas from organic matter contained in wastewater and an estimate of the energy that can be obtained. Was considered population served, maximum flow, laboratory analysis of wastewater characterization Settleable-Solids, Total Suspended Solids, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Fats and Oils, Floating material, temperature, Potential of Hydrogen (pH), fecal Coliform, Total Coliform, Volatile Suspended Solids, Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Alkalinity. These values were designed treatment units involving an anaerobic digester. The estimated biogas production 308.76 m^3 / d which is equivalent in energy terms to 6983775.71 Btu / d with an economic value of $ 659,244.34 / year. The construction and commissioning of this type of treatment allows the operation of processes rather than requiring energy is able to generate with reduced cleanup costs and consistent use of organic waste for soil improvement.

14 Introducción

El desarrollo de las poblaciones ha provocado el incremento de la infraestructura habitacional, del desarrollo industrial, del requerimiento de servicios y de la población, esto conlleva a la generación de contaminantes en el ambiente, en particular en las fuentes de agua de que dispone la población.

Este efecto representa un tema de suma importancia para establecer los mecanismos para tratar las aguas residuales. Los sistemas establecidos para tal fin atienden el mejoramiento y la conservación de los cuerpos de agua que sirven de abastecimiento.

Un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, tiene como objetivo principal el reducir o corregir algunas características indeseables, de tal manera que su uso y disposición final cumplan las normas y criterios definidos por las autoridades sanitarias. En el caso del tratamiento biológico se busca reducir la materia orgánica del agua residual a través del metabolismo bacteriano. Un mecanismo básico para dicha conversión, es el tratamiento anaeróbico, que se puede desarrollar cuando no existe oxígeno disuelto, dando como productos finales gases como el metano y dióxido de carbono.

Desde el punto de vista de la DQO, un tratamiento aeróbico convierte el 50 % de este valor en lodos, la compactación y tratamiento de estos lodos tiene un costo elevado, además de que el proceso requiere el suministro de oxígeno para funcionar. En cambio, la DQO en una degradación anaeróbica se convierte hasta en un 90 % en biogás, que es un combustible valioso por ser un productor neto de energía, los lodos generados resultan lo suficientemente estabilizados por el proceso mismo, por lo que pueden ser dispuestos directamente sin tratamiento previo.

Los beneficios esperados del tratamiento anaerobio son del orden económico y medioambiental, ya que se enfoca en los factores que inciden en el cambio climático, proveen biogás como fuente de energía en lugar de quemarlo para eliminarlo como CO_2, reduce la carga contaminante que pueda llegar a las plantas Municipales de tratamiento aerobio y en consecuencia reduce los costos de saneamiento.

El biogás tiene en promedio un poder calórico entre 15,873.02 y 23,809.52 Btu/m³, la energía contenida puede ser utilizada en plantas generadoras de energía eléctrica o en otros sistemas de combustión debidamente adaptados para tal efecto, todo esto en lugar de utilizar hidrocarburos de origen fósil como fuentes energéticas.

14.1 Justificación

En virtud de que actualmente las aguas residuales generadas por las grandes concentraciones de población se tratan aerobiamente consumiendo grandes cantidades de energía, y considerando la favorable condición física, química y biológica de estas aguas se propone un tratamiento de depuración de aguas residuales a través de biodigestión anaerobia con el fin de generar biogás, el cual podrá dotar a las mismas unidades habitacionales de una fuente de energía de origen no fósil, al tiempo de fomentar la cultura del cuidado al medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos.

14.2 Hipótesis

Evaluar el potencial de generación de biogás en las aguas residuales de la Unidad Habitacional La Margarita y demostrar que en Puebla se cuenta con un alto potencial de generación de biogás a partir de la materia orgánica contenida en las aguas residuales de origen doméstico proveniente de grandes concentraciones urbanas. Es posible obtener ventajas ambientales y económicas tratando las Aguas Residuales de Origen Doméstico (AROD) con un tren de tratamiento propuesto, para lo cual se realizará una evaluación teórica, de cuyos resultados concluiremos si la hipótesis es cierta o falsa.

14.3 Planteamiento del problema

De acuerdo al Banco Mundial, en promedio menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades de América Latina reciben tratamiento, con la ausencia de éste, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo para la salud, la ecología y los animales.En México, el acceso, la eficiencia y la calidad de los servicios de agua y saneamiento varían mucho de una localidad a otra, reflejando en gran medida los diferentes niveles de desarrollo en todo el país. En general, el sector de agua y saneamiento mexicano está marcado por problemas como baja eficiencia técnica y comercial en la prestación de los servicios, calidad inadecuada de los servicios de abastecimiento de agua, calidad deficiente de los servicios de saneamiento (especialmente en lo que respecta al tratamiento de aguas residuales) y cobertura insuficiente en las zonas rurales más pobres.

El 63% del agua utilizada proviene de fuentes superficiales y el restante 37% proviene de acuíferos. El intenso crecimiento demográfico y la migración interna a regiones semiáridas y áridas resultan en una sobreexplotación de los recursos hídricos de México. Según la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) la sobre extracción del agua subterránea representa casi el 40% de su uso total.

Actualmente, sólo el 30% de las aguas servidas reciben algún tipo de tratamiento. La CONAGUA estima que el 52% del total de los recursos hídricos superficiales está muy contaminado, mientras que el 39% está contaminado de forma moderada y sólo el 9% es de calidad aceptable.

La alta densidad de población en las unidades habitacionales genera grandes cantidades de descarga de materia orgánica contenida en sus aguas residuales, impactando fuertemente los sistemas de tratamiento municipales generalmente aerobios, los cuales se caracterizan por el alto costo de consumo de energía.

14.4 Objetivo general

Medir los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua residual para evaluar el potencial de generación de biogás que se puede obtener del agua residual doméstica de la Unidad Habitacional La Margarita, Puebla, Pue.

14.5 Objetivos particulares

Proponer un tren de tratamiento económico y ambientalmente atractivo para el saneamiento del agua residual involucrando un proceso anaerobio.
Dimensionar la generación de biogás a partir de aguas residuales.
Traducir el potencial de biogás obtenido a su valor energético y económico expresados en Btu/día.

14.6 Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica para conocer y valorar las ventajas significativas de la aplicación de los procesos anaerobios en el tratamiento de las aguas residuales muy diluidas, como es el caso del agua residual doméstica, pues ante estos escenarios el método presenta comparativamente menos ventajas.

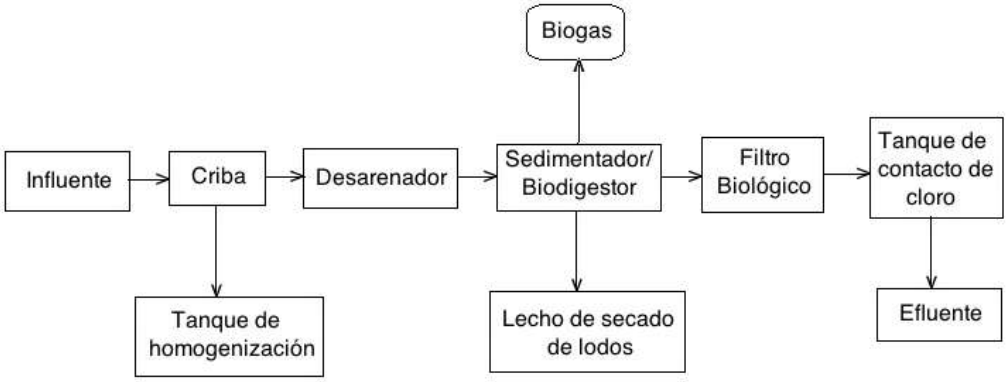
Se procedió a dimensionar la producción de biogás a partir del agua de origen doméstica y valorar el costo beneficio del proyecto, por tal motivo se llevó a cabo una caracterización del agua residual e investigación de información de la Unidad Habitacional para los cálculos de diseño de cada una de las unidades de tratamiento que conformaron el tren completo del proceso.

Las Unidades fueron consideradas en el orden siguiente para su operación: criba-desarenador-vertedor sutro-sedimentador-biodigestor anaerobio –filtro anaerobio-tanque de cloración-lecho de secado. Los cálculos de diseño se hicieron de acuerdo a las fórmulas que relacionan el gasto medio y volumen de 24 h, la población a atender, la dotación percápita, velocidades horizontal y de sedimentación, áreas transversales y superficiales, tiempos de retención hidráulica y de retención celular, coeficientes, tamaños de partículas y costos de operación y construcción de plantas de acuerdo a los datos que brinda la Comisión Nacional del Agua.

Así mismo el cálculo de la producción de biogás se realizó con base en la Metodología para determinar la producción de gas en un reactor anaerobio con crecimiento en suspensión.

En este sentido se propuso un tratamiento de depuración de aguas residuales a través de la biodigestión anaerobia con el fin de generar biogás, mismo que puede ser utilizado como fuente de energía alterna por la unidad habitacional La Margarita, ya sea como energía calorífica o transformada a energía eléctrica según las necesidades existentes en el sitio. Así, mientras se tratan las aguas residuales, también se obtiene biogás para su aprovechamiento. El tren de tratamiento propuesto y mostrado en la Figura 14, considera un pretratamiento que consiste en cribado y desarenación, posteriormente un tratamiento primario consistente de un sedimentador, continuando con un biodigestor que hará el tratamiento secundario (ambos en una misma estructura), finalmente se propone un filtro anaerobio y cloración como tratamiento terciario; para fines de prever una variación en el gasto se propuso el diseño de un tanque homogenizador. La propuesta de diseño permitirá trabajar con una retención del 50% de sólidos en el biodigestor y aproximadamente del 35% en el filtro anaerobio, lo que alcanzará una eficiencia del 85% de remoción.

Figura 14 Diagrama del proceso de tratamiento del agua residual doméstica de la Unidad Habitacional La Margarita



14.7 Materiales y Métodos

Caracterización del agua residual.Con el fin de contar con los parámetros de diseño se realizó la caracterización del agua residual de la Unidad Habitacional La Margarita conforme a la norma NOM-002-SEMARNAT-1996, misma que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano, teniéndose los resultados registrados en la Tabla 14.

Tabla 14 Caracterización del agua residual

Lugar: Unidad Habitacional La Margarita. Punto de muestreo: Descarga al río Alseseca. Fecha de muestreo: 06/10/2011. Hora de muestreo: Instantáneo. Período de análisis: del 07 al 13 de octubre del 2011.				
PARÁMETRO	**MÉTODO DE PRUEBA**	**UNIDAD**	**CONC. CUATIFICADA**	**CONC. PERMISIBLE ***
Sólidos sedimentables	NMX-AA-04-SFCI-2000	ml/l	1.0	7.5
Sólidos suspendidos totales	NMX-AA-34-SFCI-2001	mg/l	280.0	125.00
Demanda bioquímica de oxígeno	NMX-AA-28-SFCI-2001	mg/l	210.00	150.00
Grasas y aceites	NMX-AA-05-SFCI-2001	mg/l	26.81	75.00
Materia flotante	NMX-AA-06-SFCI-2000	Malla de 3 mm de claro libre	Presente	Ausente
Temperatura	NMX-AA-07-SFCI-2000	°C	23.90	40.00
Potencial de hidrógeno	NMX-AA-08-SFCI-2000	Unidad	7.29	5.5-10
Coliformes fecales	NMX-AA-42-SFCI-1987	NMP/100 ml	7500000000.00	N.N
Coliformes totales	NMX-AA-42-SFCI-1987	NMP/100 ml	11000000000.00	N.N
Sólidos suspendidos volátiles	NMX-AA-34-SFCI-2001	mg/l	112.50	N.N
Demanda química de oxígeno	NMX-AA-30-SFCI-2001	mg/l	352.00	N.N
Alcalinidad total	NMX-AA-36-SFCI-2001	mg/l	426.3	N.N

14.7.1 Diseño de las unidades de tratamiento

Para llevar a cabo los cálculos para diseño de las unidades de tratamiento se tomó la decisión de considerar el dato de 20,663 habitantes como la Población de la Unidad Habitacional La Margarita, mismo que correspondió al censo del año 2000, única vez en que el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) realizó el recuento por colonia. Cabe señalar que esta Institución nos facilitó dos datos más, correspondientes a los censos de los años 2005 y 2010 (18,377 y 17,077 habitantes respectivamente), en esas ocasiones los censos no se realizaron por colonia sino por Área Geoestadística Básica (AGEB), dichos datos se obtuvieron sumando las áreas que conforman la Unidad Habitacional, y en ellos se observó la tendencia a la baja en el número de personas que habitan esta Unidad.

Motivo por el cual no se realizó un cálculo de proyección poblacional, en su lugar se consideró el valor más alto de los tres censos, con el argumento de diseñar un proceso con un dato de población que garantice la cobertura de saneamiento del agua residual en caso de tener un incremento nuevamente; asimismo se consideró el promedio de 150 litros de agua por día como dotación percápita y el valor del gasto medio. La información se presenta en la Tabla 14.1.

Tabla 14.1 Información Censo 2000 y cálculo de gasto medio de agua residual

SCINCE por colonias año 2000 INEGI					
Clave 217	Colonia Unidad Habitaciona La Margarita	Clave 217 F	Población total 20,663		
Información Censal 2010, Estado de Puebla.					
Población total	5,779,829				
Información Censal 2010, Estados Unidos Mexicanos					
Población total	112,336,538				
unidad habitacional la margarita					
Dotación percápita	dp	150	l/d		
No. de habitantes	No. de H	20663	hab		
Coeficiente de aportación del agua residual (Cr)	Cr	0.8		(70-80%)	
Gasto medio	Q	Q=dp*No. de H*Cr			
		28.69861111	l/s	0.03	m³/s
Gasto máximo	Qmax	Qmax=2.5*Q			
		71.74652778	l/s	0.07	m³/s
Gasto mínimo	Qmin	Qmin=0.5*Q			
		14.34930556	l/s	0.01	m³/s

Tabla 14.2 Información Censo 2000 y cálculo de gasto medio de agua residual (Continuación)

Estado de Puebla					
Dotación percápita	dp	150	l/d		
No. de habitantes	No. de H	5779829	hab		
Coeficiente de aportación del agua residual	Cr	0.8		(70-80%)	
Gasto medio	Q	Q=dp*No. de H*Cr			
		8027.540278	l/s	8.03	m³/s
Gasto máximo	Qmax	Qmax=2.5*Q			
		20068.85069	l/s	20.1	m³/s
Gasto mínimo	Qmin	Qmin=0.5*Q			
		4013.770139	l/s	4.01	m³/s
Estados Unidos Mexicanos					
Dotación percápita	dp	150	l/d		
No. De habitantes	No. de H	112336538	hab		

Coeficiente de aportación del agua residual	Cr	0.8		(70-80%)	
Gasto medio	Q	Q=dp*No. de H*Cr			
		156022.9694	l/s	156	m³/s
Gasto máximo	Qmax	Qmax=2.5*Q			
		390057.4236	l/s	390	m³/s
Gasto mínimo	Qmin	Qmin=0.5*Q			
		78011.48472	l/s	78	m³/s

14.8 Resultados y análisis de resultados

Los resultados obtenidos contemplan por un lado las dimensiones de las unidades de tratamiento (Tablas 14.3, 14.4, 14.5, 14.6, 14.7, 14.8, 14.9, 14.10 y 14.11) y por otro lado la valoración de la cantidad de metano que es posible generar a partir del agua residual doméstica, así como el volumen de biogás que podría ser empleado como fuente de energía alterna al mismo tiempo de resolver una necesidad de saneamiento de agua residual doméstica.

Tabla 14.3 Diseño de la Criba

Concepto	Valor numérico	Unidades
Velocidad del agua	0.3	m/s
Ancho del canal	1	m
Largo del Canal	3	m
Área de la sección transversal	0.096	m²
Tirante	9.6	cm
Número de barras	29.5	barras
Ancho de barra	1	cm
Separación entre barras	2.5	cm
Número de espacios libres	28.5	espacios
Ángulo de inclinación de las barras	60	°
Espacio libre efectivo entre dos barras	1.5	cm
Espacio libre inicial y final	0.25	cm
Espacio libre total	42.85	cm
Ancho útil	71.93	cm
Espacio ocupado por barras	29.57	cm
Velocidad a través de las cribas limpias	0.42	m/s
Pérdida de la carga	2.25	cm
Tirante después de la criba	7.31	cm

Tabla 14.4 Diseño del desarenador

Concepto	Valor numérico	Unidades
Tamaño de la partícula	0.02	cm
Tiempo de residencia hidráulica	44	seg
Velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición	2.8	cm/s
Número de Reynolds	5.56	
Largo del canal	3.19	m
Ancho del canal	1	m
Altura	0.39	m
Volumen del canal desarenador	1.26	m^3
Área superficial	3.19	m^2
Área transversal	0.096	m^2
Velocidad crítica de arrastre de la partícula	22.7	cm/s
Tirante del agua	9.6	cm
Velocidad horizontal	0.3	m/s
Volumen de arena en el canal	74.4	l/d
Carga hidráulica	32.33	$m^3/m^2.h$
Factor de área requerido	0.11	$m^2/(l/s)$
Pendiente	2.89	%

Tabla 14.5 Diseño del tanque homogenizador

Concepto	Valor numérico	Unidades
Volumen de gasto medio	0.0287	m^3/s
Volumen necesario para homogeneizar el caudal	400	m^3
Volumen del tanque homogeneizador	405	m^3
Largo	15	m
Ancho	9	m
Profundo	3	m

Tabla 14.6 Diseño del vertedor sutro

Concepto	Valor numérico	Unidades
Ancho	1	m
Velocidad de escurrimiento constante	0.2	m/s
Altura	14.35	cm
Altura máxima	35.88	cm
Altura para líq. cloacal	2.5	cm
Ancho libre del vertedero a la cota	12.57	cm
Área transversal del canal	0.143	m^2
Constante del vertedor	0.0476	$m^3/s.m$

Tabla 14.7 Diseño del sedimentador

Concepto	Valor numérico	Unidades
Tiempo de residencia hidráulica	3	h
Altura	3	m
Ancho	9	m
Largo	11.48	m
Volumen de sedimentar	309.96	m^3
Área superficial	103.32	m^2
Área transversal	27	m^2
Velocidad de sedimentación	0.028	cm/s
Velocidad horizontal	0.1063	cm/s
Carga superficial	24	$m^3/d.m^2$

Tabla 14.8 Diseño del biodigestor

Concepto	Valor numérico	Unidades
Tiempo de residencia hidráulica	1.14	d
Tiempo de residencia celular	65.75	d
Masa de lodos	258.78	kg/d
Volumen del biodigestor	2835.88	m^3
Ancho	20	m
Altura	4.5	m
Largo	32	m
Eficiencia de remoción	50	%
Tasa de producción de metano	200.7	m^3/d
Tasa de producción de biogás	308.76	m^3/d
Nitrógeno disponible/Nitrógeno requerido	49.6/1.44	kg/d
Fósforo disponible/Fósforo requerido	12.39/0.289	kg/d
Requerimiento de alcalinidad		
Como $NaHCO_3$	4.47	ton/d
Como CaO	1.49	ton/d

Tabla 14.9 Diseño del filtro anaerobio

Concepto	Valor numérico	Unidades
Altura	3.3	m
Ancho	10.5	m
Largo	16.5	m
Volumen	571.73	m^3
Tiempo de retención hidráulica	5	h
Área superficial	173.25	m^2
Área transversal	34.65	m^2
Material filtrante: Tezontle		
Densidad	1.4	g/cm^3
Tamaño de la piedra tezontle	1.5-2	Pulgadas
Espesor	2.5	m
Volumen de tezontle	433.125	m^3
Velocidad de flujo ascendente	0.0166	cm/s

Tabla 14.10 Diseño del tanque de cloración

Concepto	Valor numérico	Unidades
Largo	6.5	m
Ancho	4.5	m
Profundo	1.5	m
Volumen	43.88	m^3
Área superficial	29.25	m^2
Área transversal	6.75	m^2
Velocidad horizontal	0.43	cm/s
Caudal mínimo de agua para la operación del eyector	24.6	ml/s
Capacidad requerida para el equipo	310	g/h
Área de la tubería de alimentación del agua	0. 27	cm^2
Diámetro de la tubería de alimentación del agua	5.89	mm
Pérdida de carga por fricción	30.08	mm
Coeficiente total de pérdida de carga por accesorios	18.37	cm
Carga dinámica total	30.21	mca*
Potencia de la bomba	0.0117	HP
Tiempo de contacto	25	min
Dosis máxima de cloro	3	mg/l
Capacidad máxima del clorador comercial	750	g/h

*mca: Metros de columna de agua

Tabla 14.11 Diseño del lecho de secados

Concepto	Valor numérico	Unidades
Tiempo de secado	66	d
Volumen de lodos	334.87	m^3
Altura del lecho	2	m
Ancho del lecho	12	m
Largo del lecho	19	m
Volumen del lecho de secados	336	m^3
Pendiente	2	%
Capa de ladrillo con arena gruesa intercalada	1	capa
Espesor de capa de grava mediana	30	cm
Espesor de capa de arena mediana	30	cm
Diámetro de los tubos de drenaje	15-20	cm

14.8 Rendimiento del proceso en el saneamiento del agua residual de la Unidad Habitacional la Margarita

A partir del biogás generado, se realizó el cálculo en su equivalente energético y económico considerando las unidades energéticas Btu, que son las usadas para la medición de la energía de los barriles de petróleo crudo, esto con el fin de hacer una comparación con un referente internacional. Los datos obtenidos se registran en la Tabla 12, donde se observa que la generación de biogás en la Unidad Habitación La Margarita se estima alrededor de 308.75 m^3/d lo que representa un equivalente energético de 6,938,775.71 Btu/d, que a su vez equivale a 1.2 barriles de petróleo crudo/d, y expresados en su correspondiente valor económico es de $659,244.34 pesos al año, esto con base en que cada barril de petróleo crudo tiene un costo de 100 dólares y a un tipo de cambio aproximado de $15.00 pesos mexicanos por cada dólar.

Tabla 14.12 Rendimiento energético y económico del biogás. Unidad habitacional la Margarita

Concepto	Valor numérico	Unidades
Gasto medio	0.0287	m^3/s
Población	20,663	hab
Metano.	200.69	m^3/d
Biogás.	308.75	m^3/d
Equivalente energético del biogás.	6,983,775.71	Btu/d
Equivalente a número de barriles de petróleo crudo en el biogás.	1.2	Barriles/d
Equivalente económico del biogás.	$659,244.34	Pesos mexicanos/año

14.9 Comparativo en costos por operación aerobia y anaerobia

El costo por m^3 de agua residual tratada por lodos activados (aerobios) es de $2.17, y por métodos anaerobios es de $1.03, lo que vendría representando para el caso particular del agua residual de la Unidad Habitacional La Margarita, con un gasto de 2480 m^3/d, un costo de operación de $5,381.60 y de $2,554.40 respectivamente; esto significa un ahorro de más del 50% por día para el tratamiento anaerobio. Considerando un costo anual para tratamiento anaerobio de $1,964,030.54 y para el anerobio de $932,235.55, y el equivalente energético anual por Biogás generado, se tendría un ahorro de $1,591,479.89 pesos anuales, estos datos se muestran en la Tabla 14.13.

Tabla 14.13 Comparativo de costos por operación aerobia y anaerobia

Costo anual de tratamiento aerobio del agua residual doméstica de la U.H. La Margarita	Costo anual de tratamiento anaerobio del agua residual doméstica de la U.H. La Margarita	Equivalente económico anual por biogás generado	Costo real anual por tratamiento anaerobio	Ahorro anual por análisis comparativo
$1,964,030.54	$932,235.55	$659,244.34	$372,550.65	$1,591,479.89

14.10 Comparativo en costos por construcción de tratamiento aerobio y anaerobio.

En términos de costo de construcción por m^3/s de capacidad (millones de pesos), se consideraron dos factores obtenidos de estimaciones experimentales:328 (en millones de pesos) es el factor para el caso de lodos activados, mismo que se obtuvo del Programa de Saneamiento (CONAGUA 2007); las estimaciones incluyen gastos indirectos de ingeniería, supervisión de la obra, administración e imprevistos;134 (en millones de pesos) es el factor para una estimación basada en costo de construcción de Plantas de Tratamiento Anaerobias de Aguas Residuales de Bucaramanga, incluye gastos indirectos, administración y supervisión de obra.La Tabla 14.14, registra los costos para las necesidades de tratamiento de la Unidad Habitacional La Margarita cuyo gasto es de 0.029 m^3/s.

Tabla 14.14 Comparativo de costos por construcción para tratamiento aerobio y anaerobio

Comparativo de costos por construcción para tratamiento aerobio	Costo de construcción tratamiento anaerobio	Tiempo de recuperación de inversión con ahorro de operación anaerobia (años)
$9.41 millones de pesos	$3.84 millones de pesos	2.4

14.11 Conclusiones y recomendaciones

El uso de biodigestores anaerobios sí constituye una alternativa para el tratamiento de aguas domésticas con la generación de biogás y su aprovechamiento mediante la utilización de tecnología apropiada y con el control adecuado de las condiciones locales de parámetros que determinan la eficiencia del proceso. Dicha alternativa ofrece un modelo ecológico adaptado a las condiciones de un alto porcentaje de unidades habitacionales que generan grandes cantidades de agua residual y en general a municipios de entidades, asimismo en localidades que por contar con escasos recursos para solucionar las necesidades de servicios públicos y recurso agua, son consideradas zonas rurales. El valor energético del biogás puede ser aprovechado como energía alternativa pues, además de tener un poder calórico de entre 15,873.02 a 23,809.52 Btu/m³ cuando contiene entre el 60 y 70% de metano, equivale a 0.71 l de gasolina, 0.55 l de diesel o 0.45 l de gas licuado de petróleo, por lo que su utilidad también podría ser direccionada al reemplazo de cualquiera de estos combustibles con un rendimiento importante de energía.

14.12 Proyecciones de rendimiento del proceso en el Estado de Puebla

A partir de las estimaciones realizadas, se hizo una proyección de la cantidad de biogás que se pudiera generar si el agua residual de todo el estado de Puebla se tratara con esta metodología propuesta, los resultados se expresan en la Tabla 14.15.

Tabla 14.15 Rendimiento energético y económico del biogás. Estado de Puebla

Concepto	Valor numérico	Unidades
Gasto medio	8.03	m³/s
Población	5,779,828	hab
Metano.	56,134.51	m³/d
Biogás.	86,360.78	m³/d
Equivalente energético del biogás.	1,953,398,556	Btu/d
Equivalente a número de barriles de petróleo crudo en el biogás.	336.8	Barriles/d
Equivalente económico del biogás.	$184,394,088.00	Pesos mexicanos/año

14.15 Proyecciones de rendimiento del proceso en el País

Si las aguas domésticas de todo el País se trataran de la forma referida, se obtendría un equivalente a 6,546 barriles de petróleo crudo/d lo cual se traduce a un valor económico de poco más de 3.5 mil millones de pesos anuales. La Tabla 14.16 contiene los datos calculados.

Tabla 14.16 Rendimiento energético y económico del biogás. País

Concepto	Valor numérico	Unidades
Gasto medio	156	m^3/s
Población	112,336,538	hab
Metano.	1,091,028.25	m^3/d
Biogás.	1,678,504.99	m^3/d
Equivalente energético del biogás.	37,996,184,388.1	Btu/d
Equivalente a número de barriles de petróleo crudo en el biogás.	6,545.89	Barriles/d
Equivalente económico del biogás.	$3,583,876,888.36	Pesos mexicanos/año

14.16 Referencias

Bruce E. Rittmann, Perry L. McCarty. (2001). Environmental Biotechnology: Principles and Applications. Editorial McGraw-Hill International Editions.

Castillo Rodríguez Francisco, Roldán Riz Ma. Dolores, Blasco Plá Rafael, Huertas Romero María José, Caballero Domínguez Francisco J. (2005). Biotecnología Ambiental. Editorial Tébar.

Clair N. Sawyer, Perry L. McCarty, Gene F. Parkin. (2001). Química para Ingeniería Ambiental. 4ª Edición, Editorial Mc Graw Hill.

Gilbert M. Masters, Wendell P. Ela. (2008). Introducción a la Ingeniería Medioambiental. 3ª Edición. Editorial Pearson Prentice Hall.

Mackenzie L. Davis, Susan J. Masten. (2005). Ingeniería y ciencias ambientales. Editorial Mc Graw Hill.

Mark M. Benjamin. (2001). Water Chemistry. Editorial MaGraw Hill Series in Water Resources and Envionmental Engineering.

Metcalf and Eddy. (2003). Wastewater Engineering, treatment and reuse. Fourth edition. Mc Graw Hill.

R.S. Ramalho. (2003). Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté S.A.

Raven Berg. (2006). Environment. 5ª Edición. Editorial Wiley.

Tortora, Funce, Case. (2007). Introducción a la Microbiología. 9ª Edición. Editorial Panamericana.

Evaluación Magnética de la Composición Fe_2O_3-Nd_2O_3

Pedro Vera Serna, Lorenzo Carrillo y Felipe Tenorio

Pedro Vera Serna, Lorenzo Carrillo, Felipe Tenorio
Universidad Politécnica de Tecámac, Prolongacion 5 de Mayo 10, Centro, 55740 Tecámac, Estado de Mexico
pedrovera.upt@gmail.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

En el trabajo se presenta la evaluación de saturación magnética de la composición Fe_2O_3-Nd_2O_3, utilizando un molino de alta energía, viales de acero inoxidable, evaluando en tiempos de 1.5, 4.5, 9, 13.5 y 15 horas, en donde se observa cambios físicos en color, y valoresde saturación magnética entre 1.2 y 2.2 emu/g.

15 Introducción

En la busqueda continua de materiales magnéticos, se ha logrado la síntesis de una gran cantidad de nuevos compuestos moleculares con novedosas propiedades, entre las que se destacan ordenamiento ferrimagnético, solubilidad en solventes orgánicos, presencia de momentos magnéticos gigantes con el dopado de algunos materiales y transparencia en el rango visible de las ondas electromagnéticas. [1]

Los materiales magnéticos han sido utilizados en el campo de las telecomunicaciones y la generación de energía en países como China, Alemania y Francia, este tipo de materiales puede ser clasificado en materiales magnéticamente blandos y duros, dependiendo de la facilidad con la cual se puedan magnetizar, misma que depende del valor de la permeabilidad.

[2]Hablando de los materiales magnéticos duros, se puede mencionar las investigaciones que se han realizado desde el descubrimiento de la aleación; neodimio, hierro y boro (Nd2Fe14B), [3] teniendo en cuenta los óxidos cuaternarios del 10 sistema M-TR-Fe-O (M= Ca, Sr, Ba, TR = Tierras raras, La, Ce,…, Lu) debido a sus propiedades magnéticas interesantes. [4] Las tierras raras son de gran importancia para aplicaciones industriales, uímicas, bio-quimicas y medicinales, debido a sus propiedades específicas como son las espectroscópicas y magnéticas, [5] de todas las TR, puede ser utilizado el Óxido de Neodimio III (Nd2O3) como aditivo en la síntesis para mejorar las propiedades dieléctricas [6] y ferroeléctricas, tales como elevada constante dieléctrica, baja perdida dieléctrica, alto grado de polarización y alta resistencia a la fatiga. [7]

Algunos de los procesos de síntesis conocidos son el método de sol-gel, coprecipitación, microemulsión, hidrotérmico, atomización en seco, cerámico y mecanosíntesis entre otros, el proceso de mecanosíntesis en los años del 2010 al 2012 sigue siendo un tema de estudio de síntesis de materiales, dentro del cual se han obtenido tamaños nanométricos, este proceso requiere la aportación de energía mecánica a temperatura ambiente para la síntesis; en este proceso factores como la selección de polvos de partida, el tiempo de molienda, el material y dimensiones tanto de los recipientes y las bolas son determinantes en la síntesis delmaterial. Los imanes efectivos, pequeños y potentes pueden ser utilizados en muchosdispositivos, [8] dentro de las cuales destacan las investigaciones relacionadas a las áreas de bioingeniería tales como: el tratamiento de la trombosis a través del uso de estos materiales biocompatibles con el organismo.

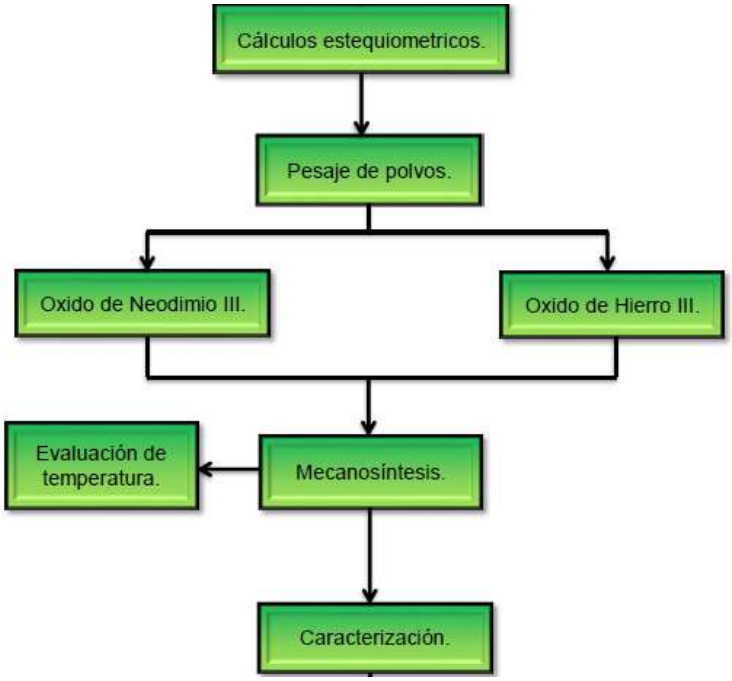
De igual forma, varios tipos de cáncer han sido tratados por termoterapia usando partículas magnéticas, específicamente el cáncer de próstata mismo que ha tenido excelentes resultados. Finalmente, en el área ingenieril, estos materiales son muy empleados en sistemasde comunicación y en dispositivos especiales para automóviles. [9]

Dentro del escrito se reporta el proceso a seguir para obtener la aleación generada vía mecanosíntesis a partir del Óxido de Neodimio III y el Óxido de hierro III, de igual manera se presentan los métodos utilizados para caracterizar el nuevo material.
Método.

Para la molienda mecánica se utilizaron los óxidos Nd2O3 y Fe2O3 de la marca Sigma-Aldrich, los cuales se prepararon en cantidades estequiométricas, utilizando un molino de alta energía Spex 8000D, viales de acero inoxidable y una relación de masa bolas polvo 10:1.

Se tomaron fotos de los óxidos después de la molienda con una cámara Samsung MVR 800. La evaluación de saturación magnética se realizó con unmagnetómetro de muestra vibrante, marca Lake Shore, modelo 7300/9300

Figura 15 Diagrama experimental



15.1 Resultados

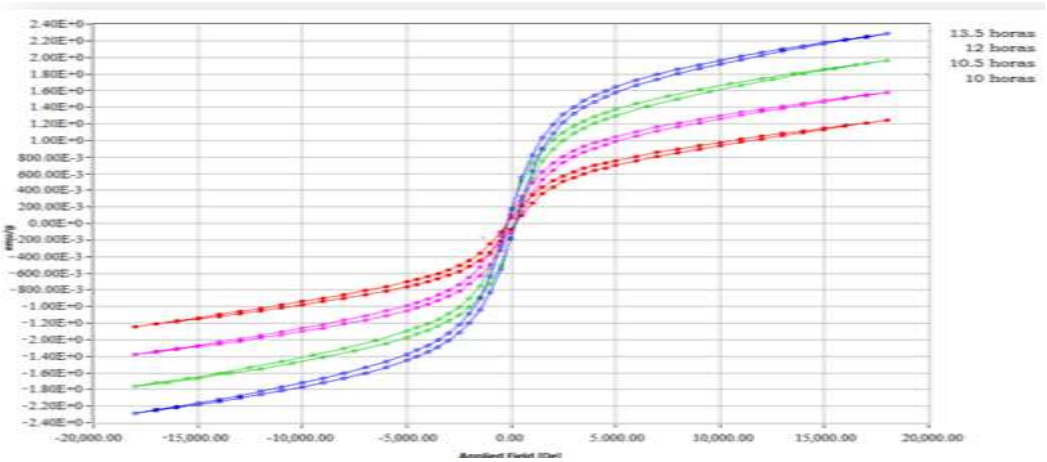
Después de la molienda se observaron cambios de color en el producto del proceso mecanoquímico (figura 15.1), siendo el más obscuro el de 13.5 horas de molienda, el color sugiere una reacción lo cual trae consigo un cambio de propiedades magnéticas y estructurales.

Figura 15.1 Producto de la molienda 0, 9, 10.5, 12, 13.5 horas

En lo que respecta a la evaluación de saturación magnética en la figura 15.1 se puede observar congruencia con en lo que se observa en el cambio físico de color, el producto de 13.5 horas presenta un valor superior a las composiciones de 9, 10.5 y 12 horas de molienda, lo cual podría ser un indicativo de tamaño de partículas pequeñas, debido a la molienda, pudiendo también existir la posibilidad de la aparición de una fase diferente, ocasionada por la reacción, misma que se podría observar utilizando un Difractometro de rayos X.

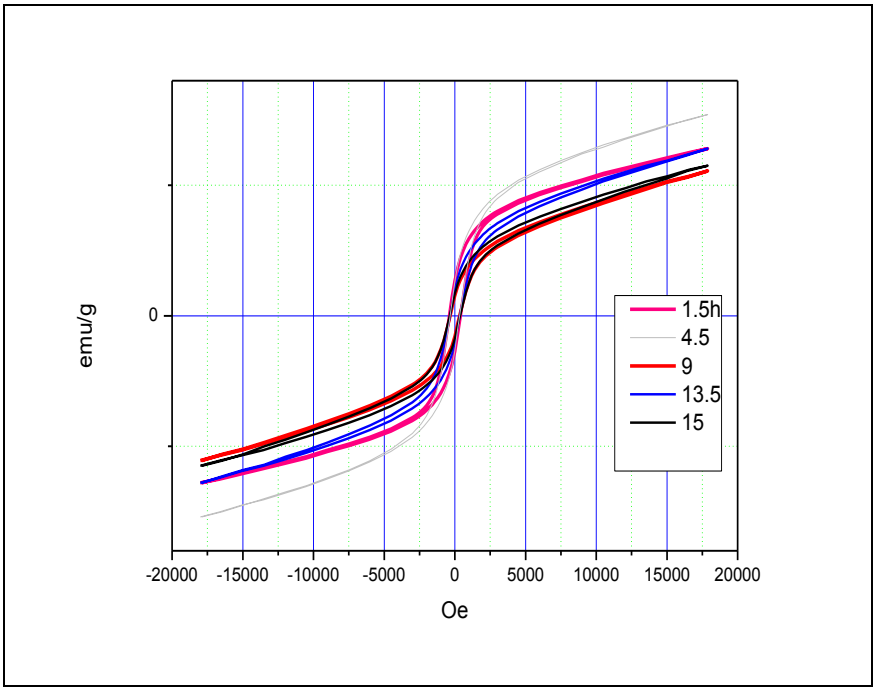
En la figura 15 es posible observar el valor de saturación magnética después de 10 horas de molienda.

Grafico 15 Curvas de histeresis despues de la molienda



En la figura 15.1 es posible observar que a 4.5 horas se tiene un aumento en el valor de saturación magnética, que después no es posible obtener, por lo tanto se recomienda evaluar la composición con Difracción de rayos X y poder relacionar qué sucede en ese caso. Es de interés investigar las posibles reacciones que dan lugar a un material magnético suave.

Grafico 15.1 Curvas de histéresis despues de la molienda



15.2 Discusión

En los resultados se pueden observar que se están llevando a cabo reacciones químicas, debido a las variaciones, cambios de color; a las 4.5 horas se alcanza el nivel más alto en el valor de saturación magnética, lo cual es favorable para seguir evaluando y conocer las fases presentes, pudiera agregarse un tratamiento térmico y evaluar nuevamente la saturación magnética, sumando la caracterización por Difracción de rayos X y la utilización de un analizador termogravimétrico para evaluar posibles descomposiciones, al momento el aumento en el valor de saturación magnética, un resultado que muestra un interés por determinar las fases presentes es el de 10.5 y 12 horas en donde se observa un valor de saturación que aumenta y disminuye, fenómeno observado en las diferentes moliendas que se hicieron en ese tiempo.

15.3 Conclusiones

El proceso mecanoquímico generó un aumento en el valor de saturación magnética, posiblemente se da alguna reacción que modifica la estructura, y presenta una curva de histéresis de un material magnético suave, resulta de interés evaluar con difracción de rayos X, TGA y microscopia electrónica de barrido a esos productos.

15.4 Referencias

De la Espriella, Nicolás A., Casiano, Gladys R. y Ortega, César, “Propiedades Magnéticas del Sistema Ferrimagnético de Ising Mixto de Espines S=3/2 y σ=5/2”.Información Tecnológica, Vol. 23(2): 129-140. 2012.

Gómez, Rafael. y Escobar, Jairo A., “Caracterización de materiales magnéticos Fe50Ni en verde obtenidos por compactación de polvos”. ScientiaetTechnicaAño XIII, No 36: 981-986. 2007.

Deheri, Pratap K., Swaminathan, Viswanathan, Bhame, Shekhar D., Liu, Zhongwu, and Ramanujan, Raju V., “Sol-Gel Based Chemical Synthesis of Nd2Fe14B Hard Magnetic Nanoparticles”. Chemistre of Materials, Vol. XXX (XX).
2010.

Rakshit, S.K., Parida, S.C., Dash, S. Ziley Singh y V. Venugopal, “Thermodynamics of BaNd2Fe2O7(s) and BaNdFeO4(s) in the system Ba Nd Fe O”. ThermochimicaActa, Vol. 443: 98–104. 2006.

Khorasani-Motlagh, M., Noroozifar, M., Niroomand, S. y Saffari, J., “Synthesisand Spectroscopy Studies of New Neodymium (III) Complexes with CyanamideDerivatives as N-Donor Ligand”. Journal of the iranian chemical society, Vol. 7(4):
807-813. 2010.

Slavov, Stanislav S., Krapchanska, Milena Z., Kashchieva, Elena P. y Dimitriev, Yanko B, “Electrical characteristics of bismuth titanate glass-ceramics containing SiO2 and Nd2O3”. Processing and Application of Ceramics, Vol. 4 (1): 39–43. 2010.

Slavov, Stanislav S., Krapchanska, Milena Z., Kashchieva, Elena P., Parvanov, Svetlin B. y Dimitriev, Yanko B., “Dielectric properties of bismuth titanate ceramics containing SiO2 and Nd2O3 as additives”. Processing and Application of Ceramics, Vol. 6(3): 117-122. 2012.

Lasek, Stanislav, Skotnicová, Kateřina y Kursa, Miroslav, “Corrosion resistance of NdFeB magnet type with protective ZnAl coating in selected environments” Metal 2012, Vol. 23. 2012.

Perera-Mercado, Y. A., Reyes-Sandoval, E., Lozano-Estrada, M., Betancourt-Galindo, R. y Saucedo-Salazar E. M. “Morfología, estructura y propiedades magnéticas de esferas producidas por plasma de Ar-He”.Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales, Vol. 25(2): 70-74. 2012.

Extracción de nanocelulosa a partir de residuos de jardín

Rodrigo Salazar

R. Salazar
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, Ex Hacienda la Encarnación Emiliano Zapata SN, El Tráfico, 54400 Villa Nicolás Romero, Estado de México
rodrigoiq@hotmail.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

The interest on the production of nanocellulose and its technological applications is growing constantly due to the high strength and stiffness, low weight and biodegradability exhibited by cellulose nanostructures. In this work we propose the use of garden waste as an abundant nanocellulose resource. Garden waste from urban areas is constantly increasing and it is usually an underutilized resource because it has not a well defined production function. In comparison with the use of forest residues, garden waste is much more suitable for the nanocellulose extraction because its use does not impact on the balance of natural ecosystems.

16 Introducción

Como parte de la labor de la División Académica de Tecnología Ambiental y Nanotecnología, se están realizando trabajos de investigación con un sentido sostenible, donde el empleo de los recursos y técnicas se acerquen a los conceptos de sustentabilidad, que nos permitan un desarrollo tecnológico significativo y amigable con el ambiente.

La celulosa es el principal componente de la mayoría de las fibras naturales vegetales. Este polímero natural representa cerca de un tercio de los tejidos en las plantas y puede regenerarse mediante la fotosíntesis (1). De acuerdo con algunas estadísticas, en México se generan aproximadamente 30 millones de toneladas de residuos, de las cuales, cerca del 6.6% son de jardinería.

La composición química de las fibras naturales varia en función del tipo y origen de la fibra. Contienen principalmente distintas proporciones de celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina. Usualmente, la composición está dada por un 60 – 80% de celulosa y hemicelulosa, del 5 – 20% de lignina, hasta un 5% de pectina y agua. Además, las fibras contienen bajos porcentajes de cera (2).

En relación a la microestructura, las fibras naturales están formadas por microfibrillas de celulosa embebidas en una matriz de lignina (amorfa) y hemicelulosa (semicristalina). A su vez, las microfibrillas de celulosa se encuentran fuertemente unidas entre si por puentes de hidrógeno. Estas fibrillas están formadas por regiones de celulosa amorfa y cristalina (3) (4). Ellas son las principales responsables de las propiedades mecánicas de las fibras naturales. Los dominios cristalinos de celulosa tienen excelentes propiedades mecánicas, con un modulo elástico del orden de 150 GPa, mayor que el modulo elástico de las fibras de vidrio 85 GPa (5).

Hay un gran número de usos potenciales para la celulosa nanocrocristalina en diferentes industrias. Ello ha despertado un gran interés entre diversos grupos de investigación. En este aspecto, la producción de celulosa a partir de fibras naturales se ha vuelto realmente significativa.

Usualmente esto se consigue por medio de tratamientos químicos de diversos tipos. Cada método tiene ventajas y desventajas, lo cual abre un panorama para encontrar la producción mas selectiva y eficiente de nanocelulosa.En el presente trabajo, se propone un método de obtención de nanocelulosa, a partir de los residuos de jardinería que se generan en la UT, esto como parte de los esfuerzos de la institución para generar investigación científica e innovación tecnológica.

16.1 Marco Conceptual

1. Hidrólisis ácida: Es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar parte de otra especie química. Esta reacción es importante por el gran número de contextos en los que el agua actúa como disolvente.

2. Espectroscopia FTIR: Es la rama de la espectroscopia que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético. Esta cubre un conjunto de técnicas, siendo la más común una forma de espectroscopia de absorción. Así como otras técnicas espectroscópicas, puede usarse para identificar un compuesto e investigar la composición de una muestra.

3. Microscopía electrónica de barrido: Es aquel que utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Tiene una gran profundidad de campo, la cual permite que se enfoque a la vez una gran parte de la muestra. También produce imágenes de alta resolución, que significa que características espacialmente cercanas en la muestra pueden ser examinadas a una alta magnificación. La preparación de las muestras es relativamente fácil pues la mayoría de SEM sólo requieren que estas sean conductoras.

16.2 Planteamiento Del Problema

Actualmente, el desarrollo de nuevos materiales, es un campo fértil para la investigación científica y tecnológica, esto debido a la búsqueda constante de satisfacer las necesidades inherentes a las sociedades actuales, con materiales más eficientes y de un costo menor.

En la UTFV se generan residuos de jardinería, debido a que se cuentan con más 30 hectáreas de áreas verdes, estos residuos no tienen alguna utilidad y solo se acumulan en los lugares destinados, esperando su descomposición.

Esta generación, se tiene en espacios urbanos, siendo aproximadamente un 6.6% de la generación de residuos anual, lo cual genera altos costos en la disposición final de los residuos.

16.3 Justificación

El aprovechamiento de los residuos de jardinería reducirá los costos de disposición final, el impacto ambiental a ecosistemas naturales y al desarrollo de un material cuyas propiedades mecánicas, pueden ser aprovechadas al incorporarse en materiales tradicionales.

Utilizando metodologías bajo el contexto de sustentabilidad, se podrán escalar procesos a nivel industrial para la obtención de nanocelulosa.

16.4 Objetivo General

Producir nanocelulosa a partir de residuos de jardinería, mediante procesos químicos amigables con el ambiente, para contribuir al desarrollo de nuevos materiales con propiedades aprovechables, de bajo costo y eficientes.

16.5 Objetivos Específicos

1. Reducir la acumulación de residuos de jardinería sin aprovechar en la UT.

2. Establecer condiciones de síntesis que puedan ser escalables a nivel piloto e industrial.

16.6 Metodología

- Recolección de las muestras de residuos.

- Tratamiento de las muestras: Lavado, molienda y secado.

- Tratamiento con NaOH 0.1M, durante 2 Hr. a 45° C

- Tratamiento con H_2O_2 30% v/v, durante 1 Hr a 45° C

- Tratamiento con NaOH 0.1M, durante 15 Hr. a 45° C

- Tratamiento ácido con $CH_3(COOH)$ 80% v/v + HNO_3 70% v/v , durante 1 Hr a 90 C

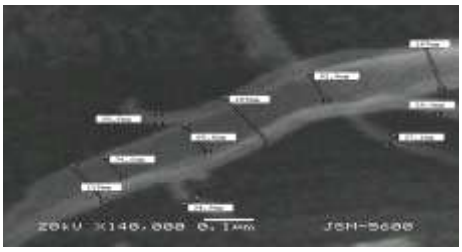
- Hidrólisis ácida con H_2SO_4 60% w/w durante 15, 60 y 90 minutos a 45° C

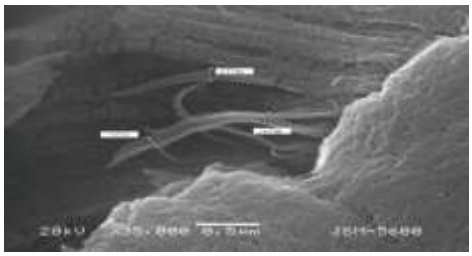
- Secado a 60° C durante 8 Hr.

16.7 Resultados Preliminares

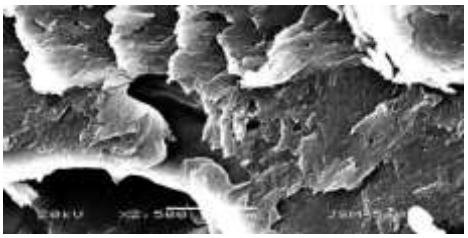
Las muestras obtenidas fueron caracterizadas por espectroscopía FTIR y por Microscopía electrónica de barrido, encontrándose los siguientes resultados:

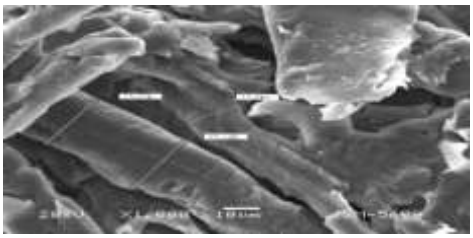
SEM: Las muestras que se hidrolizaron durante 15 minutos, muestran fibras con tamaños que oscilan entre 40nm y 100nm.



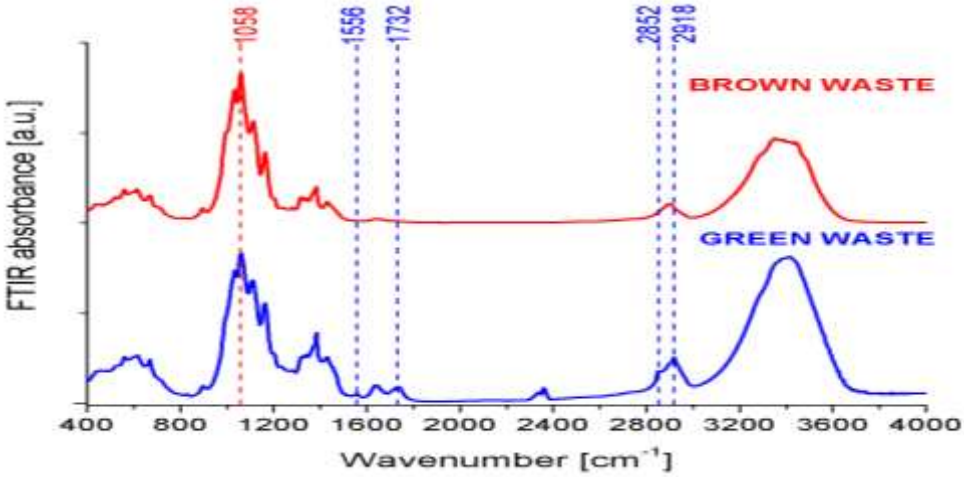


Las muestras que se hidrolizaron durante 60 y 90 min. muestran un comportamiento fuera de la escala nanométrica y con morfología de hojuelas.





FTIR:

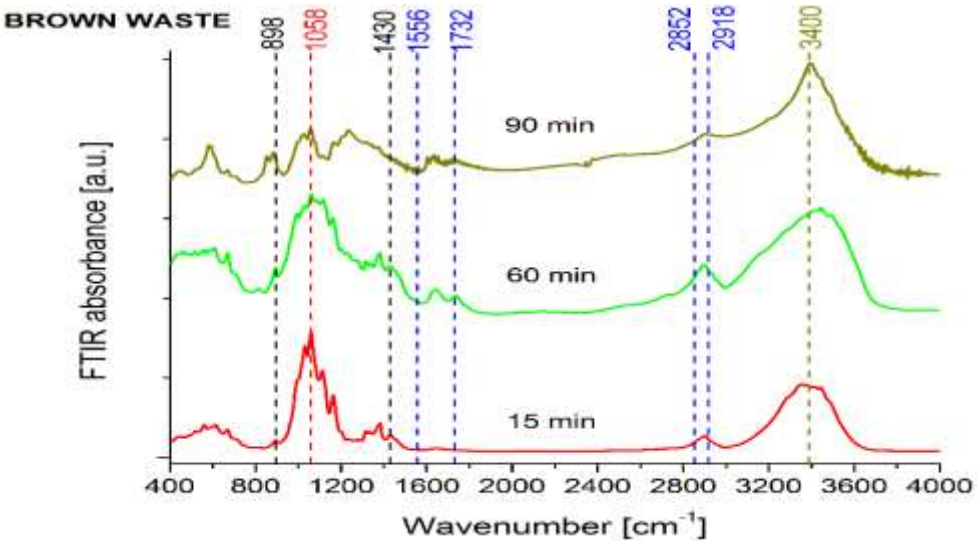


- 1058 cm-1 pyranose ring ether (cellulose fringeprint)

- 1732 cm-1 C=O in hemicellulose

- 1556 cm-1 lignin aromatic vibrations

- 2852 cm-1 CH in lignin



16.8 Discusión

Se observa que con la hidrólisis a 15 min. Se obtienen fibras de celulosa dentro de la escala nanométrica, con trazas de lignina y hemicelulosa.

Las hidrólisis que se llevo a cabo a tiempos de 60 y 90 min. Presenta un comportamiento que indica la degradación de las cadenas de celulosa.

Se continuarán realizando pruebas para encontrar el tiempo optimo de hidrólisis y obtener mayores rendimientos en la obtención de las nanofibras, así como encontrar la mejor técnica de secado.

16.9 Referencias

Goodger EM. Hydrocarbon fuels, production, properties and performance of liquids and gases. London: Macmillan, 1976:120

Bledzki A-K-, Gassan J. Composites reinforced with cellulose based fibres. Progress in Polymer Science. 1999;24:54

Vignon MR, Heux L, Malainine ME, Mahrouz M. Arabinan-cellulose composite in Opuntia ficus-indica prickly pear spines Carbohydrate Research. 2004;339:8

Rong MZ, Zhang MQ, Lui Y et al. The effect of fiber treatment on the mechanical properties of unidirectional sisal-reinforced epoxi composites. Composites Science and Technology. 2001;61:10

Samir M, Alloin F, Paillet M, Dufresne A. Tangling effect in fibrillated cellulose reinforced nanocomposites. Macromolecules.2004;37:3

Liofilización de la bacteria probiótica lactobacillus acidophilus y evaluación de su supervivencia en condiciones gastrointestinales simuladas

B. Valtierra, A. López y M. Jiménez

B. Valtierra, A. López y M. Jiménez
Universidad Tecnológica de Tecamachalco. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental.Ave. Universidad Tecnológica No.1 Tecamachalco, Puebla 75483, [b]Universidad de las Américas Puebla, Ex-hacienda Sta. Catarina Mártir, Cholula, Puebla. 72810. blanca.valtierraea@udlap.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

The probiotic bacteria *L. acidophilus* was lyophilized using mixtures of whey, inulin and arabicgum with maltodextrinas protective agents which provides the best probiotic resistance to gastrointestinal conditions. After the lyophilization, the organism was exposed to simulated gastric fluid for 2 h it was also exposed to simulated intestinal fluid for 3 h, evaluating their survival every hour.

The results show that the lyophilized bacteria showed a decrease of 1.0 log cycles, after 2 h in simulated gastric fluid,on the other hand, it also showed an increase of 0.8 log cycles after 3h in simulated intestinal fluid, obtaining final probiotic population of 9 log cycles. In conclusion, this study shows that the lyophilization of *L. acidophilus* with mixtures of whey, inulin and arabic gum with maltodextrin increase the survival of probiotic cells when exposed to similar conditions to the ones of the gastric system.

17 Introducción

El término probiótico es relativamente nuevo, significa "por la vida" y es usado para denominar las bacterias asociadas con efectos benéficos para humanos y animales (Metchnikoff, 1907). La importancia de los probióticos es significativa, tienen aplicación tanto a nivel industrial en la elaboración de productos (leches fermentadas) y desde el punto de vista digestivo en el ser humano, al modificar su microflora intestinal.

Por sus potenciales beneficios para la salud, algunas bacterias ácido lácticas, miembros de los géneros *Lactobacillus y Bifidobacterium,* han ganado un amplio reconocimiento como bacterias probióticas debido a sus benéficos en la salud; son capaces de poblar el intestino humano, suprimir patógenos y proteger al tracto intestinal de diversas enfermedades. Entre sus aplicaciones clínicas se encuentra el tratamiento de diarrea por rotavirus, estreñimiento, desórdenes del colon, modulación de la inmunidad y prevención de algunos cánceres, en algunos casos la ingestión de estas bacterias es efectiva en la prevención de alergias alimentarias (Salminen *et al*., 1998).

En recientes años se ha dado un renovado interés en la bacteria *Lactobacillus acidophilus* y su papel en la microflora del intestino delgado, proponiéndose diferentes tipos de productos como vehículos de este microorganismo probiótico. Existen varios factores benéficos asociados con su consumo Tejada-Simon*et al.* (1999) demostraron que el consumo de yogur complementado con *L. acidophilus y L. bulgaricus,* podría mejorar la mucosa intestinal y la respuesta inmunológica a la toxina del cólera. Por otro lado, en un estudio hecho por Apostolidis *et al.* (2007), se muestran los potenciales beneficios del manejo de la hiperglucemia e hipertensión asociada con *diabetes mellitus,* mediante el consumo de leche fermentada con esta bacteria. Igualmente, el consumo de productos lácteos con probióticos ha sido propuesto como una forma de reducir el colesterol. Liong y Shah (2005) demostraron mediante estudios in vitro que *L. acidophilus* y *L. casei* poseen la capacidad de eliminar dicho compuesto.

Sin embargo, a fin de ejercer sus efectos benéficos en el hospedador, los microorganismos prebióticos deben permanecer viables al momento de su consumo en grandes cantidades, y ser capaces de sobrevivir al paso del estómago, donde el pH alcanza valores menores de 2 (Ding y Shah, 2007).

En un estudio realizado por Liong y Shah (2005) *L. acidophilus* muestra una apreciable disminución en su viabilidad cuando es expuesto a condiciones de pH bajo, al igual que en presencia de sales biliares, de igual forma Favaro y Grosso (2002), concluyeron que el conteo de *L. acidophilus* disminuye, cuando es sometido a pH de 1 y 2. En consecuencia, diversas técnicas han sido sugeridas para proteger a las bacterias probióticas, de forma tal que un adecuado número de ellas pueda sobrevivir al paso del estómago e intestino delgado, y lleguen vivas al colon donde realizan su función benéfica.

La liofilización se presenta como una técnica promisoria en la preservación de células probióticas, debido a sus numerosas ventajas, entre la que resalta su tiempo de supervivencia prolongado y el que su conservación en forma de polvos es potencialmente superior al estado congelado o líquido en cuanto a su esterilidad y estabilidad (Meng*et al.*, 2008).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la técnica de liofilizaciónsobre la viabilidad de *L. acidophilus* y su supervivencia en condiciones gastrointestinales simuladas usando como agentes protectores mezclas de suero de leche, goma arábiga e inulina con maltodextrina.

17.1 Materiales y métodos

El microorganismo *L. acidophilus* fue obtenido de la colección de cepas del Laboratorio de Microbiología de Alimentos del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental de la UDLAP, México.

Como agentes protectores se utilizaron: suero de leche (SL) (Fleischmann, S. A. de C. V., México), maltodextrina (MA) ED 10 (Globe CP Ingredientes, S. A. de C. V, México), inulina (IN) (Fructagave SP750 Monterrey, México) y goma arábiga (GA) (Quetzal Negro Alimentos S. A. de C. V., México).

17.2 Curva de crecimiento de L. acidhopillus

Se realizó la curva de crecimiento de*L. acidhopillus* inoculando mediante asada de cuña a 100 mL de caldo MRS (BD Difco™, Francia), incubando por 48 h a 37°C en una incubadora (Mod. Imperial III, Lab-Line Instruments, EE.UU.) en condiciones anaerobias mediante un desecador al vacío. La toma de muestra se llevó a cabo cada 4 h.

17.3 Preparación del inóculo de L. acidophilus

Se prepararon 3 caldos MRS de 100 mL e inocularon con *L. acidophilus,* incubando durante 28 h a 37°C en condiciones anaerobias para obtener la población óptima con base a lo observado en la curva de crecimiento, después del tiempo de incubación los caldos fueron centrifugados a 12,000 rpm durante 15 min, a una temperatura de 3°C en una centrífuga (Mod. Marathon 21 K/R, Fisher Scientific, EE.UU), posteriormente se retiró el sobrenadante de cada uno de los tubos de centrífuga, recuperándose la biomasa de *L. acidophilus* la cual fue agregada a las mezclas de los agentes protectores.

17.4 Preparación de las mezclasprotectoras

Las mezclas utilizadas como agentes protectores, SL, IN y GA con MA fueron preparada en una proporción 1:2 con un contenido de sólidos de 30% (p/p) e inoculadas con una 10^{10}ufc/g de *L. acidophilus.*

17.5 Liofilización de *L. acidophilus*

Las mezclas se colocaron en recipientes de plástico, se congelaron a -40°C por 18 h en un congelador (modelo 40-9.4 ScienTemp. EE.UU.) y se secaron en un liofilizador (LYPH-LOCK 6, Labconco, EE.UU.) a una presión de vacío de 5 mmHg y una temperatura de 20°C durante 72 h.

17.6 Estabilidad de *L. acidophilus*liofilizado en condiciones gastrointestinales simuladas

Para evaluar la supervivencia *L. acidophilus* en condiciones gastrointestinales simuladas el microorganismo probiótico fue expuesto a fluido gástrico simulado (FGS) y fluido intestinal simulado (FIS). Se tomó 1 g de cada liofilizado y se inoculó en 9 mL de FGS incubando a 37 ± 1°C durante 2 h, en condiciones anaeróbicas, de acuerdo al tiempo de tránsito gástrico sugerido por Ding y Shan (2007) posteriormente se tomó una alícuota de 1 mL y se inoculó en 9 mL de FIS incubando por 3 h también en condiciones anaerobias (Zhou, *et al.*, 2009). Alícuotas de 1 mL fueron tomadas a los tiempos 0, 1, 2 y 5 h para el conteo de células viables. Todas las pruebas fueron realizadas por duplicado.

El FGS se preparó de acuerdo a la Farmacopea de los Estados Unidos (1988), disolviendo 2.0 g de cloruro de sodio y 3.2 g de pepsina purificada de mucosa gástrica de porcino (Sigma-Aldrich, EE.UU) en 7.0 mL de ácido clorhídrico concentrado, aforando a un volumen de 1000 mL y ajustando el pH a 1.5 ± 0.1.

El FIS se preparó de acuerdo a la Farmacopea de los Estados Unidos (1988), disolviendo 6.8 g de fosfato monobásico de potasio en 250 mL de agua, adicionando 190 mL de hidróxido de sodio 0.2N y 400 mL de agua, a esta disolución se agregaron 10.0 g de pancreatina de origen porcino (HYCEL de México) ajustando el pH a 7.0 ± 0.1 y aforando a un volumen de 1000 mL.

Los recuentos de células se corrigieron teniendo en cuenta las diluciones resultantes de los ajustes de volumen, en el final de la fase gástrica y antes de iniciar la fase intestinal. Se preparó una prueba testigo con 1 mL del *L. acidophilus* cultivado en caldo MRS

17.7 Recuento microbiano

El conteo de células viables fue realizado por el método de siembra en placa, la siembra se realizó por duplicado mediante el sembrador en espiral Autoplate 4000 (SpiralBiotech, Exotech, EE.UU),la incubación se llevó a cabo en una incubadora (Imperial III, Lab Line Instruments, EE. UU.) a 37°C durante 24 h en condiciones anaerobias y el recuento microbiano se realizó en el escáner Qcount (SpiralBiotech, Exotech, EE.UU).

17.8 Pruebas estadísticas

Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente con ANOVA y pruebas de comparación de Tuckey con un nivel de significancia del 0.05, haciendo uso del paquete estadístico MINITAB (v.15 1997, LEAD Technologies Inc., EE.UU).

17.9 Resultados

A fin de ejercer sus efectos benéficos en el huésped, las bacterias probióticas deben ser capaces de alcanzar el intestino grueso en grandes cantidades, facilitando su colonización y proliferación (Shah, 2000). Cambios en el conteo de células viables de *L. acidophilus* liofilizados fueron monitoreados durante su exposición secuencial a FGS y FIS y comparados con la bacteria sin encapsular (Tabla 17).

Para todos los sistemas en estudio, la inoculación en FGS a 37°C resultó en una disminución de la población microbiana después de 2 h a pH de 1.5, incrementando significativamente después de 3 h en FIS a pH de 7.0, existiendo una diferencia significativa en el aumento de la población microbiana para las mezclas ($p < 0.05$), en estudio y la bacteria sin encapsular que se redujo en 1.92 ciclos log (ufc/g), este incremento indica que las bacterias de *L. acidhopilus* liofilizadas sufrieron un daño menor debido al cambio de pH.

Tabla 17 Efecto del fluido gastrointestinal simulado en la supervivencia de L. acidophilus liofilizado

Agente encapsulante	Log (N)				incrementos logarítmicos Log N_t- Log N_0
	FGS	FGS	FGS	FIS	
	0 h	1 h	2 h	5 h	
IN-MA	8.53 ± 0.10	7.77 ± 0.14	7.76 ± 0.06	10.34 ± 0.09	0.81 ± 0.01[a]
SL-MA	8.45 ± 0.08	7.32 ± 0.01	7.96 ± 0.01	9.04 ± 0.17	0.59 ± 024[a]
GA-MA	8.34± 0.05	7.78 ± 0.03	7.77 ± 0.01	9.03 ± 0.01	0.70 ± 0.04[a]
L. acidophilus en caldo MRS	8.40 ± 0.35	6.04 ± 0.02	6.69 ± 0.30	7.50 ± 0.70	- 1.40 ± 1.04[b]

FGS: fluido gástrico simulado. FIS: fluido intestinal simulado. N_0: número inicial de *L.acidophilus*a las 0 h. N_t: número *L.acidophilus*a las 5 h. IN: inulina, SL: suero de leche, GA: goma arábiga, MA: maltodextrina. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ($p<0.05$) según la prueba de Tukey a un nivel de confianza de 95%.

17.10 Discusión

La mezcla SL-MA presentó un incremento en la población microbiana, de 0.59 ciclos log (ufc/g), este comportamiento puede ser explicado por la función prebiótica que el SL ejerce sobre las bacterias probióticas, como fue demostrado por Rodrígues*et al.* (2011), quienes estudiaron la acción protectora del SL sobre las bacterias *L. acidophilus*y *L. casei*, de igual forma, Juárez *et al*. (2009), en su trabajo sobre la estabilidad de *L. acidophilus* liofilizado con diferentes protectores, reportaron que el SL mantiene la función productora de ácido láctico de ésta bacteria, por otro lado, Antunes, *et al.* (2005) reportaron una mejora en el crecimiento y supervivencia de *L. acidophilus*y *B. longum* al agregar SL a yogur.

Para las dos mezclas de IN-MA estas aumentaron en aproximadamente un ciclos log (ufc/g) la población de *L. acidophilus,* lo cual se atribuye a la probada acción prebiótica de la inulina (Roberfroid, 2007; Altiere *et al.*, 2011; Barclay *et al.*, 2010).No existen estudios reportados para las mezclas estudiadas en este trabajo.

17.11 Conclusión

Los resultados obtenidos muestran que la liofilización de *L. acidophilus* protegido con las mezclas en estudio preservó su viabilidad en el FGS, actuando como una barrera contra el medio ácido y la acción de la pepsina, permitiendo la liberación de células vivas en el FIS y su posterior multiplicación, siendo los liofilizados obtenidos una alternativa para su utilización en diversos productos alimenticios.

17.12 Referencias

Altieri, C., Bevilacqua, A. &Sinigaglia, M. (2011).Prolonging the viability of *Lactobacillus plantarum* through the addition of prebiotics into the medium. *Journal of Food Science*, 76(6), M336-45.

Antunes, A., Cazetto, T. &Bolini, H. (2005).Viability of probiotic micro-organisms during storage, postacidification and sensory analysis of fat-free yogurts with added whey protein concentrate. *Journal Society of Dairy Technology,* 58(3), 169-173.

Barclay,T.,Markovic, M., Cooper, P. &Petrovsky, N.**(**2010).Inulin-a versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses.*Journal of Excipients and Food Chemicals,* 1(3), 27-50.

Apostolidis,E., Kwon, Y., Ghaedian, R. &Shetty, K. (2007). Fermentation of milk and soymilk by *Lactobacillus bulgaricus*and *Lactobacillus acidophilus* enhances functionality for potential dietary management of hyperglycemia and hypertension. *Food Biotechnology*, 21(3), 217-236.

Ding, W. & Shah N. (2007). Acid, bile, and heat tolerance of free and microencapsulated probiotic bacteria.*Journal of Food Science*, 72(9),M446-M450.

FavaroT. y Grosso, C. (2002). Microencapsulation of *L. acidophilus* (La-05) and *B. lactis* (Bb-12) and evaluation of their survival at the pH values of the stomach and in bile,*Journal of Microencapsulation*, 19(4), 485-94.

Juárez,M., Bru, E., Martos, G. & Nader, M. (2009). Stability of freeze-dried vaginal *Lactobacillus* strains in the presence of different lyprotectors.*Canadian Journal of Microbiology,* 55(5), 544-52.

Liong, M. & Shah, N. (2005).Acid and bile tolerance and cholesterol removal ability of Lactobacilli strains.*Journal of Dairy Science*, 88, 55-66.

Meng, X., Stanton, C., Fitzgerald, G., Daly, C., & Ross, R. (2008).Anhydrobiotics: The challenges of drying probiotic cultures,*Food Chemical,* 106, 1406–16.

Metchnikoff, E. (1907). Lactic acid as inhibiting intestinal putrefaction. In: The prolongation of life: Optimistic studies. W. Heinemann, London: 161-183. Citado en: FAO. 2001. Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. p. 5.

Rodrigues,D., Sousa, S., Rocha, T., Silva, J., Sousa, J., Costa, P., Amarald, M., Pintado M., Gomes, A., Malcata, F. & Freitas, A. (2011). Influence of l-cysteine, oxygen and relative humidity upon survival throughout storage of probiotic bacteria in whey protein-based microcapsules,*International Dairy Journal*. 21 (11), 869-876

Roberfroid, M. (2007). Prebiotics: The Concept Revisited,*Journal of Nutrition, 1*37(3),830S-837S.

Salminen, S., von Wright, A., Morelli, L., Marteau, P., Brassart, D., Devos, W., Fondén, R., Saxelin, M., Collins, K., Mogensen, G., Birkeland, S., &Sandholm, T. (1998).Demonstration of safety of probiotics-a review.*International Journal Food Microbiology*, 44(2), 93-106.

Shah, N. (2000). Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods,*Journal Dairy Science*,83,894-907

Tejada-Simon, M., Lee, J., Ustunol, Z. y Pestka, J. (1999). Ingestion of yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* to potentiate immunoglobulin a response to cholera toxin in mice,*Journal of Dairy Science,* 82(4), 649-60.

Zzhou, T. Li, B., Peng, C., Ji, BP., Chen, G y Ren, YL. (2009). Assessment of the sequential simulated gastrointestinal tolerance of lactic acid bacteria from kefir grains by response surface methodology,*Journal of Food Science,* 74, M328-34.

Longitud de onda: Efecto sobre el crecimiento de la chlamydomonas reinhardtii y la producción de hidrógeno

L. Cruz, M. Gómez, F. Lugo y C. Torres

L. Cruz, M. Gómez, F. Lugo y C. Torres
Universidad Politécnica de Altamira
Carretera Tampico - Mante, entronque con Libramiento Corredor Industrial km. 1.5, Altamira, Tams.
mario.gomez@upalt.edu.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

The hydrogen in our planet is the tenth more abundant element in the terrestrial crust. The versatility of the hydrogen in the power sector puts to its favor to great part of the potential consumers of the area of the transport. The cells that use hydrogen as energy produces few polluting emissions. Hydrogen and oxygen can be obtained as a result of the photolysis from water and solar light. In addition some microorganisms like the algae (chlamydomonas reinhardtii) green are used (fotocatalizadores). The algae requires of a time of anaerobic incubation in the dark to induce the synthesis or the activity of involved enzymes in the metabolism of hydrogen, like hydrogenases reversible and irreversible. The algae canalizes the production of two protons (2H+) to gaseous hydrogen (H_2). In first stage, the reproduction of the algae under controlled conditions to assure its growth and conservation like generating hydrogen. Later the algae were implanted in a bioreactor, where not only they produced hydrogen, but also that the algae consume more carbon dioxide del that they generate, obtaining like result combustible hydrogen on small scale of safe and clean way.

18 Introducción

La energía es vital para la prosperidad global, con todo la dependencia de los combustibles fósiles como nuestra fuente de energía primaria contribuye al cambio de climático, la degradación ambiental, y a los problemas de salud (Levin, 2004; Bockris, 2002). La búsqueda de recursos energéticos alternativos se ha vuelto necesaria por las preocupaciones medioambientales y políticas asociadas al consumo de los combustibles fósiles. (Weaver et al., 1980; Benemann, 1996; Hansel and Lindblad, 1998).

El hidrógeno es el elemento más abundante del Universo. Representa, en peso, el 92% de la materia conocida; del resto, un 7% es de He y solamente queda un 1% para los demás elementos. En nuestro planeta es el 10° elemento más abundante en la corteza terrestre Lo encontramos combinado en forma de agua (su compuesto más abundante; cubre el 80% de la superficie del planeta), materia viva (hidratos de carbono y proteínas; constituye el 70% del cuerpo humano), compuestos orgánicos, combustibles fósiles (petróleo y gas natural), etc. (Contreras et. al, 2008, Matthew et. al, 2004).

Algunas bacterias y algas verdes bajo ciertas condiciones biológicas de producir H_2. Sin embargo, la producción de hidrógeno a través de algas verdes fotolíticas plantea una serie de interrogantes e incógnitas relativas al desarrollo de reactores biológicos; de explotación a alta escala (miles o millones de hectáreas); de modificaciones genéticas para mejorar eficiencias (después de todo, las algas buscan su desarrollo mientras que para esta tecnología su desarrollo es totalmente innecesario) y de validación de los conocimientos científicos y empíricos pertinentes a la fotosíntesis en condiciones extrañas a la operación típica de estos microorganismos (Contreras et. al, 2008; Forestier et. al. 2003).

La habilidad de las algas verdes de producir hidrógeno molecular ha atraído el interés de la comunidad científica durante los pasados 60 años debido a la importancia del proceso fundamental y práctico del proceso.

En la naturaleza bajo condiciones fisiológicas relevantes, la actividad fotosintética de las algas verdes, la “hidrogenasa” era solamente transcendental en éste nivel (Anastasios, 2002).

Se ha confirmado que bajo ciertas condiciones de limitación de nutrientes, con un medio libre de azufre (como sulfato) y en condiciones anaerobias, algunas microalgas como Chlamydomonas reiinhardtii son capaces de producir hidrógeno de manera sostenida en el tiempo (Contreras et. al, 2008; Matthew et. al, 2004; Schulz R., 1996; Vignais, 2001). El hidrógeno se puede quemar o utilizar con tecnologías de la celda de combustible. Varios microorganismos, incluyendo Chlamydomonas reinhardtii, se consideran prometedores como productores de H_2.

El hidrógeno se puede producir a partir del agua por cuatro métodos principales: Método termoquímico, Electrólisis, Fotofermentación y Fotólisis. El Método por Fotólisis. Cuando las moléculas de agua absorben energía a partir de radiación ultravioleta en principio el hidrógeno puede ser liberado. Algunos fotocatalizadores son usados para absorber luz visible y luego transmitir la energía de apropiada longitud de onda e intensidad a las moléculas de agua para liberar los gases constituyentes. Este proceso se conoce con el nombre de fotólisis. Como fotocatalizadores se pueden usar algunos compuestos de sal, semiconductores, algas verdes y/o rojas, algunas bacterias fotosintéticas, etc. Hace más de 60 años se descubrió que un alga verde microscópica —cuyo nombre científico es *Chlamydomona reinhardtii* y que todos conocemos como el verdín de los estanques— puede descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno en condiciones de laboratorio. Recientemente se logró aumentar de manera importante el rendimiento de este proceso, a tal punto que una empresa de Berkeley, California, entendió que era el momento de intentar comercializar el hidrógeno producido mediante este método (Anastasios, 2002; Greenbaum, 1988; Ley, 1982).

Un bioreactor de algas tiene ventajas seguras, dice Hankamer. No sólo producirían energía renovable, sino que además las algas consumen más dióxido de carbono del que generan. Además tienen la ventaja sobre otras energías renovables, que no ocupan superficies arables de terreno, porque los biorreactores pueden ubicarse incluso en áreas desérticas.

18.1 Método

La iniciación de este proyecto se distribuyó en dos etapas fundamentales, las cuales mencionamos el procedimiento de reproducción de las *Chlamydomona reinhardtii* hasta su producción de hidrógeno: Reproducción de las algas y la Producción de H_2.

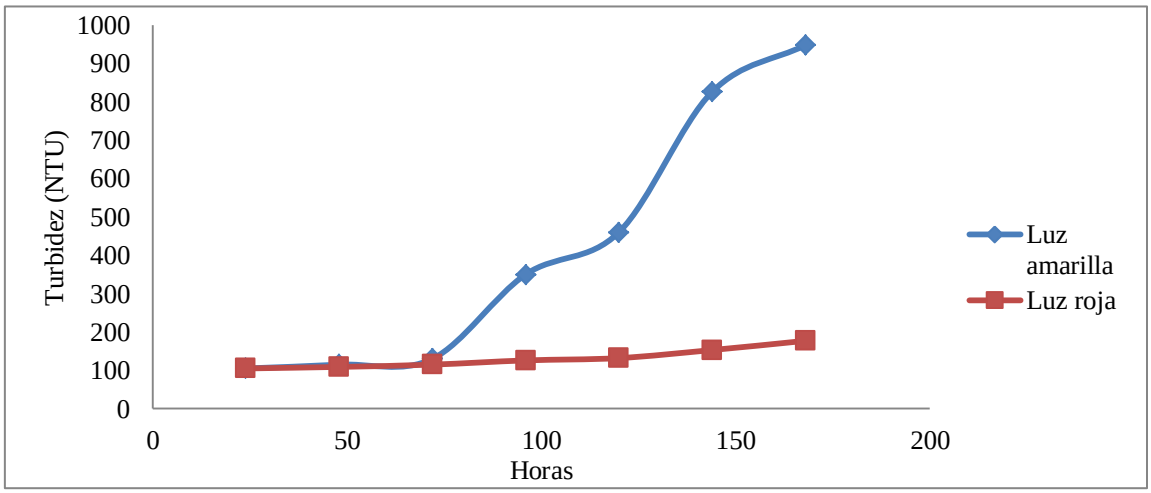
Reproducción. Se inició con pruebas en un matraz fondo plano de 100ml dentro de un vaso de precipitado, usando 40ml. del medio Sueoka con 4ml de algas. Posteriormente se aumento el tamaño a un Erlenmeyer de 500ml al igual que la producción, usando la misma cantidad de algas ya producidas se le agrega 400ml del medio Sueoka. Ya obtenida una mayor producción de algas se pretende elaborar un medio más grande para su mejor reproducción, elevando el medio de alimentación así como espacio y oxigenación.

Se procedió a experimentar la reproducción de algas a diferentes colores de luz; utilizando posteriormente un contendor de vidrio reforzado con una capacidad de 20L de volumen. A ésta, se le agregaron 5L del medio Sueoka y las algas ya obtenidas. Esto con el fin de tener una mayor reproducción, para así poder hacer las pruebas necesarias para la mejor reproducción y producción de H_2. Continuar la reproducción monitoreando los parámetros necesarios de temperatura, presión y pH. Producción de H_2. Se realizo un estudio sobre producción de H_2 generado, donde se instaló en un soporte con pinza sosteniendo tubos de ensayo de 100ml boca abajo en un vaso de precipitado con agua, dentro de la probeta esta el conducto que llega directo del reactor donde la presión por el gas que desprende el reactor empuje el agua que se encuentra dentro de la probeta debido a su diferencia de densidades.

18.2 Resultados

Se monto un bioreactor de algas, cumpliendo con las especificaciones de inocuidad previo al cultivo, así como un sistema de bombeo de aire, control de la temperatura y pH del medio, para una vez establecido esto someterse a dos ambientes fotoreactivos, según lo descrito en el desarrollo experimental (Tsygankov et al, 2002). Se realizaron las mediciones de turbidez. En la figura 18. se observa el crecimiento de las algas utilizando una lámpara de luz roja y luz amarilla. Es claramente apreciable como el mayor crecimiento celular de las micro-algas corresponda a la luz amarilla. Durante las primeras 72 horas se observa un comportamiento muy semejante con el uso de las distintas lámparas empleadas, siendo el punto crítico después de las 72 horas, donde despunta el crecimiento de la población algarea, mientras la luz roja no ofrece un gran desempeño para esta fase.

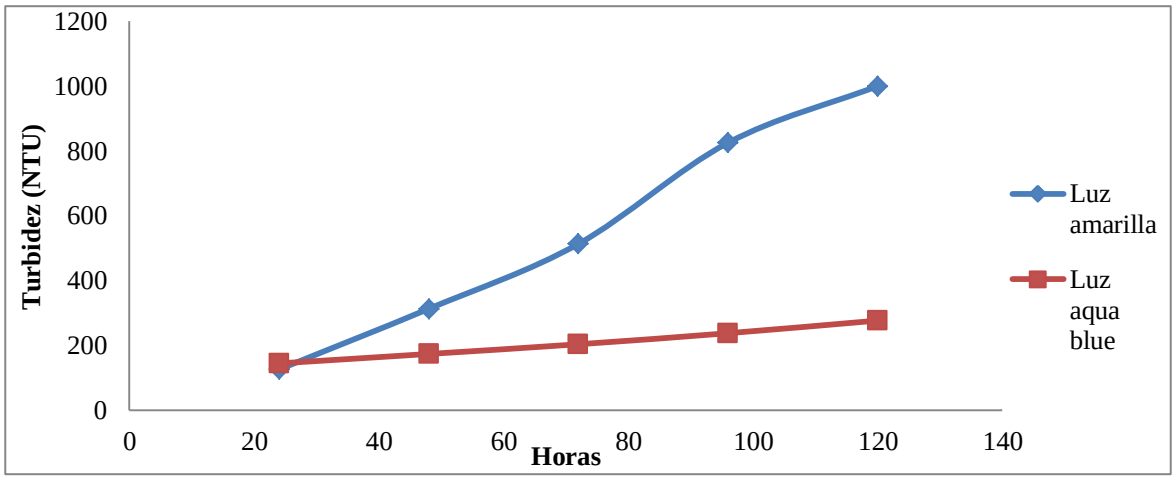
Gráfico 18. Comparación de reproducción de algas expuestas con luz amarillo vs luz roja



Posteriormente se realizo una nueva comparación de la luz amarilla vs. la luz aqua blue. La nueva fuente radiante aqua blue fue el inicio de la etapa de reproducción, donde se observaron también favorables resultados en cuanto a reproducción celular.

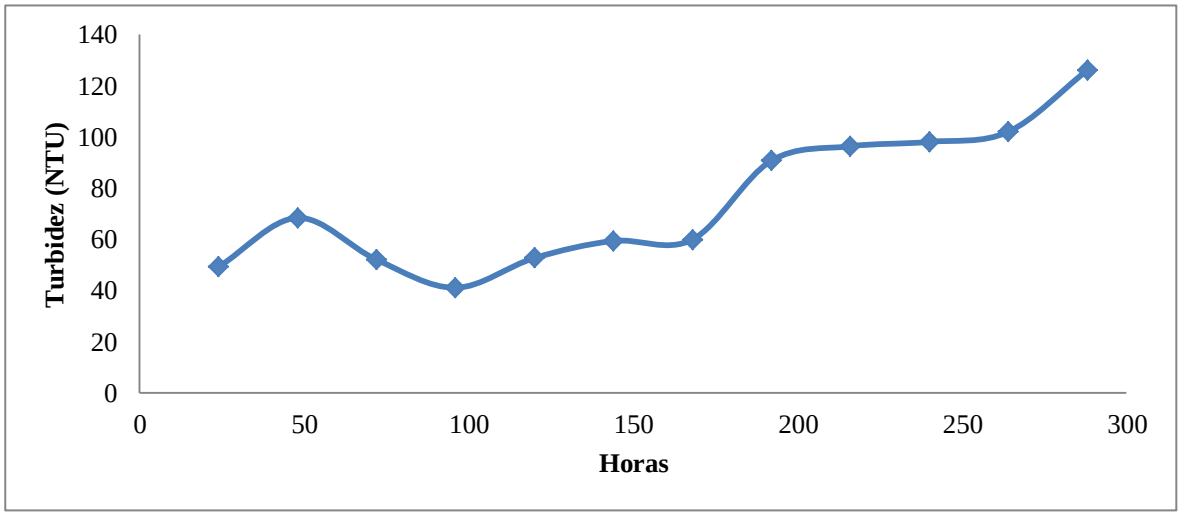
En la figura 18,18.1, el desarrollo es similar al de la figura 18 al ser la luz amarilla la que ofrece un mayor desarrollo de las microalgas al recordar que la longitud de onda es la más cercana a la luz solar idónea para este propósito. La luz aqua blue, aunque de menor intensidad que la amarilla, mostró un mejor desarrollo que el revelado por la luz roja debido a su longitud de onda. Se puede observar que la turbidez en la figura 18,18.2, después de las 72 horas, hacia las 96 horas de la inoculación, presenta un incremento en la turbidez, a pesar de efectuar un mezclado con aire.

Grafico 18.1 Comparación de reproducción de algas expuestas con luz amarillo vs aqua blue



Además, se logra apreciar que dentro de las primeras 48 horas aparece un perimer máximo en la turbidez, esto coincide también con las investigaciones de Tsygankov et al, 2002, donde reportan un aumento en la generación de hidrógeno dentro de éste intervalo de tiempo. El comportamiento posterior de la turbidez se presenta de manera escalonada cada 24 a 72 horas después de un período de estabilidad.

Grafico 18.2 Turbidez del medio de reproducción



18.3 Discusion

Es bien sabido que las algas requieren de luz para crecer y su versatilidad de adaptación al medio las hace posibles de llevar a cabo su cultivo natural con luz solar, por medio de luz artificial, o ambas. Dado que las microalgas son un grupo diverso de microorganismos fotosintéticos de estructura simple lo que permite el rápido crecimiento celular y por lo tanto una gran producción de sí mismas como biomasa productora de hidrógeno, el éxito de esta capacidad de reproducción además del control de las variables del medio de crecimiento dependen del color de la luz de cultivo, en otras palabras de la energía de la longitud de onda, además del diseño del biorreactor, el cual debe ser capaz de aprovechar la emisión de la luz para irradiar. Entonces para que la luz artificial sea de utilidad en el proceso fotosintético de las microalgas, los fotones generados deben encontrarse a una longitud de onda de entre los 600 y 700 nm, longitudes de onda que corresponden a las estudiadas en esta investigación.Adicional al diseño del biorreactor para optimizar la captación de la luz, su capacidad de aislamiento del medio ambiente exterior que puede alterar la tasa de crecimiento de las algas, éste debe ser diseñado de manera que su limpieza requiera ser realizada en períodos largos de tiempo, sin afectar por mucho su detención en la reproducción de las algas.

18.4 Conclusiones

Se debe poner especial atención en la selección de la luz a utilizar durante la reproducción y generación del hidrógeno al estar en constante monitoreo en el laboratorio, donde la luz natural resulta ser escaza. Para abatir el impedimento del paso de la luz originado por el propio desarrollo de la chlamydomonas reinhardtii, es necesario asegurar la agitación del medio, utilizando medios físicos como un sistema de inyección de aire o agitación mecánica de manera que las microalgas reciban la cantidad necesaria de energía radiante.

Los cultivos de algas produjeron hidrógeno entre las 48 y las 72 horas después de su inoculación en el bioreactor. La generación de hidrógeno tuvo lugar en un intervalo de temperaturas entre 25 y 32 grados centígrados.

18.5 Referencias

Anastasios, M., (2002), Green alga hydrogen production: progress, challenges and prospects, *International Journal of Hydrogen Energy*, Department of Plant and Microbial Biology, University of California at Berkeley, , USA, pp. 1 – 12.

Bockris JO'M., (2002), The origin of ideason a hydrogen economy and itss olution to the decay of the environment, *Int. J. Hydrogen Energy*, 27, pp. 731–40.

Contreras et al., (2008), Potencial de algas verdes para la producción fotobiológica de hidrógeno, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana, *Ciencia y Sociedad*, Vol. XXXIII, Núm. 3, julio-septiembre, pp. 307-326.

Forestier M., et al, (2003), Expression of two [Fe]-hydrogenases in Chlamydomonas reinhardtii under anaerobic conditions, *Eur. J. Biochem*., 270, pp. 2750–2758 .

Greenbaum E., (1988), Energetic eFciency of H_2 photoevolution by algal water-splitting, *Biophys J*., 54:365–8.

Hansel, A., and Lindblad, P., (1998), Towards optimization of cyanobacteria as biotechnologically relevant producers of molecular hydrogen, a clean and renewable energy source, *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 50, 153–160.

Levin D. B., et al., (2004), Biohydrogen production: prospectsand limitationsto practical application, *International Journal of Hydrogen Energy*, 29, 173 – 185.

Ley A.C., Mauzerall DC., (1982), Absolute absorption cross sections for photosystem II and the minimum quantum requirement for 45 photosynthesis in Chlorella vulgaris, *Biochim Biophys Acta*, pp. 95–106.

Matthew C. et al., (2004), Hydrogen Photoproduction Is Attenuated by Disruption of an Isoamylase Gene in Chlamydomonas reinhardtii, *The Plant Cell*, Vol. 16, 2151–2163.

Schulz R., (1996), Hydrogenases and hydrogen production in eukaryotic organisms and cyanobacteria, *J. Mar Biotechnol*, 4:16–22.

Vignais P.N., Billoud B, Meyer J., (2001),Classification and phylogeny of hydrogenases, FEMS Microbiol Rev;25:455–501.

Weaver, P.F., Lien, S., and Seibert, M., (1980), Photobiological production, of hydrogen, *Sol. Energy*, 24, 3–45.

Tsygankov A., et al., (2002), Hydrogen photoproduction under continuous illumination by sulfur-deprived, synchronous Chlamydomonas reinhardtii Cultures, *International Journal of Hydrogen Energy*, 27, pp. 1239 – 1244.

Microencapsulación de lactobacillus casei con proteínas lácteas geladas enzimáticamente y evaluación de su supervivencia en condiciones gastrointestinales simuladas

Irene Arenales, Consuelo Lobato, Jaime Vernon y Gabriel Leyva

I. Arenales, C. Lobato, J. Vernon y G. Leyva
Universidad Tecnológica de Tehuacán. Prolongación de la 1 sur No. 1101, San Pablo Tepetzingo, Tehuacán, Puebla. C. P. 75859.
i_mar8@hotmail.com

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Lactobacillus casei cells were microencapsulated in milk protein matrices without or with chitosan (Q) or sodium alginate (A) coating by means of emulsification, enzymatic gelation, and subsequent dispersion in Q or A solutions (0.1 or 0.5% w/w). The diameter, yield, entrapment efficiency, and microstructure of the microcapsules and the survivability of entrapped Lactobacillus casei cells in simulated gastrointestinal conditions (CGIS) were evaluated. Spherical or semispherical microcapsules exhibiting 104.8-142.2 μm in diameter, and 74.8-96.36% of yield were obtained. The inner structure of the microcapsules was like fresh cheese microstructure and their morphology and outer topography was affected by the nature and concentration of the polysaccharides used as coating. In all cases, probiotic cells entrapment efficiency was higher than 95%. The microcapsules coated with 0.5% w/w Q solution provided a significant better protection to Lactobacillus casei against CGIS.

19 Introducción

La nutrición actual está enfocada a la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles, en las que la dieta y el estilo de vida desempeñan roles etiológicos. El desarrollo y la producción de alimentos funcionales con actividad selectiva relacionada con una o varias funciones del organismo, en particular de aquellos considerados como probióticos, han mostrado incrementos considerables (Heidebach *et al*., 2009). Los probióticos son considerados como "microorganismos vivos que confieren un beneficio a la salud del huésped cuando son administrados en cantidades adecuadas" (Araya *et al*., 2002). Entre los numerosos beneficios a la salud ejercidos por los probióticos, establecidos científicamente, pueden señalarse la reducción y prevención de diarreas de diferente origen, el mejoramiento del balance microbiano intestinal, el alivio de síntomas de intolerancia a la lactosa, la prevención de alergias alimentarias, el aumento de actividad autoinmune y actividades contra la formación de tumores (McFarland, 2009; Andersson *et al*., 2000; Salminen *et al*., 2001).El nivel de consumo de probióticos recomendado es de 10^8-10^9 ufc día^{-1}, equivalente a 100 g de un producto alimenticio conteniendo 10^6-10^7 ufc g^{-1} (Kailasapathy y Masondole, 2005). No obstante, los niveles de probióticos detectados en productos lácteos fermentados, se encuentran a menudo muy por debajo de los recomendados, debido a las condiciones adversas generadas durante el almacenamiento de dichos productos (Heidebach *et al*., 2009; Champagne y Fustier., 2007; Lourens-Hattingh y Viljoen, 2001). Adicionalmente, se ha demostrado que el medio altamente ácido del estómago y la acción de las sales biliares en el intestino delgado, pueden reducir considerablemente el número de células viables capaces de alcanzar el intestino (Anal y Singh, 2007; Muthukumarasamy *et al.*, 2006; Krasaekoopt *et al.*, 2003).La técnica de microencapsulación es considerada como una alternativa para aumentar la sobrevivencia de los probióticos durante el procesamiento y el almacenamiento de los alimentos, y en especial durante su tránsito a través del tracto gastrointestinal, al proporcionar una barrera física entre estos microorganismos y condiciones externas adversas (Agrawal, 2005; Augustin, 2003; Krasaekoopt *et al.*, 2003).

El entrampamiento de probióticos en matrices formadas por polisacáridos, es un método que prevalece para la producción de microcápsulas insolubles en agua y su aplicación en alimentos (Doleyres y Lacroix, 2005; Krasaekoopt *et al.*, 2003). Los resultados sobre la protección que proporcionan estas matrices de polisacáridos a los probióticos durante el almacenamiento de los productos lácteos y a través de su paso por el tracto gastrointestinal, son inconsistentes (Heidebach *et al.*, 2009). Las dispersiones acuosas de los polisacáridos usados como materiales de pared exhiben altas viscosidades, lo que restringe su uso a concentraciones muy bajas, de alrededor del 2 al 4 %. Lo anterior, resulta tanto en la formación de estructuras de pared de baja densidad, que proporcionan un efecto de barrera limitado (Crittenden *et al*., 2006), como en la formación de cápsulas relativamente grandes, con diámetros entre 1 y 3 mm, que ocasionan efectos adversos en la calidad sensorial del alimento al que se incorporan (Sandoval-Castilla *et al*., 2010). En adición, el uso de polisacáridos de origen no lácteo para la en capsulación de probióticos con fines de su incorporación en productos lácteos, no es permitido en algunos países (Champagne *et al*., 1994; Picot y Lacroix, 2004).

Resulta entonces un reto interesante, el desarrollo de nuevas técnicas para la fabricación de cápsulas pequeñas, insolubles en agua, con propiedades de barrera que garanticen la protección de probióticos durante el procesamiento y el almacenamiento de productos lácteos y a través de su trayecto por el tracto gastrointestinal. Una alternativa para el logro de las características señaladas, la puede constituir el uso de lactoproteínas como materiales de pared, debido a sus propiedades funcionales ampliamente reconocidas en el área de los alimentos. La incorporación de cápsulas elaboradas a partir de lactoproteínas en productos lácteos, puede también contribuir al mejoramiento de las propiedades mecánico-sensoriales de estos productos. Escasas investigaciones se han realizado sobre el uso de lactoproteínas para la preparación de microcápsulas insolubles en agua. La gelificación de las lactoproteínas vía enzimática, constituye una opción para su uso como materiales de pared de microcápsulas conteniendo probióticos. Con base en lo expuesto, el objetivo de este proyecto es en la primera parte proteger *Lactobacillus casei* contra condiciones gastrointestinales simuladas mediante su entrampamiento en microcápsulas de lactoproteínas geladas enzimáticamente, con y sin recubrimiento.

19.1 Materiales y Métodos

Cultivo liofilizado de *Lactobacillus casei* LBC81 LYO (Lb, Danisco, Dange Saint Romain, Francia). Caldo y agar Man, Rogosa y Sharpe (MRS) para lactobacilos y peptona de caseína (Becton Dickinson and Company, Le Pont de Claix, Francia). Leche descremada en polvo (LDP, DIBICO S. A. de C. V., México), cuajo fuerza 1:10 000 (Distribuidora Alcatraz, S. A. de C. V., D.F., México), aceite de canola (AC, Canoil, AGYDSA, México). Cloruro de calcio, ácido ascórbico, cloruro de sodio, acido clorhídrico y etanol absoluto, todos grado analítico (Química Laitz, S. A. de C. V., México). Alginato de sodio (A, de bajo peso molecular FD-175, 60.5% de acido gulurónico (CP Kelco, Lille, Skensved, Dinamarca). Glutaraldehído al 2.5 % (v/v) (Electron Microscopy Sciences, Washintgton, EUA.).

Quitosano (Q, de alto peso molecular, > 75 % de desacetilación), bilis de porcino B8631 y TWEEN 60 (peso molecular 1309, acido palmítico 35-50 %, acido esteárico 47-55 %, CMC 27 %, HLB 14.9) (Sigma-Aldrich Chemical Co., St Louis, MO, EUA).

19.2 Cinética de crecimiento de *Lactobacillus casei*

La cinética de crecimiento de Lb se realizó usando caldo MRS estéril (121 °C, 15 min) adicionado con ácido ascórbico (0.1 g L^{-1}) para promover un ambiente anaerobio (Song *et al*., 2003) y una temperatura de incubación de 37 °C. Mediciones de absorbancia del medio de cultivo a 540 nm se efectuaron cada 40 min (espectrofotómetro UV, Spectronics Genesys 5 UV/Vis, Spectronic Unicam, Rochester, NY, EUA). A partir de 26 h de incubación las bacterias no mostraron crecimiento adicional, como fue indicado por incrementos poco significativos en los valores de absorbancia. La cinética de crecimiento de Lb se determinó por el método de vaciado en placa usando agar MRS estéril (121 °C, 15 min) adicionado con ácido ascórbico (0.1 g L^{-1}), una temperatura de incubación de 37 °C y un periodo de incubación de 26 h. Las unidades formadoras de colonias (ufc) se determinaron en el periodo comprendido de 0 a 26 h, realizando las diluciones decimales necesarias en solución de NaCl estéril (0.9 % p/v). Todas las placas se incubaron a 37 °C durante 72 h y se determinó el número de ufc mL^{-1} (Sheu y Marshall, 1993). La determinación de la cinética de crecimiento de Lb se efectuó por triplicado.

19.3 Preparación del concentrado celular de *Lb. casei* a encapsular

Células de *Lb. casei* se cosecharon por centrifugación aplicando 2336.45×g durante 5 min en una centrifuga (Damon/Iec División IEC PR-J, Internacional Equipment Co., *Nashville,Tennessee,* EUA) a partir de un cultivo en caldo MRS de 19 h de incubación, periodo correspondiente a la fase logarítmica tardía de crecimiento de Lb. El sobrenadante fue decantado y el concentrado celular se lavó dos veces con solución de NaCl (0.9 % p/v) estéril; en ambas ocasiones se centrifugó bajo las condiciones mencionadas y finalmente se resuspendió en agua peptonada estéril (0.1 g 100 mL^{-1}), para obtener el concentrado celular a encapsular (CC,11.56 ± 0.1 log ufc mL^{-1}).

19.4 Pruebas preliminares para establecer las condiciones de preparación de las microcápsulas

Para establecer las condiciones adecuadas para la preparación de microcápsulas con diámetros en el rango de100-200 µm, se realizaron pruebas preliminares en las que se tuvieron las siguientes variables de proceso: fracción volumétrica de la emulsión (Φ), velocidad de agitación, tiempo de agitación durante el proceso de emulsión, tiempo de agitación y temperatura durante el proceso de gelación de la caseína. Las variaciones realizadas en el presente experimento fueron fase acuosa (Φ= 0.1, 0.2, 0.3) y velocidad de homogenización (900, 1500, 1680 y 4000 rpm).

19.5 Preparación de las microcápsulas

Se preparó una dispersión de LDP (35 g 100 g^{-1} p/p) en agua destilada estéril aplicando agitación moderada con un equipo caframo (modelo RZR1, Cole-Parmer, Vernon Hills, IL, EUA). Las dispersiones se refrigeraron a 4 °C durante 24 h para completa rehidratación de la LDP. Posteriormente, la dispersión se mezcló con el CC en una relación 9:1 para mantener una carga celular de 10.56 ± 0.1 log ufc ml^{-1} y una concentración de proteína de 10.27 ± 0.2 % (DLDL).Se prepararon emulsiones agua-en-aceite (W/O) con una fracción volumétrica (Φ) de 0.3, mediante el procedimiento sugerido por Heidebach *et al*. (2009), con ligeras modificaciones: (a) 60 g de DLDL se adicionaron con 800 µl de cuajo (diluido al 25 %, v/v) (DLDLC) e incubó durante 60 min a 5 °C; (b) por separado se pesaron 140 g de AC y se mantuvieron en refrigeración, para que tanto el aceite como la DLDLC se encontraran a la misma temperatura al momento de preparar la emulsión; (c) La DLDLC se incorporó gota a gota al AC mediante el equipo caframo, operado a 1680 rpm y (d) la emulsión W/O formada fue adicionadacon 480 µL de cloruro de calcio diluido al 10 % p/v y se continuó la agitación durante 10 min. Para prevenir la prematura gelación de las lactoproteínas durante el proceso de emulsificación, la temperatura se mantuvo a 5 ±1 ºC mediante un baño de hielo. Con la finalidad de inducir la gelación de las lactoproteínas y así obtener las microcápsulas de caseína (MC), la emulsión W/O obtenida se sometió a calentamiento (40 ± 1 ºC) durante 5 min, aplicando agitación continua. La mezcla microcápsulas-sobrenadante se dejó reposar 15 min a 5 ± 1 ºC, después de lo cual el sobrenadante se removió y las microcápsulas se lavaron dos veces con TWEEN 60 diluido al 1 % p/p, para eliminar el residuo oleoso.

19.6 Recubrimiento de microcápsulas

Se prepararon cuatro variaciones de microcápsulas con recubrimiento, con el objeto de brindar mayor protección a los microorganismos entrampados, a partir de las MC usando las siguientes dispersiones: 0.1 % de A ($MC_{0.1A}$), 0.5 % de A ($MC_{0.5A}$), 0.1 % de Q ($MC_{0.1Q}$) y 0.5 % de Q ($MC_{0.5Q}$). Como control se consideraron las MC sin recubrimiento. Algunos estudios reportan las siguientes concentraciones para las dispersiones de recubrimiento: son0.4 % de quitosano y 0.17 % de alginato para entrampar *Lactobacillus plantarum* (Brinques y Záchia, 2011), 0.4 % de quitosano y 0.2 % de alginato para entrampar *Lactobacillus gasseri* y *Bifidobacterium bifidum* (Chavarri *et al.*, 2010), 1 % de quitosano, 1.5 % de alginato y 0.5, 1.0 y 2.0 % de Carboxi-metil-Quitosano (CMCS) para entrampar Lactobacillus casei ATCC 393 (Li *et al.*, 2011), teniendo esta información como base y tomando en cuenta que tanto el quitosano como el alginato en disolución tienen una alta viscosidad y que esto podría afectar a las microcápsulas por su tamaño, al encontrarse en una sustancia con alta viscosidad, se definió evaluar las concentraciones de 0.1 y 0.5 % para ambos biopolímeros y las microcápsulas de control fueron sin recubrimiento (CC).

Las dispersiones de A se prepararon hidratando 0.05 g ($MC_{0.1A}$) y 0.25 g ($MC_{0.5A}$) en 49.95 g y 49.75 g de agua estéril, respectivamente, durante 24 h con agitación magnética. Por su parte, las dispersiones de Q se prepararon hidratando 0.05 g ($MC_{0.1Q}$) y 0.25 g ($MC_{0.5Q}$) en 49.95 g y 49.75 g de ácido acético al 3 % p/p, respectivamente, durante 24 h con agitación magnética. Las dispersiones se agregaron, de acuerdo al tratamiento, gota a gota a MC, aplicando agitación magnética durante 15 min, seguido de un reposo de 10 min a 5 °C. Posteriormente las microcápsulas se decantaron y lavaron con agua peptonada (0.1 g 100 mL^{-1}). Las microcápsulas obtenidas fueron vaciadas en tubos de plástico estériles de 50 mL y centrifugadas durante 5 min a 1350 rpm, para eliminar el líquido restante; el sobrenadante fue removido y se agregaron 5 mL de agua peptonada (0.1 g 100 mL^{-1}) estéril, para evitar la deshidratación. Las microcápsulas se almacenaron a 5°C hasta su caracterización. Todas las microcápsulas se elaboraron por triplicado.

19.7 Caracterización de las microcápsulas

Rendimiento:Se evaluó el rendimiento de microcápsulas como función de la cantidad de proteína gelificable en la DLDL, utilizando la siguiente ecuación:

Para aplicar la ecuación anterior, se cuantificó la proteína presente en LDL y en las microcápsulas después de 1 d de su elaboración por el método de microkjeldahl (AOAC, 1999). Para el primer caso se consideró que el 80% de la proteína era atribuible a caseínas (Fox *et al*., 2000); mientras que para la microcápsulas el contenido de proteína determinado se consideró como igual al de caseína.

Tamaño :El diámetro mayor medio de veinte microcápsulas se determinó después de 1 d de su elaboración, utilizando el analizador de imágenes Motic Images Advanced 3.2 (Motic Co, Hong Kong, China) , a partir de las micrografías obtenidas con una cámara digital Motic 350 (Motic Co, Hong Kong, China) a 40× (Rasband, 2007).

19.8 Microestructuras

Las microcápsulas fueron fijadas en una disolución de glutaraldehído al 2 % v/v en buffer de fosfatos (0.1 M, pH 7.2) durante 6 h; posteriormente, se deshidrataron en disoluciones de etanol de concentraciones crecientes (50, 60, 70, 80, 90 y 100 % v/v), permaneciendo 30 min en cada una. Las microcápsulas fijadas se secaron a punto crítico en un CPA II Technics Critical Point Dryer (Tousimis, Rockville, MD, EUA). Cada microcápsula se fracturó con el objetivo de exponer la estructura interior; luego se montaron en soportes de aluminio y finalmente se cubrieron con una capa fina de oro en un Fine Coat Ion Sputter JFC 1100 (Jeol Ltd., Akishima, Japón). Las microcápsulas fracturadas se observaron en un microscopio Electrónico de Barrido (MEB) (JEOL Scanning Electron Microscope JMS-035, Jeol Ltd., Akishima, Japón), operado a 20 kV a una magnificación de150× a 5 000× (Lobato Calleros *et al*., 2002).

19.9 Eficiencia de entrampamiento

Se evaluó la eficiencia de entrampamiento de las células de Lb y se expresó como el porcentaje de células viables entrampadas relativo a la carga inicial presente en la DLDL. Para el recuento de células viables entrampadas, fue necesario destruir mecánicamente las cápsulas y así liberar las células de Lb (Heidebach *et al*., 2009); se realizaron las diluciones decimales necesarias para hacer la siembra en agar MRS, se incubó a 37°C durante 72 h y se realizó el recuento en placa. La eficiencia de entrampamiento se calculó de acuerdo a lo propuesto por Reid *et al*. (2005).

19.10 Sobrevivencia de *Lb casei* encapsulado bajo condiciones gastrointestinales simuladas

Se determinó la sobrevivencia de Lb en jugo gástrico simulado y sales biliares de manera secuencial, para lo cual se colocó 1 g de microcápsulas preparadas recientemente, por triplicado, en tubos conteniendo 9 mL de solución gástrica simulada estéril (pH 2.0, ácido clorhídrico 0.1 N). Las muestras fueron incubadas a 37 °C durante 3 h en un baño de agua con agitación (Precision 360 Scientific Orbital, West Cortland St., Chicago, IL., EUA) (Hughes y Hoover, 1995) Posteriormente, las microcápsulas se filtraron, enjuagaron con disolución salina y se colocaron en tubos conteniendo 9 mL de extracto de bilis de porcino al 1 % p/v (la concentración máxima de sales biliares en el intestino humano es de 2 %) y pH 6.4. Las muestras se incubaron a 37 °C por 3 h con agitación suave (Carteris *et al*., 1998; Sun y Griffiths, 2000; Madureira *et al*., 2005).

Al finalizar el periodo de incubación se determinó la viabilidad de Lb por el procedimiento descrito. Células de Lb sin encapsular en la misma concentración, se sometieron de manera directa a las mismas condiciones gastrointestinales simuladas que las microcápsulas y sirvieron como control (Mosilhey, 2003). La tasa de sobrevivencia de Lb libres y encapsulados después de ser sometidos a condiciones gastrointestinales simuladas, se determinó de acuerdo con lo propuesto por Heidebach *et al*. (2009).

19.11 Análisis de datos

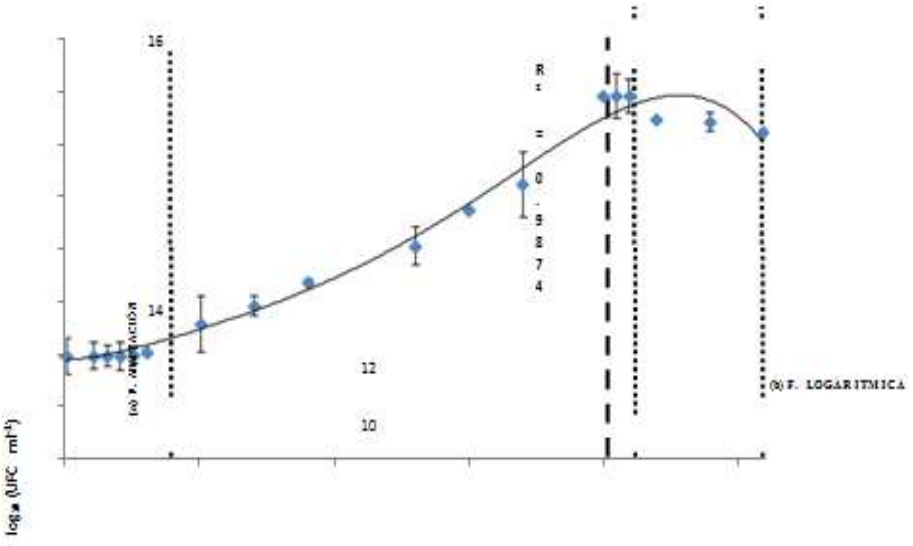
Los experimentos de esta investigación se realizaron por triplicado, usando un diseño experimental completamente al azar. Los datos correspondientes a las características de las microcápsulas se sometieron a Análisis de Varianza de Clasificación Simple y en los casos pertinentes a pruebas de comparación de medias de Tukey. La significancia se estableció en $p \leq 0.05$. Para el an lisis de datos se usó el software Statgraphics Plus (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc., Cambridge, MA, EUA).

19.12 Resultados y Discusión

Cinética de crecimiento de Lactobacillus casei:La determinación de la cinética de crecimiento mediante el recuento de ufc de Lb en placa con el tiempo de incubación dio como resultado la gráfica mostrada en la Figura 1, en la cual pueden apreciarse las diferentes fases de crecimiento de Lb relacionadas con el número de ufc mL^{-1} presentes.

Las fases del crecimiento microbiano identificadas fueron: (a) fase de adaptación o latencia donde las bacterias se adaptan a las condiciones de crecimiento, durante esta fase del ciclo las bacterias sintetizan ARN, enzimas y otras moléculas (Castro *et al*., 2008), en este caso tuvo una duración de 0-3 h; (b) fase de crecimiento logarítmica o exponencial, es un período caracterizado por la duplicación celular (Castro *et al*., 2008), en este caso comprendió de 3-20 h; (c) fase estacionaria, en esta la tasa de crecimiento disminuye como consecuencia del agotamiento de nutrientes y la acumulación de productos tóxicos (Castro *et al*., 2008), en este experimento fue muy corta para Lb, con una duración de 1 h (21-22 h) y (d) la fase de muerte, donde las bacterias se quedan sin nutrientes y mueren (Castro *et al*., 2008), en este experimento inició después de las 22 h y se documentó hasta las 26 h de cultivo.

Grafico 19 Cinética de crecimiento de *Lactobacillus casei* por la técnica de recuento en placa



Los resultados de esta prueba fueron la base para las siguientes fases de esta investigación, debido a que a partir de estos se definió el periodo de incubación tras el cual se cosechó Lb para ser entrampado en las microcápsulas. La mayor densidad de microorganismos se encontró a las 20 h de cultivo, con 13.91 $\log_{10}$ ufcmL^{-1} (8.11 x 10^{13} ufc ml^{-1}), por lo cual se determinó la hora de cosecha a las 19 h; tiempo que corresponde a la fase logarítmica tardía. Lo anterior con el fin de evitar la muerte de los microorganismos durante el proceso de microencapsulación (Sheu y Marshall, 1993).

19.13 Tamaño de las microcápsulas

Los diámetros de las microcápsulas correspondientes a los distintos tratamientos variaron en el rango de 104.83 a 142.20 µm (tabla 19). Los diámetros de las $MC_{0.1A}$ y $MC_{0.1Q}$ no difirieron ($p > 0.05$) del valor correspondiente a las MC.

En contraste, el diámetro de las $MC_{0.5Q}$ fue menor al de las MC, esto se debe a que el recubrimiento de $MC_{0.5Q}$ provoco que las microcápsulas se aglomeraran en menor grado, lo cual se observo tanto en el microscopio al determinar diámetro mayor, como después del lavado de las microcáps

Tabla 19 Valores medios (± DE) del diámetro de las microcápsulas

.

Tratamiento	Diámetro (µm)
MC	142.20 ± 35.5 **b**
$MC_{0.1A}$	125.84 ± 33.8 **ab**
$MC_{0.1Q}$	121.26 ± 17.5 **ab**
$MC_{0.5Q}$	104.84 ± 20.7 **a**

MC: microcápsulas sin recubrimiento; $MC_{0.1A}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de alginato; $MC_{0.1Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de quitosano; $MC_{0.5Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.5 % de quitosano. Diferentes superíndices en una columna indican que las medias son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

El tamaño de las microcápsulas, medido mediante su diámetro, constituye un factor determinante para la selección del tipo de producto alimenticio idóneo al que pueden incorporarse.

Es importante que las microcápsulas presentes en un alimento no demeriten su calidad sensorial. Esto es, es conveniente que microcápsulas con diámetros menores a 100 µm sean incorporadas a alimentos con tamaño de partícula pequeño con la finalidad de que no provoquen sensación de granulosidad (Hansen *et al.*, 2002); mientras que microcápsulas con diámetros superiores a 100 µm pudieran ser adicionados a alimentos como el queso, con tamaño de partícula relativamente grande.

19.14 Rendimiento

El contenido de proteína de la DLDLC fue de 10.28 ± 0.22 %; considerando que el 80 % de las proteína total de la leche es caseína y el resto son proteínas del lactosuero (Fox *et al.*, 2000) y que se partió de unidades experimentales de 70 ml de DCL, la cantidad máxima de proteína gelifcable es de 5.7568 g.

Por lo cual el rendimiento se calculó tomando como 100 % de proteína gelificable 5.7568 g y se obtuvieron los rendimientos medios mostrados en la tabla 19.1.

Tabla 19.1 Valores medios (± DE) de rendimiento de las microcápsulas

Tratamiento	% Rendimiento
MC	96.20 ± 2.7 **a**
$MC_{0.1A}$	96.36 ± 0.4 **a**
$MC_{0.1Q}$	74.87 ± 1.2 **b**
$MC_{0.5Q}$	95.56 ± 6.7 **a**

MC: microcápsulas sin recubrimiento; $MC_{0.1A}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de alginato; $MC_{0.1Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de quitosano; $MC_{0.5Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.5 % de quitosano. Diferentes superíndices en una columna indican que las medias son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

El tratamiento $MC_{0.1Q}$ fue el que menor rendimiento mostro y estadísticamente es diferente al resto de los tratamientos, esto se debe a que la disolución de Q al 0.1 % no brindó recubrimiento a la microcápsula, si no que al contrario la daño y la hizo quebradiza, por lo que parte de estas microcápsulas se fracturaron, lo cual se demostró al observar que pequeñas fracciones de microcápsulas $MC_{0.1Q}$ se perdieron durante los lavados y esto se reflejo en un menor rendimiento en base a proteína gelificable, esto se atribuye a que se paso de un pH casi neutro de las microcápsulas (pH 6.8) a uno acido (pH 1.3) de la disolución de quitosano, lo que provoco la insolubilización del calcio, la disminución de interacciones y por lo tanto daño la microcápsula.

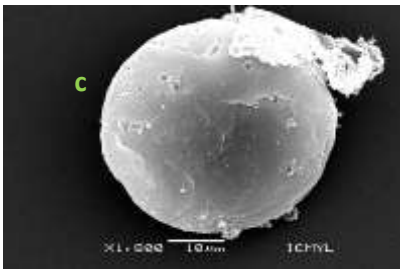
19.15 Microestructuras

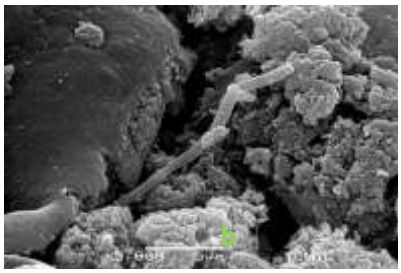
Cuando las micelas de caseína son sometidas a la acción de la enzima quimosina, a bajas temperaturas, ocurre la hidrólisis de la κ-caseína, pero no así la floculación de las cadenas de caseína y subsecuente formación de una estructura proteínica de gel. La posterior elevación de la temperatura a valores mayores a 18 °C, induce rápidamente la formación de la estructura de gel de las caseínas (Bansal *et al*., 2007). Es por ello que una característica semejante en todos los tratamientos fue que las microcápsulas se asemejan a la cuajada de queso fresco.

19.16 Microcápsulas de caseína sin recubrimiento (MC)

La microestructura de las microcápsulas del tratamiento MC se puede observar en las figuras 19(19.1) y 19 (19.1). La figura 19(19.1) muestra la micrografía de una MC, pudiendo observarse que exhibió superficie lisa y compacta, distintiva de las microcápsulas constituidas por proteínas (Friberg , 1997). La superficie de la microcápsula está libre de Lb y su apariencia compacta se debe a que el proceso de gelación ocurre del exterior hacia el interior de la microcápsula.

Figura 19 (19. Micrografía MEB de microcápsula del tratamiento MC, ampliación 1800 ×; (2) Micrografía MEB de microcápsula del tratamiento MC, (a) capa externa, (b) fracción interna y (c) *Lactobacillus casei* entrampados, ampliación 5000 ×.





Al interior (Fig. 19 (19)), las MC presentaron una estructura relajada y porosa, pudiendo además observarse la presencia de células de Lb, logrando así la protección de estos microorganismos. La estructura interior es muy semejante a la de queso fresco puesto que el principio de elaboración es el mismo, dicha característica se puede comprobar en estudios previos acerca de la microestructura del queso (Lobato-Calleros, *et al*., 2008).

19.17 Microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de alginato ($MC_{0.1A}$)

Las microcápsulas del tratamiento $MC_{0.1A}$ mostraron una superficie compacta y más lisa que aquella de las MC (Fig. 2(1)), con nula presencia de células de Lb. La fracción interna de las $MC_{0.1A}$ fue porosa y relajada al igual que la correspondiente a las MC, pudiendo observarse la presencia de células de Lb. Al igual que en el tratamiento MC la estructura interna es semejante a la de queso fresco.

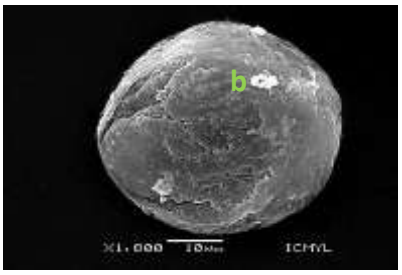
19.18 Microcápsulas recubiertas con 0.1 % de quitosano ($MC_{0.1Q}$)

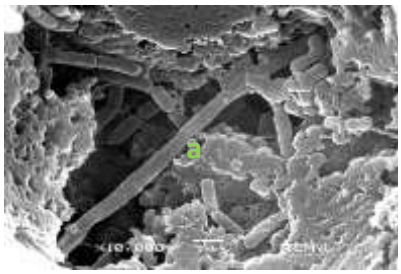
Las $MC_{0.1Q}$ consistieron de agregados de caseína de distintos tamaños y estructuras amorfas, con superficie en general lisa, pero con algunas fisuras superficiales. Las diferencias apreciadas en la morfología de las $MC_{0.1Q}$, en comparación con la morfología de las MC (Fig. 2(1)) y $MC_{0.1A}$, son congruentes con la suposición de que la elevada acidez de la solución de Q usada para su preparación dañó la estructura de estas microcápsulas, a través de la insolubilización del calcio, la disminución de interacciones caseína-caseína y por tanto, la pérdida de la estructura esférica inicial de las MC. Lo anterior, se reflejó en la disminución del tamaño de las $MC_{0.1Q}$ (121.26 ± 17.49 µm). La estructura débil de las $MC_{0.1Q}$ se manifestó en dificultad para su manejo por su consistencia quebradiza. La estructura interna de las $MC_{0.1Q}$ fue similar a aquella de las MC, puesto que estas últimas fueron usadas para su recubrimiento con Q.

19.19 Microcápsulas recubiertas con 0.5 % de quitosano ($MC_{0.5Q}$)

Las $MC_{0.5Q}$ (Fig. 19.2(19.1)) presentaron morfología esférica al igual que las MC (Fig. 19(19.1)) y $MC_{0.5A}$, con superficie lisa, compacta y sin presencia externa de Lb. Estos resultados indican que en contraste con el efecto de la solución de Q al 0.1 % sobre la estructura de las $MC_{0.1Q}$, la disolución de Q al 0.5 % sí cumplió la función de recubrimiento. Lo anterior probablemente debido a la mayor viscosidad de la solución de Q al 0.5 % en comparación aquella de la solución de Q al 0.1 % y a su mayor valor de pH (1.7), pudo favorecer la formación del recubrimiento e impedir la migración del ácido al interior de la microcápsula. La fracción interna de las $MC_{0.5Q}$ (Fig. 19.2(19.1)) presentó una estructura porosa, relajada, en este tratamiento se observó la mayor cantidad decélulas de Lb entrampadas.

Figura 19 Micrografía MEB de microcápsulas del tratamiento $MC_{0.5Q}$. Ampliación 1800 ×. (2) Micrografía MEB de microcápsulas del tratamiento $MC_{0.5Q}$ (a) fracción interna y (b) *Lactobacillus casei* entrampados. Ampliación 10000 ×





19.20 Eficiencia de encapsulamiento

La eficiencia de entrampamiento de las microcápsulas en todos los tratamientos se determinó después de 1 d de su elaboración. Las $MC_{0.1A}$ exhibieron la eficiencia de encapsulamiento de Lb m s elevada ($p \leq 0.05$) (104.05%, 2.82 x 10^{13} ufc mL^{-1}) partiendo de una carga celular del CC de 8.41 x 10^{12} ufc mL^{-1} (Cuadro 3). El valor de eficiencia de encapsulamiento mayor al 100 % pudo deberse a dos factores principalmente, siendo el primero el hecho de que las bacterias se cosecharon en fase logarítmica tardía, por lo cual su crecimiento continúa. El segundo factor puede atribuirse al efecto prebiótico reconocido para A. La suma de estos dos factores pudo provocar que la carga celular de las microcápsulas aumentara y por lo tanto el rendimiento fuese mayor al 100%. Resultados similares han sido informados por Heidebach *et al.* (2009) al encapsular *Lactobacillus paracasei* spp. *paracasei* F19 y *Bifidobacterium lactis* Bb12, estos autores encontraron eficiencias de encapsulamiento que variaron de 85-125 % y 102-128 % y concluyeron que estos porcentajes no se refieren a pérdida ni ganancia de ufc, sólo son valores estables cercanos al 100%. Las eficiencias de entrampamiento de Lb de las $MC_{0.1Q}$ y $MC_{0.5Q}$ no fueron diferentes estadísticamente ($p > 0.05$) a aquellas observadas en MC y $MC_{0.1A}$ (tabla 19.2).

La menor eficiencia de entrampamiento por $MC_{0.1Q}$ y $MC_{0.5Q}$ pudo estar relacionada con la acción del ácido acético usado para la disolución del Q, sobre los microrganismos que se encontraban en la periferia de las microcápsulas. Las microcápsulas sin recubrimiento por sí solas tienen un alto grado de entrampamiento de Lb y que efectivamente la menor eficiencia de entrampamiento de las MC recubiertas con Q se debió a la acción dañina por parte del ácido acético usado para la disolución de Q sobre las microcápsulas.

Tabla 19.2 Valores medios (± DE) de eficiencia de encapsulamiento de *Lactobacillus casei* libre

Código de microcápsula	Eficiencia de Entrampamiento (%)	Carga celular (ufc mL^{-1})
MC	99.03 ± 0.2 **b**	6.31×10^{12}
$MC_{0.1A}$	104.05 ± 0.0 **c**	2.82×10^{13}
$MC_{0.1Q}$	96.71 ± 0.9 **a**	3.23×10^{12}
$MC_{0.5Q}$	96.08 ± 0.0 **a**	2.62×10^{12}

MC: microcápsulas sin recubrimiento; $MC_{0.1A}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de alginato; $MC_{0.1Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de quitosano; $MC_{0.5Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.5 % de quitosano. Diferentes superíndices en una columna indican que las medias son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

19.21 Supervivencia de *Lactobacillus casei* encapsulado a condiciones gastrointestinales simuladas

La protección conferida a Lb ante condiciones gastrointestinales simuladas a través de su entrampamiento fue diferente de acuerdo a la naturaleza y a la concentración de los biopolímeros usados como recubrimiento. Los resultados de la supervivencia de Lb al ser sometido a condiciones gástricas simuladas (HCl, pH 2) se muestran en el Cuadro 4, pudiendo observarse que dicha supervivencia varió de 6.50 % (microrganismos libres) a 73.43% ($MC_{0.5A}$).

Tabla 19.3 Valores medios (± DE) de supervivencia de *Lactobacillus casei* libre y encapsulado sometido a condiciones gástricas simuladas

Código de microcápsula	Supervivencia[1] (%)	Supervivencia[2] (%)
Lb libres	6.50 ± 0.0 **a**	0.12 ± 0.0 **a**
MC	22.28 ± 3.1 **bc**	18.03 ± 2 **c**
$MC_{0.1A}$	31.27 ± 0.1 **c**	19.90 ± 0.4 **c**
$MC_{0.1Q}$	16.57 ± 4.9 **bc**	12.33 ± 0.1 **b**
$MC_{0.5Q}$	73.43 ± 0.4 **d**	65.72 ± 1.8 **d**

[1]: Supervivencia de *Lactobacillus casei* sometido a condiciones gástricas simuladas (HCl, pH 2); [2]: Supervivencia de *Lactobacillus casei* después de su exposición secuencial a condiciones gastrointestinales simuladas (HCl, pH 2 y 0.1 % p/v de extracto de bilis porcino). MC: microcápsulas sin recubrimiento; $MC_{0.1A}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de alginato; $MC_{0.1Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.1 % de quitosano; $MC_{0.5Q}$: microcápsulas con recubrimiento de 0.5 % de quitosano. Diferentes super ndices en una columna indican que las medias son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

La supervivencia de células de Lb libres fue menor significativamente a aquellas de células de Lb entrampadas (Cuadro 4), resultado esperado debido al contacto directo de las células de Lb con el HCl. Así, la mayor supervivencia de Lb bajo condiciones gástricas se presentó cuando sus células fueron entrampadas en $MC_{0.5Q}$, con un valor 73.43 % (1.92 × 10^{12} ufc mL^{-1}), lo cual significa apenas una disminución de 0.135 log. Esteresultado comparado con otros estudios permite concluir que las microcápsulas $MC_{0.5Q}$ pueden ser un vehículo de microorganismos probióticos. Los resultados obtenidos muestran que la protección brindada por la matriz de caseína a las células de Lb contra la acción del HCl, fue incrementada sensiblemente mediante el recubrimiento de las MC usando una solución de Q al 0.5 %. Lo anterior, debido probablemente a que el Q es un biopolímero catiónico que contiene numerosos grupos amino en su estructura, los cuales le confieren estabilidad a este biopolímero en medios ácidos y permite que su degradación se desarrolle hasta el colon, por acción de la microflora presente en este sitio (Chavarri *et al*., 2010).

Como se esperaba, las células libres de Lb fueron las que presentaron el menor porcentaje de supervivencia bajo condiciones gastrointestinales simuladas, presentando un valor de 0.12 % (Cuadro 4). Adicionalmente se observó que células de Lb entrampadas en MC y $MC_{0.1A}$ presentaron una supervivencia estadísticamente igual ($p > 0.05$), por lo cual se puede concluir que el recubrimiento con A no confirió mayor protección a Lb ante condiciones gastrointestinales simuladas, en comparación con la proporcionada por MC. Por su parte la protección proporcionada a Lb por parte de las $MC_{0.1Q}$ fue menor que aquella brindada por el resto de las microcápsulas, posiblemente debido a las deficiencias en su estructura ya señaladas. En contraste, las $MC_{0.5Q}$ confirieron la mayor protección a Lb ante condiciones gastrointestinales simuladas, de manera similar a lo observado bajo condiciones gástricas simuladas, con una supervivencia de 65.72 % (1.72 × 10^{12} ufc mL^{-1}), lo que equivale a una disminución de apenas 0.18 log. Al comparar estos resultados con lo informado por Heidebach *et al.* (2009) después de ser sometidos a condiciones gastrointestinales simuladas, puede concluirse que el recubrimiento de las MC usando una solución de Q al 0.5 % mejoró las características de protección de las microcápsulas. Así, la carga celular de Lb en las MC presentó una disminución de 0.75 log, muy semejante a lo reportado por Heidebach *et al.* (2009) para *Lactobacillus paracasei*, mientras que al adicionar el recubrimiento la diminución fue de 0.18 log.

19.22 Concusiones

Se entrampó *Lactobacillus casei* en microcápsulas de caseína gelada enzimáticamente (MC) con y sin recubrimiento a base de quitosano (Q) o alginato de sodio (A), obteniéndose eficiencias de entrampamiento que variaron de 96.08 a 104.05 %.

El diámetro y el porcentaje de rendimiento de las microcápsulas fueron afectados por el tipo y la concentración de biopolímero en la solución usada para su recubrimiento. Así el diámetro varió de 104.8 µm ($MC_{0.5Q}$, recubierta con una solución de Q al 0.5 %) a 142.20 µm (MC, microcápsulas de caseína sin recubrimiento), y el porcentaje de rendimiento estuvo en el rango de 74.8 % ($MC_{0.1Q}$) a 96.36 % ($MC_{0.1A}$).La morfología de la microcápsulas fue esférica con superficie lisa y homogénea, a excepción de las $MC_{0.1Q}$, las cuales presentaron la forma de agregados amorfos de partículas de caseína gelada enzimáticamente, con fisuras en su superficie. La microestructura interna de todas las microcápsulas fue semejante a la de la cuajada de un queso fresco, pudiendo observarse la presencia de células de *Lactobacillus casei*. La protección brindada por las microcápsulas a *Lactobacillus casei* contra condiciones gastrointestinales simuladas varió de acuerdo al tipo y concentración del biopolímero usado para su recubrimiento. Las microcápsulas recubiertas con una solución de Q al 0.5 % ($MC_{0.5Q}$) confirieron la mayor protección, obteniéndose porcentajes de supervivencia de 73.43 % después de su exposición a condiciones gástricas simuladas y de 65.72 % después de su exposición secuencial a condiciones gástricas simuladas y a la acción de sales biliares.

19.23 Referencias

Agrawal, R. (2005). Probiotics: An emerging food supplement with health benefits. Food Biotechnology. Volume 19, Issue 3: 227-246.

Anal, A., Singh, H. (2007). Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. Trends in Food Science & Technology, 18(5): 240-251.

Anderson DB, McCracken VJ, Aminov RJ, Simpson JM, Mackie RJ, Vestegem MWA. Gaskins HR (2000). Gut microbiology and growth promoting antibiotics in swine. Pig News and Information; 20:115N-122N, AOAC International. (1999). Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC International, USA.

Araya, M., Morelli, L., Reid, G., Sanders, M. E., Stanton, C., Pineiro, M., Ben-Embarek, P. (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, London (Ontario, Canada) April 30 and May 1. ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/wgreport2.pdf. Consultada 03-05-10.

Augustin, M. A. (2003). The role of microencapsulation in the development of functional dairy foods. Australian Journal of Dairy Technology, 58 (2), 156-160.

Bansal, N.; Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H. (2007). Aggregation of rennet-altered casein micelles at low temperatures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 55, no. 8, p. 3120-3126.

Brinques, G. B. and Záchia A. M. A. (2011). Effect of microencapsulation on survival of Lactobacillus plantarum in simulated gastrointestinal conditions, refrigeration, and yogurt. Journal of Food Engineering 103 (2011) 123–128.

Carteris, W. P., Kelly, P. M., Morelli, L., Collins, J. K. (1998). Development and application of an in vitro methodology to determine the transit tolerance of potentially probiotics Lactobacilli and Bifidobacterium species in the upper human gastrointestinal tract. Journal of Applied Microbiology, 84(5), 759–768.

Castro, G., Valvuena, E., Sanchez, E., Briñez, W., Vera, H. y Leal M. (2008). Comparación de modelos sigmoidales aplicados al crecimiento de Lactococcus lactis subsp. Lactis. Revista científica, septiembre-octubre, año/vol. XVII, numero 005, Maracaibo, Venezuela, pp. 582-588.

Champagne, C.P., Lacroix, C., and Sodini-Gallot, I. (1994). Immobilised cell technologies for the dairy industry. Crit.Rev. Biochem. 14: 109-134.

Champagne, C. P. and Fustier, P. (2007). Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. Current Opinion in Biotechnology 18(2): 184-190
.

Chávarri, M., Marañón, I., Ares, R., Ibáñez, F. C., Marzo, F. and Villarán, M. C. (2010). Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate-chitosan capsules improves survival in simulated gastro-intestinal conditions. International Journal of Food Microbiology 142 (2010) 185–189.

Crittenden, R., Weerakkody, R., Sanguansri, L. and Augustin, M. (2006). Synbiotic microcapsules that enhance microbial viability during nonrefrigerated storage and gastrointestinal transit. *Appl Environ Microbiol*ogy 72,2280–2282.

Doleyres, Y. and Lacroix, C. (2005). Technologies with free and immobilised cells for probiotic bifidobacteria production and protection. Int Dairy J 15, 973–988.

Fox, P. F., T. P. Guinee, T. M. Cogan, and P. L. H. McSweeney. (2000). Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

Friberg, S.E.(1997). Food Emulsions: Third edition, revised and expanded. Friberg, S.E y Larsson, K. New York: MarcelDekker, Inc.

Hansen, L. T., Ian-Wotjas, P. M., Jin, Y. L. and Paulson, A. T. (2002). Survival of Ca-alginate microencapsulated Bifidobacterium spp. In milk and simulated gastrointestinal conditions. Food Microbiology, 19 (1), 35-45.

Modelado matemático para solucionar problemas de gestión de recursos en la industria

María De la Llave & José De Ita

M. Llave & J. De Ita
Universidad Tecnológica de Huejotzingo, Real San Mateo, Santa Ana Xalmimilulco, Puebla.
alondra.procesosuth@gmail.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

This paper presents the results of an applied research and technology transfer project focused on serving diverse needs of the productive sector of the influence zone of the UTH, related to resource management and operation of production processes of micro, small and medium companies, by using mathematical models of Operations Research, such as Linear and Integer Linear Programming, Goal programming, Dynamic Programming and PERT-CPM. The issues to address include the allocation of resources (human, material and technological), production lines distribution, distribution routes (logistics), distribution / warehouse management, product mix and inventory policies.

The project was divided into two stages, the first consisting of the study of contextual and conceptual frameworks, and the second by the application of quantitative methods and mathematical modeling itself on attention to the specific needs found in the previous stage.

20 Introducción

La tradición de Puebla como un estado industrial y económicamente fuerte, se funda en raíces tan añejas como la misma fundación de la capital del estado en 1531. Las primeras instalaciones industriales en lo que hoy es la capital poblana fueron la fábrica textil La Guía y la curtiduría de piel El Tigre, ambas consideradas industrias pioneras en la Colonia Industrial de Puebla y que fueron edificadas en el predio donde actualmente se ubica el Centro Comercial Paseo de San Francisco, cuyo primer propietario fue García de Aguilar en 1533.

Como es de esperarse, la industria fue adaptándose a la evolución social y tuvo por tanto que dejar las antiguas prácticas de administración de recursos, para hacer uso de técnicas con bases científicas y herramientas automatizadas para la toma de decisiones y la gestión de sus medios productivos; así nace la Investigación de Operaciones como disciplina, primero con aplicación militar y luego llevada al ámbito industrial, donde presentó resultados extraordinarios en la optimización del manejo de recursos.

Este trabajo, se centra en los usos que de esta disciplina pueden realizar micro y pequeñas empresas poblanas para solucionar problemas relacionados al manejo de sus recursos, optimizando así los resultados de su operación con un mínimo de inversión financiera.

En cuanto a la estructura del documento, se encuentra en inicio la descripción de la metodología empleada para desarrollar el proyecto, misma que puede ser dividida en el estudio del contexto de la industria poblana, una etapa de identificación y selección de necesidades genéricas y la generación de modelos matemáticos que atiendan las necesidades detectadas. Finalmente se presenta un esbozo de los resultados obtenidos, así como la discusión y las conclusiones.

20.1 Método

El desarrollo del trabajo consiste principalmente en las etapas que a continuación se enuncian y desarrollan:

a) Estudio y análisis de la industria poblana como marco contextual.
b) Identificación de necesidades genéricas en la industria y depuración.
c) Generación de modelos matemáticos correspondientes a las necesidades que fueron identificadas en la etapa anterior.

20.2 Estudio general de la Industria poblana

El Estado de Puebla se encuentra estratégicamente localizado en el centro sur del país, a 120 kilómetros de la Ciudad de México y a 300 kilómetros del puerto internacional de Veracruz. Cuenta con un aeropuerto internacional y un puerto seco que será un centro logístico y aduanal. Tiene una población de más de 5 millones de habitantes y un clima de 21°C promedio al año que favorece la producción de productos agrícolas. Los sectores más importantes en el estado son: automotriz y autopartes, metalmecánica, química, plásticos, textil y confección, muebles, alimentos frescos y procesados, artículos de decoración, mármol, minería y tecnologías de información (Secretaría de Economía, 2011).

De entre todas las actividades económicas en el Estado de Puebla, y de acuerdo con la información proporcionada en el Censo económico 2009 del INEGI, se tienen los siguientes porcentajes de aportación al PIB estatal por actividad:

Actividades primarias: 4.93%
Actividades secundarias: 31.89%
Actividades terciarias: 63.18%

Es claro que el sector de actividades terciarias es el que más aporta al PIB del Estado, sin embargo, el análisis por sector indica que las industrias manufactureras (de actividades secundarias) se ubican en primer lugar de aportación con el 25.14%, y son seguidas a continuación por sectores de actividades terciarias, quedando en el segundo lugar global el sector de Comercio, restaurantes y hoteles con 16.77%; en tercero los Servicios financieros e inmobiliarios (15.89%) y en cuarto el sector de transportes e información en medios masivos (11.17%).

20.3 Industria manufacturera

El Estado está subdividido en siete regiones socioeconómicas que presentan muy variados niveles de crecimiento económico, debido, principalmente a que la más alta concentración de industrias manufactureras se presenta en una sola de las regiones, a saber la Región Angelópolis, misma que agrupa a los municipios poblanos más prósperos (Amozoc, Cuautlancingo, Huejotzingo, Puebla y San Martín Texmelucan) y en los que se encuentran instaladas 13 de las 15 zonas industriales del Estado.

Todos los corredores industriales del Estado de Puebla se encuentran ubicados estratégicamente a lo largo de la Autopista México – Puebla – Veracruz, que es considerada como "la carretera más activa y moderna de todo el sureste del país" (Colliers, 2008). Por otra parte, cinco de los 15 desarrollos industriales reportados por el INEGI en 2010 instalados en el Estado de Puebla, se ubican en la zona de influencia de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo, uno en el municipio de San Martín Texmelucan (Parque Industrial Área Uno) y los cuatro restantes en Huejotzingo (Área Cuatro, Ciudad Textil, El Carmen y San Miguel).

La industria manufacturera en Puebla, ocupaba en 2011 un promedio anual de 102,928 personas y llegando a un máximo de 104,549 en Noviembre del mismo año. Para Febrero de 2012 el personal ocupado total de la industria manufacturera ascendió a 105,111, cifra máxima de personal ocupado desde 2009 en este sector (INEGI, 2012).
Del personal ocupado en la industria manufacturera en Puebla en Febrero de 2012, 36,633 se ocupaban en fabricación de equipo de transporte; 11,881 en la fabricación de prendas de vestir y 12,394 en la industria alimentaria (ídem).

20.4 Actividades terciarias

Dentro de las actividades terciarias en el Estado de Puebla, los primeros tres lugares por su porcentaje de aportación el PIB estatal (2009), son:

1. Comercios, restaurantes y hoteles con el 16.77%,

2. Servicios financieros e inmobiliarios, que aportan el 15.89%,

3. Transportes e información en medios masivos con el 11.17%.

Para el primer trimestre de 2012, 1,219,000 personas (51.6% mujeres, 48.4% hombres) se ocupaban en actividades económicas correspondientes al sector terciario , mientras que los sectores primario y secundario ocupaban a 550,000 y 619,000 personas respectivamente; cabe señalar que el sector terciario creció el 3.1% en el segundo trimestre de 2011.

20.5 Identificación de necesidades genéricas

Derivado del estudio de las características de la industria y las empresas asentadas en la región de influencia de la UTH, se identifican las necesidades siguientes como comunes a empresas de todos los tamaños y sectores:

1. Mezclas: de productos para su producción y/o envío; de componentes (ingredientes, sub-ensambles, etc.) para la producción de un bien.

2. Asignación de horarios y/o cargas de trabajo a personas y/o estaciones productivas.

3. Definición de rutas de distribución que reduzcan tiempo / costo.

Los modelos matemáticos se plantean como genéricos para dar atención a las necesidades arriba mencionadas, y pueden ser adaptados a casos específicos contando con la información correspondiente.

20.6 Modelado matemático

Las fases principales para la implementación de la Investigación de Operaciones en la práctica son de acuerdo con Taha (2004):

1. Definición del problema. Implica definir el alcance del problema investigado y debe identificar tres elementos principales: descripción de las alternativas de solución, determinación del objetivo de estudio y especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema.

2. Construcción del modelo. Equivale a la traducción del problema definido a relaciones matemáticas; en caso de sistemas muy complejos puede ser necesaria la simplificación del modelo y utilizar técnicas heurísticas.

3. Solución del modelo. Es la fase más sencilla, pues consiste en el empleo de algún algoritmo de optimización bien definido.

4. Validación del modelo. Comprueba que el modelo propuesto hace lo que se quiere que haga; para esta comprobación se hace uso de datos históricos como referencia y en caso de sistemas nuevos se utiliza la simulación.

5. Implementación de la solución. Es una nueva etapa de traducción, en este caso los resultados obtenidos son traducidos en instrucciones de operación.

El desarrollo de los modelos matemáticos comprende, en los casos 1 (Mezclas) y 2 (Asignación de horarios y/o cargas de trabajo), la identificación de las variables de decisión, los parámetros y las restricciones; mientras que en el caso 3 (Definición de rutas), se recomienda la selección de los algoritmos de modelos de redes, la selección dependerá de las características específicas del problema, adicionalmente a la previa identificación de las variables de decisión y la comprensión clara del objetivo.

a) Modelo matemático para problemas de mezclas: En la descripción modelo para problemas de mezclas descritos a continuación, se utilizará el término “producto” para referirse al producto final, pudiendo ser este un componente o sub-ensamble de un producto mayor; y el término “componente” para referirse a los materiales, materias primas, ingredientes, componentes o sub-ensambles que en conjunto y después de procesados forman el producto terminado.

Identificación de las variables de decisión y los parámetros del problema

n = Cantidad de diferentes productos.

x_i = Productos que deben producirse o distribuirse, $i = [1, n]$

D_i = Demanda del producto *i*.

K_i = Capacidad de producción del producto *i*.

C_i = Costo unitario de producción del producto *i*.

U_i = Utilidad (o beneficio) unitaria generada por el producto *i*.

U_i

th_i = Tiempo hombre unitario de proceso o traslado del producto *i*.

T = Tiempo – hombre total disponible para la producción o traslado.

tm_i = Tiempo máquina unitario de proceso o traslado del producto *i*.

Tm = Tiempo – máquina total disponible para la producción o traslado.

rm_i = Requerimiento unitario de material para el producto *i*.

m = Material disponible para la producción.

Definición de las restricciones y la función objetivo

a) Restricción de empleo de materiales (para cada material necesario): $S rm_i \pounds m$

b) Restricción de tiempo – hombre (para cada especialidad de la mano de obra): $S th_i \pounds T$

c) Restricción de tiempo – máquina (para cada centro de trabajo): $S tm_i \pounds Tm$

d) Restricción de demanda (de cada producto): $x_i \pounds D_i$

e) Restricción de capacidad de producción (de cada producto): $x_i \pounds K_i$

f) Restricción de no negatividad: $x_i \, ^3 \, 0$

g) Función objetivo, aplica una y sólo una de las siguientes, según las necesidades de la empresa: para maximizar la utilidad SU_i o para minimizar el costo de producción SC_i

b) Modelo matemático para asignación de horarios y/o cargas de trabajo: En este modelo se utiliza el término "trabajador" para referirse a) a la mano de obra, o b) a los centros de trabajo; de esta manera con un solo modelo pueda resolverse la cuestión de la asignación de trabajadores en empresas con múltiples tipos de trabajadores y múltiples turnos y la cuestión de la asignación de trabajos en empresas con centros de trabajo de múltiples tipos y tiempos de proceso variables.

Identificación de las variables de decisión y los parámetros del problema

n = Cantidad de diferentes empleados o centros de trabajo.

x_i = cantidad de trabajadores tipo i que deben asignarse, donde $i = [1, n]$

t_{ai} = Cantidad de trabajadores tipo *i* requeridos en el horario *a*.

T_a = duración del turno a

a = cantidad de turnos

j_i = duración de la jornada del trabajador tipo i

T = Cantidad total de trabajadores.

C_i = Costo unitario de hora hombre por tipo de trabajador.

h_i = Horas hombre por tipo de trabajador.
H = Horas totales de trabajo requeridas.

d_i = Horas de descanso permitido por tipo de trabajador.

D = Horas totales de descanso permitidas.

Definición de restricciones y función objetivo

a) Restricción de cantidad permitida de trabajadores o centros de trabajo (para cada tipo de trabajador o de centro de trabajo): $St_i \pounds T$

b) Restricción de asignación de horas hombre: $Sh_i \pounds H$

c) Restricción de tiempo para descansos: $Sd_i \pounds D$

d) Restricción de requerimiento total de personal en el turno (por cada turno): $x_i = t_{ai}$

e) Restricción de no negatividad y enteros: X_i ³ $0, enteras$ para $i = [1, n]$

f) Función objetivo: Minimizar la plantilla de trabajo y su costo asociado $\min Z = SCX_i$

c) Modelo matemático para selección de rutas de distribución: Este tipo de problema es comúnmente abordado y solucionado con algún método de optimización de redes, por ser más sencillos; sin embargo, es posible diseñar el modelo genérico de PL y resolverlo utilizando las herramientas y aplicaciones informáticas apropiadas, disminuyendo así el tiempo dedicado a cálculos, la principal desventaja de las soluciones algebraicas. El modelo matemático debe garantizar que se cumple con demanda y oferta minimizando el costo total de traslado entre lo que serían estaciones en las rutas de distribución.

Identificación de las variables de decisión y los parámetros del problema

X_{ij} = cantidad de material que debe fluir del nodo *i* al nodo *j*

n = cantidad de nodos.

se_j = flujo (salidas - entradas) del nodo *j*, donde $j = [1, n]$

A = cantidad de arcos (rutas entre uno y otro nodo).
a_{ij} = arco o ruta del nodo fuente *i* al nodo destino *j*.

C_{ij} = costo unitario de traslado del nodo fuente *i* al nodo destino *j*.

O_i = capacidad de envío (oferta) de los nodos fuente.

D_j = demanda de envío de los nodos destino.

k_{ij} = capacidad mínima de traslado de la ruta entre el nodo fuente *i* y el nodo destino *j*.

K_{ij} = capacidad mínima de traslado de la ruta entre el nodo fuente *i* y el nodo destino *j*.

Definición de restricciones y función objetivo

a) Restricción de flujo (para cada nodo): $\Sigma X_{jk} - \Sigma X_{ij} = f_j$

b) Restricción de capacidad de la ruta (para cada ruta): $k_{ij} \leq X_{ij} \leq K_{ij}$ [1]

c) Función objetivo: Minimizar el costo asociado al traslado de mercancías $\min Z = SCX_i$

20.7 Resultados

Como primero de los resultados del estudio se tiene el conocimiento general de la industria poblana y sus características principales; en segundo lugar se tiene la identificación de necesidades comunes en distintos sectores de la industria en Puebla, mismos que no tienen distingo en función del tamaño de la organización. Las necesidades identificadas se resumen en, problemas de mezclas de productos y de componentes, asignación de horarios y/o cargas de trabajo a personas y/o estaciones productivas y definición de rutas de distribución que reduzcan tiempo / costo.

En tercer lugar en orden de aparición, y primero en orden de importancia, se tiene el desarrollo de modelos matemáticos genéricos de programación lineal para el problema de mezclas y el problema de asignación de horarios y/o cargas de trabajo, así como para el problema de selección de rutas de distribución.Cabe señalar que como un resultado adicional, el modelo de mezclas fue aplicado en Interpack Puebla, una microempresa poblana que ofrece servicios de mensajería y paquetería internacional de Puebla a la costa noreste de los Estados Unidos de Norteamérica, y que a partir de esta aplicación se realizó la validación del modelo.

20.8 Discusión

Lo anteriormente expuesto deja de manifiesto que las necesidades de las empresas no requieren obligatoriamente de grandes inversiones de capital en forma de equipo e infraestructura sofisticados para su satisfacción; la mayoría de las veces, lo único realmente necesario es hacer uso de metodologías, técnicas y/o herramientas cuyo recurso singular e imprescindible es el conocimiento.

Es obligación básica de las instituciones educativas aportar a la industria un tipo de soluciones en las que el capital intelectual que ambas albergan sea exhaustivamente aprovechado, logrando que los beneficios sean bilaterales, mutuamente incluyentes y potencializados.

La industria y la academia deben ser conscientes de que la justificación para dedicar la mayor inversión a recursos distintos del intelectual, se tiene únicamente una vez que estos han sido agotados y la única manera de mantener la mejora es la recurrencia a medios de otro tipo, tales como la tecnología de punta.

---

[1] Esta restricción puede descomponerse (para cada ruta) en las siguientes dos restricciones $X_{ij} \leq K_{ij}$ y $X_{ij} \geq k_{ij}$

20.9 Conclusiones

La zona de influencia de la UTH, es una región que alberga al menos cuatro zonas industriales, en las que las empresas presentes se dedican principalmente a la manufactura de autopartes, metalmecánica y productos textiles, en estas zonas la mayoría de las empresas son medianas sin que sea raro encontrar empresas grandes, de capital y tecnología extranjeros pertenecientes a corporativos internacionales; no obstante, existe también una gran cantidad de micro y pequeñas empresas en la región, que tienen por principales ocupaciones la maquila de prendas de vestir, el comercio, actividades agropecuarias y transporte.

En todos los casos, las empresas hacen frente a una serie de problemáticas que tienen como factor común la asignación y empleo de sus recursos productivos, así tenemos, que en todos los casos las organizaciones enfrentan la necesidad de asignar los recursos productivos de manera que la actividad resulte lo menos costosa y más redituable posible; los recursos a asignar pueden clasificarse básicamente en materiales, tecnológicos, de tiempo y de personal.

Los problemas de asignación de recursos son fácilmente representados y estudiados mediante modelos matemáticos genéricos que pueden ser adaptados a situaciones y necesidades particulares, éstos modelos pueden ser resueltos mediante algoritmos –típicamente iterativos– simples para los que existe una cantidad importante de programas y aplicaciones informáticas, en muchos casos a muy bajo costo (por ejemplo, Tora está disponible en la versión estudiantil al adquirir el libro) y en otros más de licencia libre (por ejemplo WinQSB), de esta manera, con muy poca inversión monetaria, los micro y pequeños empresarios de la región pueden disponer de medios apropiados y suficientes para mejorar la administración de sus recursos y así obtener los correspondientes beneficios de una buena gestión.

20.10 Referencias

Colliers International. (2008). Ciudad de Puebla. The Knowledge Report, Reporte Industrial, Primer semestre 2008.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2012). Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2010). Anuario Estadístico del Estado de Puebla 2010. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2009). Anuario Estadístico del Estado de Puebla 2009. México.

Secretaría de Economía – ProMéxico, Inversión y Economía. (2011). México Investment Map: Puebla. México.

Taha, Hamdy. (2004). Investigación de Operaciones. Pearson – Prentice Hall. Séptima edición. México.

Reducción de desperdicio utilizando las 8 disciplinas en el ensamble de cánula dentro de una industria médica

Florentina Méndez, Miriam Ruiz, Rosa Elba y José Torres

F. Méndez, M. Ruiz, R. Elba y J. Torres.
Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Avenida Universidad Tecnológica # 3051, Colonia Lote Bravo II
Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32695.
miriam_ruiz@utcj.edu.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

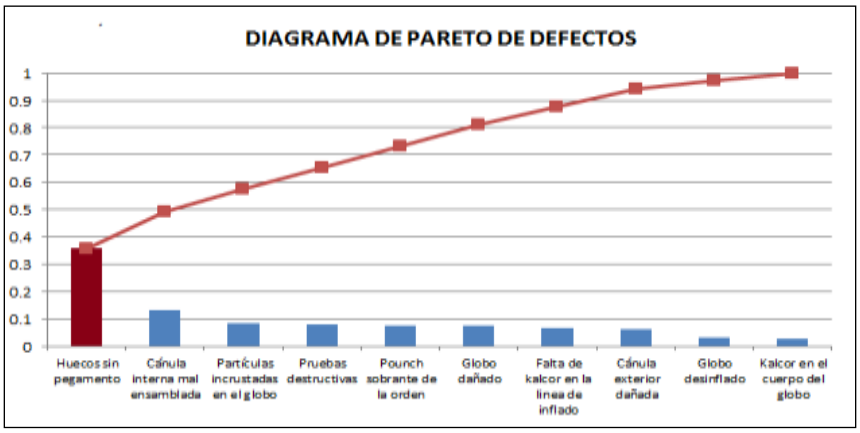
Abstract

This article presents the project results to reduce waste by using tools of continuous improvement and lean manufacturing. The problem exists in a Company dedicated to medical products, specific in the cannula head assembly that has been delivering products with holes without glue, producing 216 pieces of waste per day transformed into costs, it's represent $ 275.60 dollars daily. To search for the root cause of the problem, by using the technique of the 8-Disciplines, this was proposed by the company FORD as a technique that offers a comprehensive approach to problem solving. This article is drawn from an Industrial stay program, and it was required for the completion of studies and Process Engineering Industrial Operations at the Technological University of Ciudad Juarez.

21 Introducción

Este proyecto de mejora continua nació de la necesidad de minimizar el desperdicio generado en la empresa COVIDIEN MMJ, siendo el propósito del mismo utilizar la metodología de manufactura esbelta, con el objetivo de detectar y reducir el desperdicio que más está afectando al área de producción de esta empresa. Mediante un análisis de gráfico de Pareto se determinó que el problema de mayor incidencia observado en el área de producción es el desperdicio por huecos sin pegamento en la unión de la cabeza a la cánula (ver Figura 1). Con este tipo de desperdicio la empresa está perdiendo $275.60 dólares diarios, lo que justifica un análisis de causa raíz del problema utilizando la herramienta de las 8-Disciplinas, herramienta propuesta por Ford que según Reyes (2004) ofrece un enfoque integral para la solución de problemas, partiendo desde la selección del equipo de trabajo, las medidas de contención hasta el programa para implementar la solución en piso y confirmar su efectividad.

Grafico 21 Diagrama de Pareto de los desperdicios.



21.1 Metodología de manufactura esbelta para la reducción del desperdicio

Como lo menciona Díaz del Castillo (2009) la manufactura esbelta tiene varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere, reduciendo desperdicios y mejorando las operaciones. La manufactura esbelta nació en Japón en la década de 1950 y fue concebida por los grandes gurús del sistema de producción Toyota entre los que destacan William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eiji Toyota. Y de acuerdo a Pineda (2004) el sistema de manufactura esbelta se ha definido como una filosofía de excelencia basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- La mejora continua: Kaizen.
- La mejora consistente de productividad y calidad.

La técnica de las 8-Disciplinas está conformada por las siguientes fases:

- D1: Formación de un equipo de expertos que cubran todas las funciones.
- D2: Definición del problema.
- D3: Implementar y verificar una acción de contención provisional.
- D4: Identificar y verificar la causa raíz.
- D5: Determinar y verificar las acciones correctivas permanentes.
- D6: Implementar y verificar las acciones correctivas permanentes.
- D7: Prevenir la recurrencia del problema y/o su causa raíz.
- D8: Reconocer los esfuerzos del equipo.

21.2 Desarrollo del proyecto

Una vez identificado el problema de mayor incidencia mediante el análisis del gráfico de Pareto, se procedió a establecer los pasos requeridos para el análisis de la causa raíz utilizando las 8-Disciplinas y con ello la identificación de la solución del problema de desperdicio provocados por los huecos sin pegamento en la unión de cabeza y cánula. Pasos que son presentados a continuación:

21.3 Formación de un equipo de expertos que cubran todas las funciones

El equipo de expertos multifuncional creado incluyó personal de los siguientes departamentos:

- Departamento de producción.
- Departamento de quejas de cliente.
- Departamento de ingeniería de calidad.
- Departamento de ingeniería de manufactura.

21.4 Definición del problema

Para definir el problema se decidió utilizar una técnica de interrogatorio, definida por la Oficina Internacional del Trabajo (2005) como el medio para efectuar el examen crítico, sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas, en la que se resuelven las preguntas planteadas según el problema descrito.

Tabla 21 Definición del problema mediante cuestionamientos

PROPÓSITO	Producto:	Cánula reusable.
	Proceso:	Pegado de cabeza a cánula.
	Defecto/Problema:	Desperdicio por huecos sin pegamento en la unión de cabeza a cánula.
	¿Qué?	¿Qué producto es? Cánula para una traqueotomía.
SUCESIÓN	¿Cuándo?	¿Es continuo o intermitente? El problema es intermitente, de cada 2000 piezas producidas se obtienen 216 piezas con huecos sin pegamento después de 15 minutos de secado. ¿Fue en el arranque? El problema se presenta durante todo el turno. ¿Fue antes o después del cambio de modelo? El problema se presenta en los modelos reusables y desechables.
LUGAR	¿Dónde?	¿Dónde se observó el problema? El problema se observó en la estación de inspección del proceso, previa a la operación de pegado de línea de inflado. ¿En qué momento se observó el problema? Los huecos sin pegamento se presentaron después de los 15 minutos de secado y fueron observados en la unión de cabeza y cánula. ¿Es posible identificar el área que produce el defecto? Revisando las áreas se determinó que el defecto se produce en la estación de ensamblado de cabeza a cánula, cuando se coloca la cánula en un candado para sujetar la unión durante 15 minutos, una vez transcurrido este tiempo se inspecciona la pieza y es ahí donde se detecta el problema de calidad de huecos sin pegamento (ver Figura 2).
PERSONA	¿Quién?	¿Quién detecto el problema de calidad? El problema fue detectado por el operador de la estación al momento de retirar la lámina de sujeción de la pieza. ¿El problema de calidad es provocado por desconocimiento del método de producción? El problema se presenta con los operadores que conocen y están entrenados en el proceso. ¿El problema de calidad solo se presenta en un turno de producción? Viendo los reportes, el desperdicio por el defecto se presenta tanto en el primer turno como en el segundo turno.
MEDIO	¿Cuáles?	¿Cuáles son los medios utilizados para detectar el problema de calidad? La tendencia del problema se identifica graficando los defectos en hojas de calidad que se llenan diariamente.
	¿Cómo?	¿Cómo sucede el problema de calidad en la operación? Aparentemente, la lámina utilizada en la herramienta de sujeción es muy flexible y es precisamente este problema de sujeción el que probalbemente está provocando el problema de calidad.

Figura 21 Presencia de huecos sin pegamentos

21.5 Implementar y verificar una acción de contención provisional

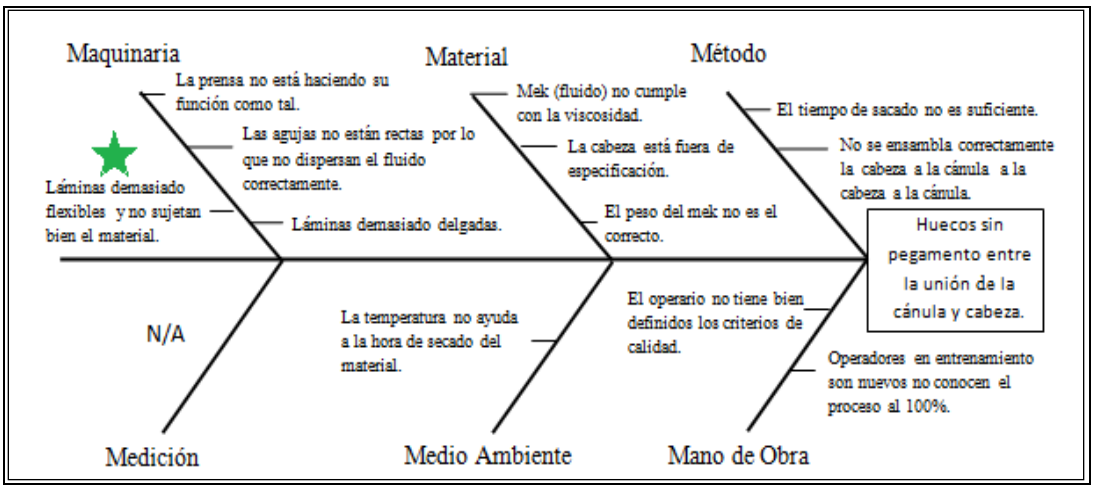
Acción de contención

- Junta informativa al personal que está involucrado en el proceso.
- Acción de contención agregando dos estaciones para inspeccionar al 200% y asegurar que el material este libre de huecos sin pegamentos antes de ser empacado y enviado al cliente.

21.6 Identificar y verificar la causa raíz

Para el análisis de la causa raíz se utilizó el diagrama de causa y efecto desarrollado por Kaoru Ishikawa en 1943. Los diagramas de causa y efecto son dibujos que constan de líneas y símbolos que representan determinada relación entre un efecto y sus causas, la Figura 21.2 presenta el diagrama de causa y efecto para el problema de calidad estudiado, en el que se puede observar que la causa raíz que está originando el problema, son las láminas sujetadoras en el área de secado.

Figura 21.2 Análisis de causa raíz



21.7 Determinar y verificar las acciones correctivas permanentes

En la fase anterior se identificó como causa raíz del problema de calidad a las láminas sujetadoras en el área de secado las cuales son demasiado flexibles y no están sujetando de forma adecuada al producto durante los 15 minutos que dura el proceso de secado. Por ello se implementaron las siguientes medidas:

Acción de contención

1. Retroalimentar al personal en el proceso de acuerdo al procedimiento de trabajo.
2. Inspección al 200% para segregar producto no conformante antes de empacar el producto.
3. Detener la producción de una fuente conocida del problema hasta que sea implementada una acción correctiva.

Acción correctiva

Como acción correctiva se propuso el cambio de 350 láminas sujetadoras para las herramientas y se programó una corrida de producción especial para evaluar los resultados para posteriormente tomar la decisión de reemplazar la totalidad de las láminas presentes en las herramientas.

21.8 Implementar y verificar las acciones correctivas permanentes

Se remplazaron las láminas con calibre número 18 (ver Figura 21.3) y se realizó una corrida de producción en cantidad similar al volumen diario, obteniéndose 65 piezas no conformantes (anteriormente se obtenían 216 piezas no conformantes) con estos datos se realizó un análisis estadístico de 2-Proporciones, resultando una mejor proporción de productos no conformantes con las nuevas láminas de sujeción, por lo que calidad decidió aceptar el cambio de las láminas de sujeción para las herramientas restantes.

Figura 21.3 Herramientas de sujeción con lámina de sujeción instalada

La Figura 21.4 muestra los resultado obtenidos en la prueba de dos proporciones, como se puede observar en los resultados, es posible concluir que existe diferencia significativa en los niveles de calidad obtenidos antes y después de la implementación de la mejora (P < alpha, considerando un alpha de 0.05), siendo la implementación de la lámina sujetadora la que ofrece mejores resultados, es decir tiene menor cantidad de productos defectuosos.

Figura 21.4 Resultado de prueba de 2-Proporciones

Test and CI for Two Proportions

```
Sample    X     N  Sample p
1       216  2000  0.108000
2        65  2000  0.032500


Difference = p (1) - p (2)
Estimate for difference:  0.0755
95% CI for difference:  (0.0598338, 0.0911662)
Test for difference = 0 (vs not = 0):  Z = 9.45  P-Value = 0.000

Fisher's exact test: P-Value = 0.000
```

21.9 Prevenir la recurrencia del problema y/o su causa raíz

Para evitar la recurrencia del problema de calidad se diseñó un Poka-Yoke que nos permitiera medir la altura al insertar las piezas en el sujetador, asegurando de esta forma el sujetado del material de forma correcta y en caso de presentarse una sujeción no correcta, ésta fuera detectada con facilidad.

Figura 21.5 Poka-Yoke y vista del producto en la herramienta de sujeción

Poka-Yoke que mide la altura del clamp.

Vista del producto en el Poka-Yoke.

21.10 Reconocer los esfuerzos del equipo

Una vez implementada la acción correctiva se procedió a reconocer al equipo por los resultados finales, que fueron positivos en el proceso, y a invitarlos a seguir participando en las diferentes mejoras del área.

21.11 Resultados

Anterior al estudio de causa raíz y a la implementación de la metodología de las 8-Disciplinas, para el proyecto de reducción de desperdicios por huecos en la unión de la cabeza a la cánula. Se tenía un porcentaje promedio de productos terminados al compararlos contra los planeados de 81.59%, siendo factor de este nivel la cantidad de productos no conformantes encontrados con huecos sin pegamento. En la Tabla 21.1 es posible observar un grupo de órdenes con el problema de huecos sin pegamentos, estando cerrada cada una de las órdenes con porcentajes menores al 90%.

Tabla 21.1 Porcentaje de cierre de órdenes anterior a la implementación de la mejora

Número de parte	Número de orden	Número de lote	Piezas planeadas	Piezas terminadas	Porcentaje
6 LPC	313192	111101076X	2,000	1,696	84.8%
6DFEN	313193	111101077X	1,000	728	72.8%
8DCT	313190	111101074X	2,000	1,670	83.5%
8PERC	312465	111100350X	1,000	716	71.6%
4DCT	313570	111101456X	2,000	1,713	85.7%
4LPC	313571	111101457X	2,000	1,665	83.3%
8DCT	313574	111101459X	2,000	1,728	89.4%

Una vez implementado el cambio de las láminas sujetadoras, se realizó una comparación de los porcentajes de cierre de órdenes de los productos planeados al compararlos contra los productos terminados obteniéndose un 95.90%, estando desplegados los resultados de estas corridas de producción en la Tabla 21.2

Tabla 21.2 Porcentaje de cierre de órdenes posterior a la implementación de la mejora

Número de parte	**Número de orden**	**Número de lote**	**Piezas planeadas**	**Piezas terminadas**	**Porcentaje**
8DCT	316009	111201617X	2,000	1,924	96.2%
8FEN	316008	111201616X	1,000	949	94.9%
8DCT	316012	111201620X	2,000	1,959	98.0%
8DCT	318624	120200071X	2,000	1,941	97.1%
8DFEN	318631	120200078X	1000	941	94.1%
6LPC	317556	120101391X	2000	1,902	95.1%
8DCT	316009	111201617X	2,000	1,924	96.2%

Asimismo se incrementó la eficiencia de la línea de producción, anterior a la implementación de la mejora el nivel de eficiencia era de 83.33%, alcanzando el nivel de eficiencia el 93.75% una vez implementada la mejora. Otro beneficio obtenido fue la eliminación de dos estaciones de inspección visual requeridas por contención ya que una vez implementado el Poka-Yoke estas inspecciones no tuvieron razón de ser. Las siguientes formulas presentan el porcentaje de la eficiencia anterior y posterior a la mejora en los candados sujetadores.

Resultado de la eficiencia antes de aplicar la mejora.

$$Eficiencia = \frac{240\,\text{minutos/estación}}{(18\,\text{estaciones})(16\,\text{minutos})} = 83.33\% \tag{21}$$

Resultado de la eficiencia después de aplicar la mejora.

$$Eficiencia = \frac{240\,\text{minutos/estación}}{(16\,\text{estaciones})(16\,\text{minutos})} = 93.75\% \tag{21.2}$$

21.12 Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de este proyecto trajeron como beneficio a la línea de ensamble un incremento en la producción, así como una reducción en el número de estaciones, anteriormente se tenían 18 estaciones con la implementación de la contención. Se logró reducir el desperdicio en más del 50%, las órdenes alcanzaron a cerrarse al 95.90% de la cantidad de producción planeada y la eficiencia de la línea alcanzó niveles del 93.75%. Todos estos logros se obtuvieron sin la necesidad de hacer una inversión considerable. Además, con la aplicación de las 8-Disciplinas se esta asegurando el envío de material de alta calidad al cliente y esto esta ayudando a mantener un buen lugar en el mercado para la empresa COVIDIEN MMJ.Asimismo en base a los resultados anteriores se recomienda reproducir este estudio en otras estaciones de trabajo con modelos reusables y desechables que están presentando problemas de desperdicios similares a los analizados en este estudio.

21.13 Referencias

Ishikawa, Kaoru (1997). “Introducción al Control de la Calidad”. Editorial Díaz de Santos. España. ISBN-10 # 8479781726 / ISBN-13 # 978-8479781729.

Reyes, Primitivo (2004). “Manual de Curso de 8-Disciplinas”. Rescatado de: http://icicm.com/files/Cur8Ds.pdf

Oficina Internacional del Trabajo (2005). “Introducción al Estudio del Trabajo”. Editorial Oficina Internacional del Trabajo. ISBN-10 # 9221071081 / ISBN-13 # 9789221071082.

Díaz del Castillo, Felipe (2009). “Lecturas de Ingeniería 6: La Manufactura Esbelta”. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán - Departamento de Ingeniería. México.

Méndez Valentín, Florentina (2012). “Aplicación de Herramientas Lean para la Reducción de Desperdicios en el Área de Pegado de Cabeza a Cánula (COVIDIEN MMJ)”. Tesis de Grado en Ingeniería en Procesos y Operaciones Industriales. Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. México.

Simulador algebraico de matrices. Símatrix

Octavio Sánchez, Gerardo Gutiérrez y Carlos Martínez

O. Sánchez, G. Gutiérrez y C. Martínez
Universidad Tecnológica de Tabasco, Carretera Villahermosa - Teapa Kilómetro 14.6, Fracc. Parrilla II, 86280 Villahermosa, Tabasco
octavio_elias@hotmail.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

In this work involved mathematics teachers who teach matrix algebra topics and all agreed, that the level of difficulty of the problems was not very high for students, but what took a long time, was able to develop problems, that due to the nature of the subject, involves many calculations when operating arrays.

This results in a session is not completed the exercises without lengthy calculations that when you lose interest.After a discussion with teachers came to the conclusion to develop a software with the following features:Intuitive;Show the resolution process validation is performed; Expect to hear voices in solving process problems;With these data we proceeded to software development that meets these requirements;The software has addition, subtraction, multiplication and transpose of a matrix.

In the next phase will introduce systems of equations solution by Gauss Jordan Kramer rule and the inverse of a matrix. All this in order to form a laboratory for teaching mathematics.

22 Introducción

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar el manejo de un simulador algebraico de matrices, el cual ha sido diseñado de acuerdo a las necesidades, que los estudiantes presentan al momento de cursar la materia de álgebra lineal, con esto se pretende proporcionar una herramienta que sea capaz de resolver dudas y que esté disponible en todo momento para los alumnos.

Por la parte académica se cuenta con auto ayuda para que al profesor se le pueda facilitar el uso de esta herramienta y pase a formar parte de su material didáctico en su instrumentación de clases, se aclara que de ninguna forma el simulador sustituirá las explicaciones que el maestro imparte en clases, pero sí que sea de ayuda para generar un mejor ambiente de aprendizaje tanto en el aula como fuera de ella.

22.1 Método

Para el desarrollo del software se utilizo la siguiente metodología: Kendall y Kendall indican las fases para el desarrollo de un sistema de información “gran parte de este enfoque se incluye en el ciclo de vida del desarrollo de sistemas (SDLC, Systems Development Life Cycle). El SDLC es un enfoque por fases para en análisis y diseño cuya premisa principal consiste en que los sistemas se desarrollan mejor utilizando un ciclo de vida especifico del analista y el usuario”.

En lo concerniente a la programación se empleo el Lenguaje de Programación Orientado a Objetos Delphi en su versión 7. En cuanto a las voces que acompañan el software se usó la herramienta Loquendo TTS (Text To Speech – Texto a Voz) 7 Director.

Como se hace mención se utilizó la metodología de Kendall y Kendall la cual consta de los siguientes puntos:

1- Identificación de problemas, oportunidades y objetivos: En esta etapa se aterrizo la problemática, la cual incide en el hecho del bajo aprovechamiento de los alumnos particularmente en las operaciones con matrices. Detectando la oportunidad de desarrollar una software atractivo y amigable para este segmento de usuarios, buscando como objetivo un producto final que sea sencillo pero que a su vez dicha característica otorgue el plus de un manejo amigable y que propicie una atracción hacia este tipo de tareas.

2- Determinación de los requerimientos de información: En este punto los requerimientos son los datos a procesar (repuestas) dadas inicialmente por los profesores que imparten las asignaturas que tienen que ver con los temas de operaciones con matrices, los cuales expresaron la dificultad por la que pasan los alumnos para el aprendizaje.

3- Análisis de las necesidades del sistema de información: En cuanto las necesidades son las características de un software para plataforma Windows y el lenguaje a utilizar, que en este caso se optó por Delphi ya que ofrece muchas herramientas gráficas las cuales serán aprovechadas para atraer la atención de los alumnos.

4- Diseño del sistema recomendado: En esta etapa se llevo a cabo la parte visual, referente a los formularios a ser empleados por los usuarios, siendo a groso modo la salida, la cual debe tener un propósito, el cual es previamente determinando en la fase de los requerimientos de información, no olvidando el hecho de la importancia de la funcionalidad en la salida.

En el caso particular de la aplicación desarrollada no existió problema a diferencia de un sistema de información utilizado por usuarios con propósitos diferentes, dicho atributo a favor permitió el plasmar un diseño lo más atractivo posible para el usuario, no sobrecargando al mismo de información, distribuyendo de manera adecuada la visualización de los elementos que componen la aplicación.

5- Desarrollo y documentación del software.

En el desarrollo del software se usó el paradigma de la programación orientada a objetos.

El programa consta de una primera parte donde el alumno puede obtener una explicación de cómo son las operaciones con matrices.

Por otra parte se cuenta con una pantalla el usuario puede alimentar el programa con valores para las dimensiones de las matrices, así como los valores para los elementos de cada matriz, en esta pantalla el usuario puede elegir entre multiplicar, sumar o restar entre matrices o la conversión de una matriz a su transpuesta, llevándolo paso a paso tanto de manera visual como auditiva.

A continuación se muestran las pantallas donde se realizan las operaciones con matrices:

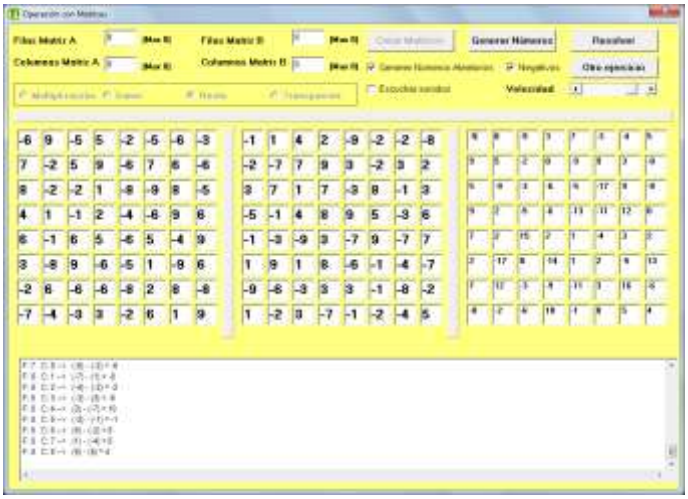
Figura 22

Multiplicación de matrices: El usuario debe indicar las dimensiones de las matrices, aquí el numero de columnas de la matriz A debe ser igual al numero de filas de la matriz B. El programa generará los espacios y los valores de los elementos de la matriz. Opcionalmente se puede escuchar el audio llevando de la mano al usuario en todo momento para la realización de las operaciones.

Figura 22.1

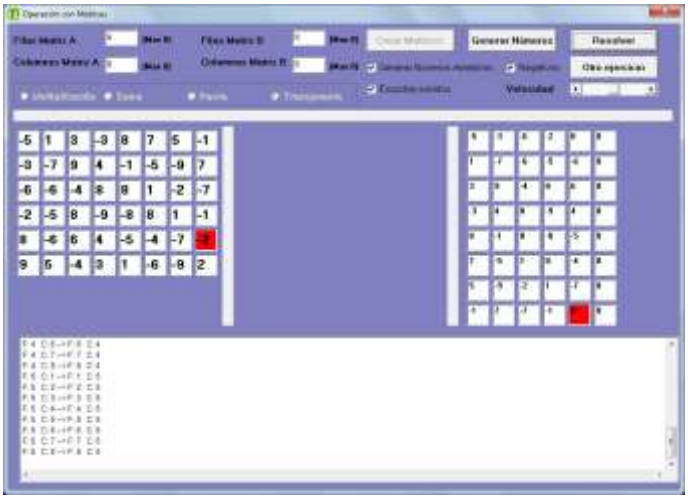
Suma de matrices: El usuario debe indicar las dimensiones de las matrices, para este caso las matrices deben tener el mismoo tamaño. El programa generará los espacios y los valores de los elementos de la matriz. Opcionalmente se puede escuchar el audio llevando de la mano al usuario en todo momento para la realización de las operaciones.

Figura 22.2



Resta de matrices: El usuario debe indicar las dimensiones de las matrices, para este caso las matrices deben tener el mismoo tamaño. El programa generará los espacios y los valores de los elementos de la matriz. Opcionalmente se puede escuchar el audio llevando de la mano al usuario en todo momento para la realización de las operaciones.

Figura 22.3



Suma de matrices: El usuario debe indicar las dimensiones de las matrices, para este caso solo se define el tamaño de una matriz y el programa genera la matriz resultando invirtiendo el numero de filas por columnas y el numero de columnas por filas entre las matrices A y B. El programa generará los espacios y los valores de los elementos de la matriz. Opcionalmente se puede escuchar el audio llevando de la mano al usuario en todo momento para la realización de las operaciones.

22.2 Pruebas y mantenimiento del sistema

En esta etapa se procedió a una sencilla demostración con los profesores que imparten la materia y un grupo de alumnos dentro de nuestra institución.Se concentró un grupo de aproximadamente 20 alumnos que cursan distintos grados de las carreras de Técnico Superior Universitario (TSU), Se procedió a una introducción del tema, captando la atención de los profesores y alumnos con el diseño del programa así como de los audios que lo acompañan.

22.3 Resultados

El producto obtenido es el programa denominado Simulador Algebraico de Matrices: Simatrix el cual ayudará a la mejor comprensión del tema para los alumnos, convirtiéndose en una herramienta para el profesor que le ayudará a que los alumnos tengan una mayor y mejor comprensión de las operaciones con matrices.

22.4 Discusión

El someter a una evaluación previa entre los maestros el símatrix, los profesores sugirieron que había que mejorar la parte de diseño, para que fuese más atractivo para los alumnos, con un entorno más amigable.Por otra parte en el desarrollo lógico, se coincidió que superó las expectativas de desarrollo.Uno de los puntos que los maestros también abordaron fue la de crear un manual de prácticas enfocados al uso del software, para orientar a otros profesores en la forma de potencializar las bondades de esta herramienta. Así mismo se dispuso de implementar cursos de capacitación tanto a docentes como a los alumnos interesados en el manejo de este software.

22.5 Conclusiones

Al tener el software terminado, surge la inquietud de querer incorporar más herramientas hasta tener desarrollado al SIMATRIX, y poder formar un laboratorio de matemáticas que lleve a los alumnos a interesarse más en el estudio del álgebra de matrices.Se considera que se han cumplido de manera satisfactoria el objetivo planteado al inicio de este proyecto, y quedara para una próxima fase la validación y grado de aceptación del SIMATRIX entre la comunidad estudiantil y académica.

22.6 Referencias

Davis, B.G. y Olson, M.H. (1989). Sistemas de información gerencial. México: McGraw-Hill.

Kendall, K. y Kendall, J. (2005). Análisis y Diseño de Sistemas. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Senn, J.A. (1992). Análisis y diseño de sistemas de información. México: Mc Graw Hill.

Schildt, Herbert (2007). Fundamentos de Java. México: McGraw Hill.

Grossman, Stanley (2008), Álgebra Lineal. México: McGraw Hill

Transición de una descarga a cielo abierto en un centro de reciclaje:Estudio en la descarga del municipio de Cuitláhuac Veracruz

Vanessa Gutiérrez & José Chama

V. Gutiérrez & J. Chama
Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Av.Universidad No.350, Carretera Federal Cuitláhuac-La Tinaja, Congregación Dos Caminos., 94910 Cuitláhuac.
vagm_mx@yahoo.com

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Elimination and recycling waste solids in developing countries is one of the major challenges of the public politics and a social priority. Open-dumps in this country still being the principle form to dispose solid waste. This work leads with a proposition to apply a transition from a open dump to a recycle plant, including the adapted separation process, mechanisms and the actual evaluation of the Cuitlahuac open dump which is one of the biggest of the central zone of the state of Veracruz. We show the factibility of the process proposed and the social and economic impacts.

23 Introducción

En México existe un gran retraso en el manejo de residuos sólidos urbanos, se puede mencionar un retraso de casi 100 años con respecto a países a la vanguardia en este tema. En efecto, las técnicas de eliminación de residuos sólidos son en su mayoría descargas a cielo abierto donde no existe control sanitario ni ambiental. Se puede mencionar al mnos 50000 descargas a cielo abierto en el país y más de mil en el estado de Veracruz (Semarnat, Cristán Frías 2004).

El presente trabajo incluye parte de los pasos necesarios para el proceso de eliminación de una de las descargas a cielo abierto más grandes de la zona centro del estado de Veracruz (Cuitlahuac 2010), situada en el municipio de Cuitláhuac, que recibe los residuos sólidos urbanos de diferentes ciudades como son Córdoba, Amatlán, Fortín, Cuitláhuac, entre otros. Como parte de la estrategia para el cierre de descargas públicas y ordenamiento ecológico es necesaria una evaluación previa situacional y ofrecer según esta evaluación una propuesta que pueda dar una solución rápida y accesible (económicamente y físicamente).

23.1 Ordenamiento Ecológico y proceso de transformación de la descarga a cielo abierto del municipio de Cuitláhuac.

El ordenamiento ecológico es una herramienta administrativa que se puede usar por los municipios y estados para agilizar la aplicación de estrategias para las mejoras ambientales y protección del medio ambiente (Semarnat, Kurian, 2004, Reyes 2006). Este proceso de gestión contiene diferentes etapas en las cuales se deben de realizar actividades específicas involucrando en estas últimas, diferentes representantes de la sociedad.

Uno de los objetivos es lograr la transformación de una descarga a cielo abierto donde se pueda aplicar el proceso de ordenamiento ecológico; Que se puede sintetizar en el siguiente esquema:

Figura 23 Etapas del proceso de ordenamiento ecológico

Dentro de estas diferentes etapas es necesario acompañar toda decisión con datos precisos que puedan guiar a la toma de las mejores decisiones. Entre la información importante para poder gestionar los desechos sólidos urbanos y en el caso de un cierre de tiradero a cielo abierto, se encuentra la caracterización de los residuos producidos por la descarga. Este estudio de residuos debe de ser lo más representativo posible incluyendo una estatus cuantitativo y cualitativo. Está información nos permite dar pauta para la toma de decisiones justas, que se integran en la etapa de modificación y formulación.

23.2 Descripción de la descarga

La descarga, centro de nuestro estudio, se encuentra localizada en el municipio de Cuitlahuac Veracruz, en el centro del estado. Su situación geográfica, en un punto de encuentro de diversos ríos y mantos acuíferos, hacen de esta descarga un centro de contaminación altamente peligroso para la naturaleza y para la salud de la población. La figura 23.2, muestra un ejemplo de los ríos superficiales que pasan por este punto.Como se puede observar al menos cuatro ríos con caudal medio están en contacto directo con esta descarga. Y se puede hablar de por lo menos 28 municipios potencialmente afectados por la presencia de esta descarga en la zona.

Figura 23.2 Mapa de recursos hídricos superficiales de la zona centro de Veracruz

Es importante mencionar que la descarga se encuentra prácticamente al pie de estos ríos (ilustración 3). La población directamente expuesta es alrededor de 1000 personas. Los recursos en capas profundas de esta zona son igualmente importantes, podemos mencionar 1380 mm^3 la zona de la cuenca del rio Jamapa-Cotaxtla (INEGI 2010).

La descarga abarca actualmente una zona de 12 Ha, de las cuales actualmente 8 Ha están totalmente ocupadas, dejando solamente 2 Ha libres. La parte más alta y más antigua donde se acumula una gran cantidad de desechos se midió y se obtuvo una altura de 20 m. Esta parte de la descarga es la que se encuentra en borde de río (Río Seco).

Figura 23.3 Imagen de la localización de la descarga

23.3 Método

Diagnóstico de la situación económica cultural e industrial de la zona en cuestión de gestión de residuos sólidos.

Durante esta etapa se evalúa la cantidad de recicladores o intermediarios en la compra- venta de residuos sólidos, que nos ayudarán a justificar si es viable la recolección de estos desechos.

En el proyecto original se incluye una evaluación de gestión de residuos y se amplía este diagnóstico tomando en cuenta aspectos dentro del proceso de reciclaje, que se mencionan a continuación (Nasrabadi, Hoeveidi, 2004):

a) Aspectos industriales relacionados con la transformación de residuos sólidos.
b) Estado de conocimiento de la separación de basura de la población.
c) Instalación del Comité de Gestión de Residuos Sólidos para adecuación según SEMARNAT dentro del proceso de reordenamiento ecológico.

23.4 Encuesta socio-económica

Se generó un cuestionario con el objetivo de conocer el perfil socio-económico de la población de Cuitláhuac para estudiar los hogares en diferentes aspectos. Sabiendo que esta ciudad tiene una población de 16,000 personas con 10,000 hogares, el mínimo de casas encuestadas es de 73, obtenida de la ecuación siguiente:

n = tamaño de la muestra, Z = coeficiente de seguridad (1.96), N = tamaño de la población total, p, q y e son factores de seguridad, p=5%, q=95%, e=5%

Los resultados de esta encuesta nos arrojan datos importantes:

a) Composición de hogares:

46% de los hogares están compuestos de 4-5 personas.

65% de los hogares cuentan con menores de 18 años con una edad promedio de 10 años.

b) Nivel escolar:

La formación escolar de un 75% es de nivel primaria.

c) Acceso telecomunicaciones:El 98% de la población encuestada no cuenta con accesos a internet. Sin embargo, el 100% cuenta con un televisor. El 85% de los hogares cuentan con telefonía móvil.

De esta información se puede deducir en un primer lugar:El tipo de campaña que se debe realizar tomando en cuenta el nivel escolar y la información relacionada con el reciclaje, y los diferentes accesos a telecomunicaciones.

En el caso de grandes ciudades como Córdoba, el nivel socio-cultural es diferente, con mayor acceso a telecomunicaciones (especialmente internet) y un consumo diferente, la estrategia deberá ser adaptada.

23.5 Estudio de Residuos

Composición de la Basura generada en la ciudad de Cuitláhuac:Se realizan diferentes estrategias para lograr identificar las cantidades y composición de los desechos producidos en la zona.Identificación directa de la fuente:En esta parte de nuestro estudio se deben cuantificar y reconocer muy precisamente los desechos generados por la población. Esta clasificación y cuantificación de basura se realizará a las casas previamente encuestadas, durante dos semanas nos darán información importante: Se les pide a los participantes en la encuesta realizar una separación básica de los residuos en orgánico y lo potencialmente reciclable, es decir: plásticos, tetrapack, vidrio, latas, papel.

Se tiene que mencionar que en esta etapa los responsables de la gestión de desechos del municipio serán parte del proyecto así como los recolectores de basura, llevando una formación previa de gestión de desechos.

Tabla 23 Cantidad de basura según orgánico e inorgánico en función del número de habitantes

N° de habitantes	**Potencialmente reciclable kg**	**Orgánico kg**
3	2±	3±
4	3±	5±
5	3.5±	7±

De los resultados mostrados en la tabla 1, se puede deducir que el promedio de kg. de basura producidos por persona es de 1.8 kg. lo que sitúa a esta ciudad arriba del promedio nacional. Sin embargo, se señala que el promedio de kilogramos de basura de tipo orgánico es elevado sin duda por el tipo de población que es rural.

Conteo directo en la descarga de los residuos recién ingresados:Se estudian muestras representativas de los camiones recolectores provenientes de diferentes municipios. Este estudio se realiza haciendo cuadrillado de la cantidad y pesando los elementos que nos interesan. Los resultados se encuentran resumidos en la tabla siguiente:

Tabla 23.1 Proporción de basura en función del tipo de materiales provenientes de diferentes municipios

Proveniencia	PET+ Plásticos Kg.	Tetrapack Kg.	Chatarra+aluminio Kg.	Orgánico Kg.
Yanga	10	7	12	71
Córdoba	62	13	16	90
Cuitláhuac	13	9	10	68

Se observa que la cantidad de material reciclable corresponde al 37% de la basura que ingresa al basurero. El resto de esta basura corresponde a desecho orgánico y bolsas de plástico o pañales.

Figura 23. Etapas para el estudio de basura en la descarga, A) Camión previamente pesado, B) Selección de un porcentaje de la cantidad total, C) Medición por tipo de desecho.

A)

B)

C)

Se estudia en paralelo los residuos provenientes de las diferentes ciudades de la zona monitoreando durante 11 meses, periodo marzo 2011 a febrero 2012.

Tabla 23.2 Basura generada por los diferentes municipios de la zona

Municipio	Número de habitantes	Toneladas/día	Toneladas/año
Córdoba	196,541	188 ± 10	68,620 ± 300
Cuitláhuac	42,268	30 ± 1	10,950 ± 30
Yanga	17,462	7 ± 0.5	2,555 ± 2
Amatlán de los Reyes	26,265	30 ± 1.5	10,950 ± 5
Fortin de las flores	59,761	70 ± 3	25,550 ± 50
Carrillo puerto, Naranjal	16,313 4,500	2 ± 0.2	730 ± 2

Podemos observar que las ciudades que generan una gran cantidad de residuos sólidos son Córdoba y Amatlán de los Reyes por el número de habitantes y el tipo de población, anualmente la descarga recibe entonces más de 100,000 toneladas.

Siguiendo esta descarga al mismo ritmo y con el poco porcentaje de reciclaje realizado, podría estar saturada en 5 años tomando en cuenta el número de Hectáreas disponibles actualmente que son alrededor de 2.

23.6 Interés del Tetrapack

El trabajo de reconocimiento de la basura nos permite en un primer lugar obtener las cifras de la cantidad de Tetrapack que pueden ser recicladas. Este material es mal reciclado debido al mal conocimiento del proceso de transformación. En efecto, el tetrapack es reprocesado para obtener la pasta de papel y recuperar un porcentaje del aluminio en producto secundario como es el "poli-aluminio" (procedimiento Biopappel). Por otra parte, el poco interés de reciclado de Tetrapack viene igualmente por las escasas empresas que realizan este proceso en el país (Hernandez Garcia, 2001).

Así el estudio demuestra que por cada tonelada de basura ingresada en el basurero se puede estimar a 7% del producto Tetrapack que lo compone. Estimando a 23 toneladas por día de Tetrapack que no es reciclado. Se puede entonces justificar gracias a cifras precisas la potencialidad del producto.

El siguiente paso para poder aprovechar este material es la presentación y justificación de la presencia de grandes cantidades a la empresa Tetrapack que estaría en la posibilidad de ofrecer una máquina compactadora del producto. Tomando en cuenta que la empresa Biopappel, que se encuentra en el municipio de Tres Valles, Ver., está dispuesta a pagar el transporte del material.

23.7 Potencialidad de los plásticos

La cantidad de plásticos recuperados es en promedio del 10%. Sin embargo, una gran cantidad de plásticos no es reciclada (Nasrabadi, Hoeveidi, 2004,Hernandez, 2011) debido a la ausencia de separación de basura.

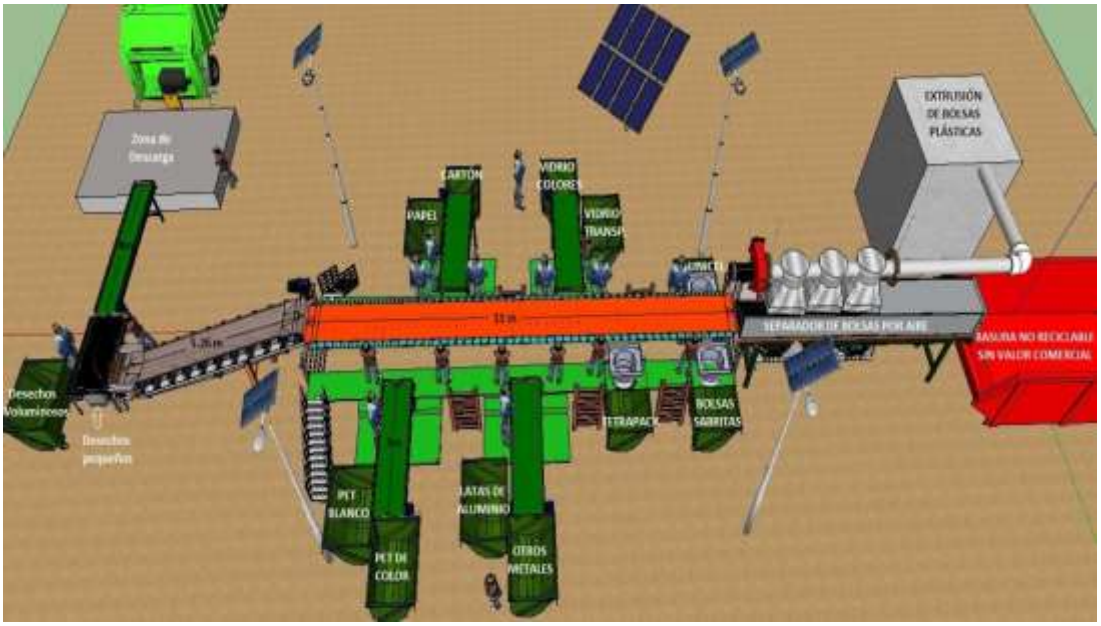
La basura es descargada en el área del tiradero y los pepenadores se encargan de recuperar en su gran mayoría plásticos y chatarra. Los pepenadores que se encuentran en la descarga son en general 15 -20 personas (cifra del periodo 2011-2012). El promedio de toneladas de basura que llegan por día es de 300 toneladas, haciendo que el trabajo de recuperación sea de muy baja productividad.

23.8 Proyecto

Mecanismo separador de desechos sólidos.Para poder realizar la separación de residuos sólidos, se propone un mecanismo que consiste en bandas de transporte semi-automatizadas, en la cual personas previamente capacitadas estarán a lo largo del proceso separando manualmente los residuos sólidos.Dentro del trabajo realizado de este proyecto se involucran a estudiantes que puedan contribuir a propuestas generadas para este prototipo. Lo que se pretende es facilitar el proceso de separación para los operadores y que pueda almacenar grandes cantidades de desechos sin perder tiempo, además del tamaño adecuado para poder procesar más de 300 toneladas al día.

El prototipo generado es el que se muestra en la siguiente ilustración 5, donde se puede observar que existe un área de descarga, una persona levantará las bolsas de basura para pasarla a la primer banda para dirigirlas a la primer parte de separación. En esta sección, habrá dos personas, una se encargará de quitar la basura voluminosa (cajas grandes, madera, aparatos domésticos, llantas, entre otras) y la otra persona desgarrará las bolsas en la mesa asignada que por las rendijas que tiene se separarán los desechos pequeños (pilas, piedras pequeñas, lapiceros, entre otros).

Figura 23.1 Prototipo del proceso de separación de desechos sólidos



Posteriormente, la basura orgánica que nos interesa subirá por otra banda transportadora para llegar a la banda separadora que se encuentra aproximadamente a 2 m. de altura, ahí se encontrarán personas capacitadas para separar los desechos sólidos que se pueden reciclar y comercializar depositándolos en un contenedor para cada uno. Entre los desechos sólidos que se reciclarán están: Pet blanco y de color, Papel y cartón, latas de aluminio y otros metales, Vidrio de color y transparente, tetrapack, unicel, bolsas de sabritas y bolsas de plástico.

Se propuso poner la banda a determinada altura por ergonomía, para que el movimiento de los operarios fuera más fácil, de menos cansancio y que no tuvieran riesgo de lesionarse.

El caso de las bolsas de plástico se pretende que pasen a lo largo de la banda hasta una sección donde será separado por medio de aire y llevarlas a otro lugar a un proceso de extrusión.

23.8.1 Campaña de concientización de separación de basura orgánica e inórganica

Esta etapa es muy importante y fundamental para el éxito de este proyecto, ya que lo más difícil es convencer a la población en general el beneficio que conlleva tener una cultura de reciclaje en nuestro país y que todos podemos contribuir a mejorar el medio ambiente y no dañar nuestro ecosistema.

La campaña consiste en concientizar a las personas el daño que provoca la basura orgánica que se encuentra en el basurero a cielo abierto, su contaminación tanto para el aire que se respira como para los ríos cercanos.

También se les enseñará cómo pueden clasificar su basura en bolsas de plástico de diferentes colores, para separar principalmente basura orgánica e inorgánica.

Se realizará una propuesta al municipio a fin de coordinar la recolección de la basura, en la que un camión se encargue de recoger la basura inorgánica que se pueda reciclar para que la descargue en el proceso de separación propuesto, y otro camión que recoja la basura orgánica que irá hacia otra parte del basurero para no entorpecer la separación de los desechos sólidos.

Se realizará esta campaña en los hogares del municipio así como en las escuelas primarias, secundarias, bachilleratos y en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. Se repartirán volantes, se pondrá información en el periódico local así como la transmisión de comerciales de radio y televisión en los principales canales de telecomunicaciones del municipio.

23.9 Resultados

Dentro de los resultados que se esperan de este proyecto está dado por 3 puntos.

El primer punto es en pro del medio ambiente, lo que se pretende es realizar un proyecto que nos permita hacer algo para ayudar a mejorar nuestro ecosistema, que actualmente se encuentra dañado por la falta de cultura y educación en nuestro país.

A través de esta propuesta se espera disminuir la contaminación de los ríos, del aire atmosférico y reducir considerablemente la acumulación de basura inorgánica en los basureros que provocaría que los camiones de basura no tengan donde tirar los desechos, por lo que podría llegar a que la gente tire la basura en las calles de las ciudades.

El segundo punto es el económico. Poca gente sabe que la basura que tira se puede volver a utilizar y se puede vender, obteniendo un beneficio económico para el municipio.

En la siguiente tabla se muestran los 23.3 principales desechos sólidos que se pueden vender y una estimación de su recolección:

Tabla 23.3 Costo de materiales por material y cantidades

Material	Costo por tonelada	Tonelaje estimado mínimo	Pago por venta
Cartón	$ 2,016.00	2	$ 4,032.00
PET	$ 4,000.00	20	$ 80,000.00
Tetrapack	$250	15	$3,750
	$6250	37	$ 87,782.00

Como se puede observar, si se llevará un buen programa de separación de desechos sólidos, las ganancias que se pueden obtener son por arriba de las expectativas y que permitirían cubrir la inversión inicial y los salarios de los trabajadores.

El tercer punto es mejorar la calidad de vida de las personas que trabajan como pepenadores. Estas personas trabajan bajo condiciones adversas para recopilar la basura reciclable y sin tener un sueldo fijo. Con el desarrollo de este proyecto lo que se pretende es ofrecerles un trabajo estable y remunerado para que estas mismas personas sean las que operen el mecanismo y puedan tener una oportunidad de mejorar sus vidas y las de sus familias.

23.10 Discusión

Las cifras cuantitativas y cualitativas del estudio de caracterización de los desechos sólidos de la descarga estudiada muestran que el PET, el tetrapack y el cartón pueden aportar una entrada económica importante, sin embargo estas cantidades de basura pueden variar. Por un lado las tendencias muestran un aumento en el consumo de PET y tetrapack según estudios de mercadotecnia (Anipac, Inboplast) , por otro lado nuestro estudio no toma en cuenta la cantidad de los materiales efectivamente recuperada, que depende del funcionamiento del proceso de separación que se sugiere . Es muy probable que no sea posible recuperar el 100% de estos materiales. Una cifra más confiable se obtendrá una vez el proceso en marcha. Otro parámetro importante que se debe de visualizar es que el proceso de separación de basura depende fuertemente de la calidad de la separación previa que realice la población (Arvisu, 2004). En efecto si la basura viene mezclada reciclable y orgánica dificulta el trabajo de separación semi-automática del proceso disminuyendo la rentabilidad del proceso. El beneficio económico de este proceso aún estimando cifras muy bajas en las cantidades recibidas de material muestra que la instalación de este tipo de proceso puede ser una inversión interesante estimando que el retorno de la inversión es a corto plazo: Por este tipo de proceso se sugiere una inversión máxima de 2 millones de pesos, cuando otro tipo de plantas recicladores requieren inversiones superiores a los 20 millones de pesos.

El beneficio social que sugiere este proceso, en una primera etapa impactaría directamente a una pequeña cifra (20-25 pepenadores actualmente en la descarga) sin embargo esta cifra puede aumentar dependiendo del buen funcionamiento del proceso integral: separación de la fuente, separación en la descarga, venta del material, transformación del material. De acuerdo a las ganancias obtenidas se podrá re-invertir para evolucionar en una planta de última generación tratadora de residuos.

23.11 Conclusiones

En este trabajo se muestra las etapas que se deben desarrollar para controlar de manera eficaz una gestión de residuos sólidos. Esta propuesta sugiere en primer lugar la caracterización de la basura a fin de estimar las cantidades por tipo de material reciclable. Se obtiene que para una población de más de 200000 personas, se recibe anualmente en esta descarga alrededor de 100 mil toneladas, de las cuales el 90 % de esta basura tiene potencialidad de reciclaje o de segunda vida tomando en cuenta la transformación de la basura orgánica y los demás materiales. Se propone igualmente, el estudio del perfil socio- económico de la población relacionada con el tiradero a fin de obtener una estrategia específica para realizar la campaña educativa que el proceso de implantación de un espacio reciclador debe acompañar.

Tomando en cuenta el estudio cuantitativo y cualitativo de la basura así que los parámetros sociales proponemos un proceso semi-automático en el cuál se integran parámetros sociales proponiendo incorporar en el proceso a los pepenadores de la descarga y sugiriendo una asociación laboral, parámetros económicos que toman en cuenta la presencia de empresas recicladoras y de transformación de material de la zona y estimando, el precio de venta y beneficios que puedan ser obtenidos, parámetros técnicos a través de un proceso que implica un sistema mecánico de instalación, uso y mantenimiento simples y de presupuesto accesible a este tipo de municipios.

23.12 Referencias

Arvisu Fernandez Jose Luis, La basura como recurso energético, Revista de Ingeniería civil, 496, 2010

Cristán Frías Arturo, Irina Ize Lema y Arturo Gavilán García, Situación de las descargas publicas en México, 2001

Cruz Rieva Reynaldo, cuantificación de efectos ambientales de un tiradero a cielo abierto, caso de estudio, xxviii congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental, 2004.

Hernandez Garcia A. Citlalic, Costos y beneficios ambientales del reciclaje en mexico, Gaceta ecologica, numero 52, pp17-26, 2001

Kurian Joseph solid waste dump sites to sustainble landfills, Report, Centre for Environmental Studies, 2006, Anna University, Chennai, India

Mora Reyes José Angel, El problema de la basura en la ciudad de México, fundación de estudios urbanos y metropolitanos,2004

Nasrabadi Touraj, Hassan Hoeveidi, al, Evaluating citizen attitudes and participation in solid waste management in Tehran, Iran, International perspectives, vol 75 (5), 2004

http://INE.com.mx http://SEMARNAT.com.mx
http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/municipios/30053a.htm
http://portal.veracruz.gob.mx, El Estado de Veracruz y sus Cuencas Hidrológicas
http://www.biopappel.com/innovacion-sustentable/una-empresa-bio- sustentable
http://www.anipac.com.mx/. http://www.inboplast.com.mx/noticia_ind.php

Z-scan technique for nonlinear optical characterization of bimetallic Au/Pd nanoparticles

R. Gutiérrez, J. Jiménez, J. Sánchez y Z. Correa

R. Gutiérrez, J. Jiménez, J. Sánchez y Z. Correa
Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del IPN, Avenida Instituto Politécnico Nacional No. 2580, Colonia Barrio la Laguna de Ticomán Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07340 México, D.F., México.
jimenezp@fis.cinvestav.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

In this paper we present the nonlinear optical characterization of Au/Pd nanoparticles in order to obtain the nonlinear refractive indices using the Z-scan technique. The experiments were performed using a 514 nm laser beam Ar +, with 14Hz of modulation frequency, as excitation source. By using a lens the excitation beam was focused to a small spot and the sample was moved across the focal region along the z –axis by a motorized translation stage. Seven samples with different concentration ratio of Au/Pd nanoparticles were prepared by simultaneous reduction of gold and palladium ions in presence of poly (*N*-vinyl-2-pirrolidone) (PVP) using ethanol as a reducing agent. In this work, we report the application of the Z-scan technique, to generate optical transmission of laser light as a function of the z position for solutions containing bimetallic nanoparticles of Au (core) / Pd (shell) with average sizes ranging from 3 to 5 nm. The magnitude of the obtained nonlinear refractive index was in the order of 10^{-7} to 10^{-8} cm ^{2}/W. Our results show that the nonlinear refractive index has a nonlinear behavior when the (Au/Pd) ratio was increased.

24 Backgrounds

Bimetallic nanoparticles (NPs) have attracted great interest among the scientific and technological community since they lead to many interesting size dependent electrical, chemical, and optical properties [1-3]. Specifically they often exhibit enhanced catalytic properties which differ from that of their monometallic counterparts, in thin films [4]. On the other hand, the studies for new nonlinear optical materials have increasing interest in the past years, due to the numerous applications in various fields such as optical communication devices and electronics [5]. Nanoparticles colloids in solution have been studied extensively because of their large third-order nonlinear susceptibilities and nonlinear optical response [6, 7], chemical and biological sensors [8, 9], optical energy transport [10-11], nonlinear thermal material [12-13], thermal therapy [14-15] and medicine [16]. Z-scan technique is one of the simplest and effective tools for measuring third order of nonlinear optics such as nonlinear refraction coefficient and absorption. It has been widely used in material characterization [17-18]. This method utilizes a focused laser beam that is intense enough to access nonlinearities in a sample. As the sample passes through the focal point of the beam, changes in its transmittance, due to nonlinear absorption and nonlinear refraction, can be measured by using an open aperture and close aperture experimental setup, respectively. In the open aperture technique the beam is focused into a detector, after passed through the sample. As the sample travels through the focus of the initial beam, the transmittance either increase or decrease (depending on the nonlinearity of the sample) and the detector receives more or less light than the linear transmittance, yielding a hump or dip in the curve of transmittance as a function of the sample position. For nonlinear refraction, after the beam passes through the sample, it is attenuated by a semi-closed aperture that usually allows less than 50% of the initial beam to be detected by the detector.

The converging and diverging of the beam (allowing more and less of the beam to pass through the aperture, respectively) due to the changes in the refractive index, a pre-focal valley and post-focal peak are observed for a positive change in refractive index. While a pre-focal peak and a post-focal valley is observed for a negative change in refraction index. In this paper we studied the effect of the concentration of Au/Pd ratio on their nonlinear refraction coefficient. Therefore, we report this effect using a single beam Z-scan technique. The results of this method are found to be in good agreement with the values of other works.

24.1 Methods Sample preparation

Colloidal dispersion of Au/Pd bimetallic nanoparticles was prepared by simultaneous reduction of gold and palladium ions in presence of poly (*N*-vinyl-2-pirrolidone) (PVP) using ethanol as a reducing agent [19–22]. In a typical synthesis process, ethanol solutions of palladium chloride (0.033 mmol in 25 ml of ethanol) were prepared in advance by stirring dispersions of $PdCl_2$ powder in ethanol for 48 hrs. Solutions of tetrachloroauric acid (0.033 mmol in 25 ml of water) were prepared by dissolving the $HAuCl_4 \cdot 3H_2O$ crystals in water. For preparing bimetallic nanoparticles, solutions containing two metal ions were mixed in 50 ml of pure ethanol/water (1/1 v/v). 151 mg of PVP (Aldrich, average molecular weight 10,000) was added to the total metal ion content of 6.66×10^{-5} mol. The mixture solution was stirred and refluxed at about 100 °C for 1 hr. For the preparation of bimetallic nanoparticles with different Au/Pd ratios (10/1, 5/1, 2/1, 1/1,1/2, 1/5 and 1/10), metal ion solutions of corresponding molar ratios were mixed and refluxed at 100 °C for 1 hr under agitation. The ethanol/ water volumetric ratio of 1:1 and total ion content of 6.6×10^{-5} mol was maintained in the final 50 ml solution. The same procedure was followed to prepare the monometallic palladium (Pd) particles. For the preparation of monometallic gold (Au) particles, 23.5 ml of PVP solution (75.5 g in 23.5 ml of water) was added to the gold ion solution, and then an aqueous solution of $NaBH_4$ (0.066 mmol in 1.5 ml of water) was added to the resulting solution at 25 °C. The colloidal dispersions thus prepared are stable, with 3–5 nm in average diameter and narrow size distributions. In order to obtain the aqueous nanofluids containing Au/Pd bimetallic nanoparticles, the colloidal dispersions were subsequently dried in vacuum and the metallic particles were dissolved in water maintaining the same initial concentrations of metal content and were placed in a quartz cuvette of 1 mm thick for the optical and thermal optical measurements. All the experiments were performed at room temperature.

24.2 Z-scan technique

Among the techniques used to characterize the complex susceptibility, the most popular is the Z-scan method. Since its introduction in 1989 [23], this technique has gained importance due to its simplicity compared to other techniques used to measure the nonlinear refraction and absorption of optical materials. In addition to the simplicity of the experimental setup, a Z-scan measurement provides a sensitive method for the determination of the signal on values of the real and imaginary parts of χ.

The technique relies on the basic idea of relating the beam center intensity variation to the refractive index variation. This can be done by monitoring the normalized transmittance as a function of the sample path along the incident beam, for a positive nonlinearity. In the case of a negative nonlinearity, the curve is inverted.

The transmittance variation between peak and valley positions is proportional to the induced phase shift, $\Delta\Phi_o$ and therefore to the nonlinear refractive index (n_2) is calculated using the standard relations by means of the following equations [24-25]:

$$T(z, \Delta\Phi) = 1 + 4\,\Delta\Phi_0\,(z/z_0)/((z/z_0)^2 + 1)\,(z/z_0)^2 + 9)) \tag{24}$$

$$\Delta\Phi_o = k\, n_2\, I_o\, Leff \tag{24.1}$$

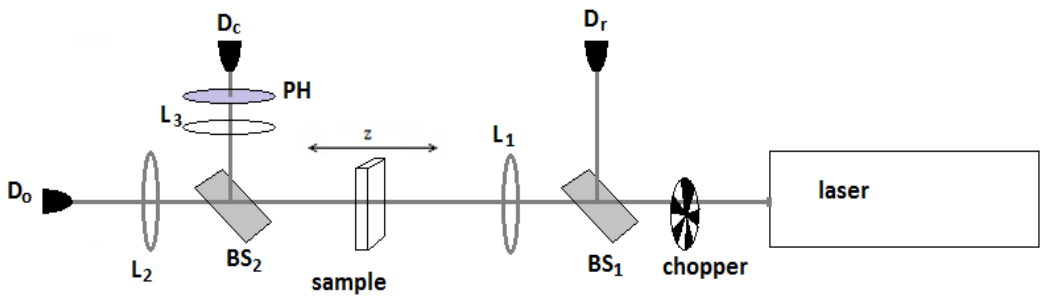
Where z is the position, z_0 is the Rayleigh length, $\Delta\Phi_o$ is the phase change due to the nonlinear refraction, n_2 is the nonlinear refractive index, $k = 2\pi/\lambda$ is the wave vector, $I_o = 1.8 \times 10^3$ W/cm^2 is the on-axis irradiance at focus (i.e., z = 0), and Leff = $[1 - \exp(-\alpha_o L)/\alpha_o]$ is the effective length of nonlinear medium, α_o is the linear absorption coefficient of the samples (L denotes the sample thickness). The nonlinear refractive index, n_2 was calculated from $\Delta T_{p\text{-}v}$ being this parameter the value of peak to valley of data transmittance from the closed aperture Z – scan measurement which can be described as [24]:

$$\Delta T_{p\text{-}v} = 0.406\,(1\text{-}S)^{0.25}|\Delta\Phi_o| \tag{24.2}$$

Here *S* is the linear transmittance of the aperture. Fig. 24 shows the schematic diagram of a single beam Z-scan experimental setup used in the present measurement. The experiments were performed using a CW Ar^+ laser beam, 514 nm wavelength (model Cyonics, Uniphase). The beam was focused to a small spot using a lens and the sample was scanned along a Z-axis by a motorized translation stage (Zaber). The transmitted light, in the far field, passed through the closed and open apertures and was recorded by the detectors D_c, D_o and D_r (reference detector).

The laser beam waist ω_o at the focus length was measured to be 17 μm and the Rayleigh length was found to be satisfied the basic criteria of the Z-scan experiment.

Figure 24 Experimental setup for the nonlinear laser spectroscopy. The closed and open aperture signals are proportional to the real and imaginary parts of n2, respectively

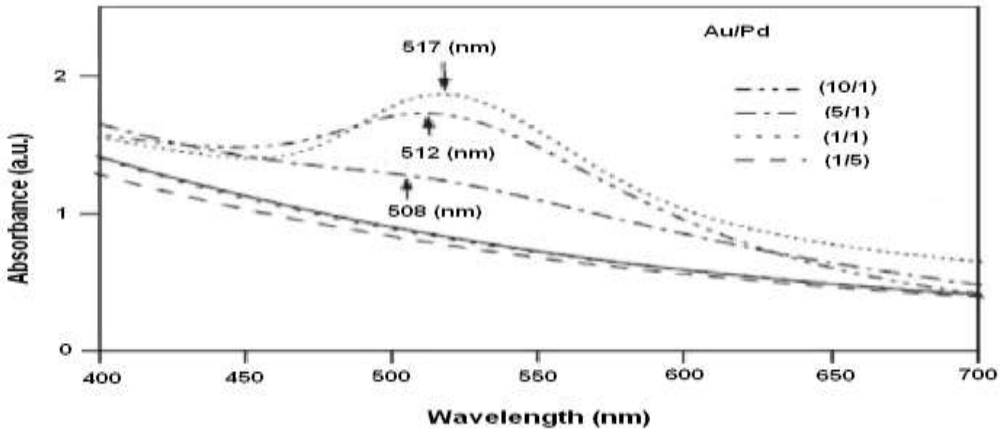


A quartz optical cell, 1 mm thick, containing the specimen solution was translated across the focal region along the z-axial direction. All the measurements were carried out at room temperature for both closed aperture and open aperture configurations.Optical absorption spectra of the fluid samples were measured using a UV-Vis-NIR double beam spectrophotometer (Shimadzu UV3101PC). For transmission electron microscopic (TEM) observations, a drop of fluids was spread on a carbon coated copper microgrid. A JEOL JEM200 microscope was used for the low magnification of the samples.

24.3 Results and discussion

The absorption spectra of the Au/Pd nanofluids at different ratios (10/1, 5/1, 2/1, 1/1, 1/2, 1/5, 1/10) were measured by spectrophotometer. The measurements of absorption spectra were carried out at room temperature for visible wavelength, 350-800 nm. The spectra are shown in graphic 24.

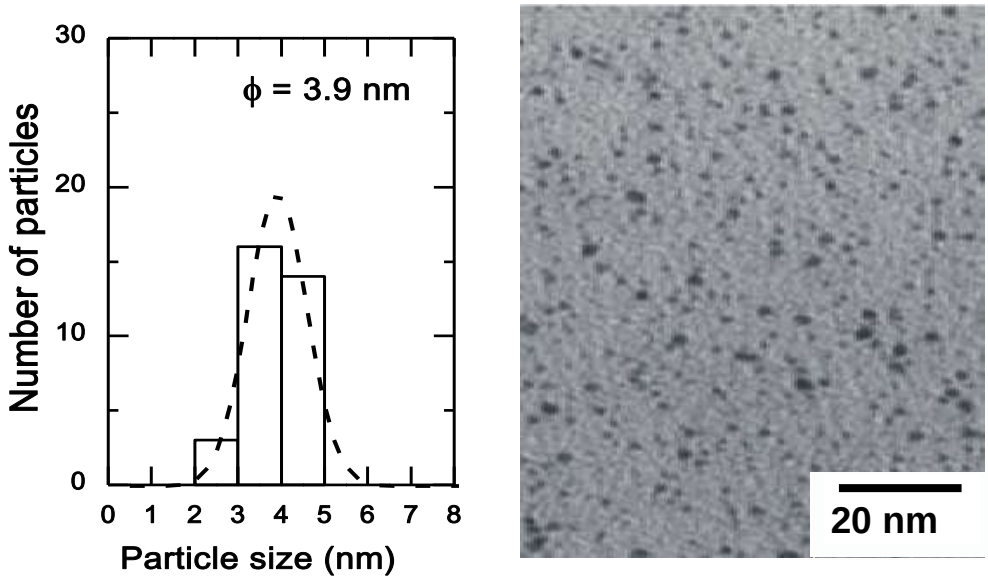
Graphic 24 Optical absorption spectra of bimetallic nanoparticles with different Au/Pd



mole ratios

Graphic 24.1 displays a typical TEM images showing the particles with a uniform distribution and uniform shape. The average particle size obtained from TEM images was 3.9 nm.

Graphic 24.1 TEM image of Au/Pd particles with a average size of 3.9 nm



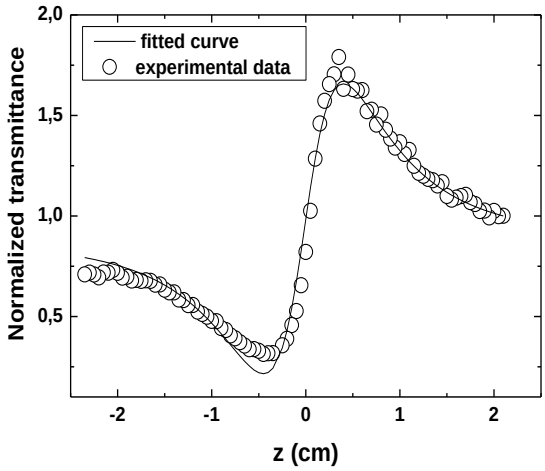
For closed aperture setup normalized transmittance is attributed to the nonlinearity of the refractive index which was considered here [26]. In the Figures 4-10 the closed aperture Z-scan curves obtained for Au/Pd nanofluid, at different concentration, at beam intensity of $I_o = 1.8 \times 10^3$ W/cm^2 are shown.

The circle symbols represent the experimental data while the solid lines are theoretical fits to the closed aperture. The theoretical transmittance curves presented in Figs. 4-10 are fitted very well with the experimental data and they show symmetry curves.

The peak follow by valley illustrate a self-focusing effect for a positive change in refraction. The solid line shows the theoretical fitting using a well-known normalized transmittance. The nonlinear refraction coefficients n_2 (cm^2/W) together with the values of linear absorption of all samples obtained in the present work are listed on Table 24. Graphic 24.8 shows the variation of the nonlinear refraction index coefficient as a function of concentrations for different ratios. The nonlinear refraction coefficient decrease with increasing of concentration (Au/Pd (10/1) to Au/Pd (1/1)). By other hand, if the concentration is inverse (Au/Pd (1/1) to Au/Pd (1/10)), the nonlinear refraction coefficient increases with the increasing of concentration. However the increase of nonlinear of refractive index coefficient with the concentration did not show a linear relationship as displayed in Fig. 11. In ref. [26], the authors studied the effect of concentration and particle size on nonlinearity of Au nano-fluid prepared by γ (^{60}Co) radiation.

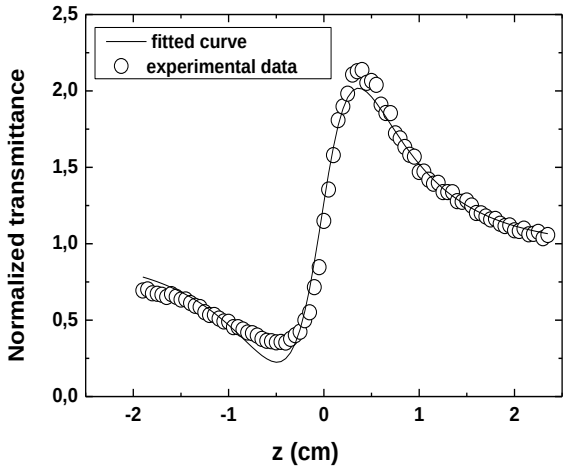
From the experimental results of ref. [26], the authors obtained values of refractive index coefficient nonlinear of the same order found in this work.

Graphic 24.2 Closed aperture Z-scan curve for Au/Pd nanoparticles at a concentration 10/1



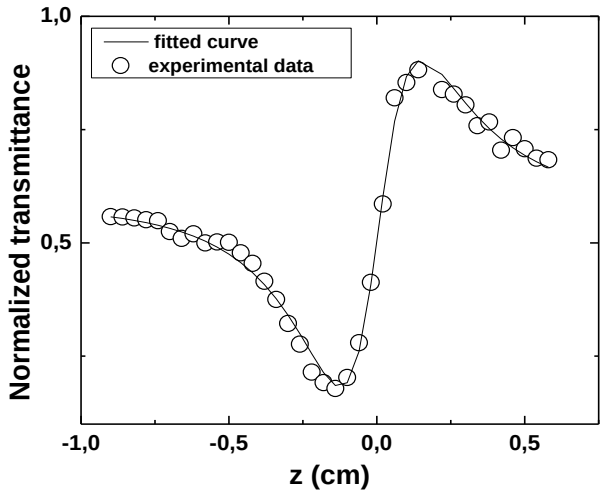
The solid line is the best fitting of the standard closed aperture equations to the experimental data.

Graphic 24.3 Closed aperture Z-scan curve for Au/Pd nanoparticles at a concentration 5/1



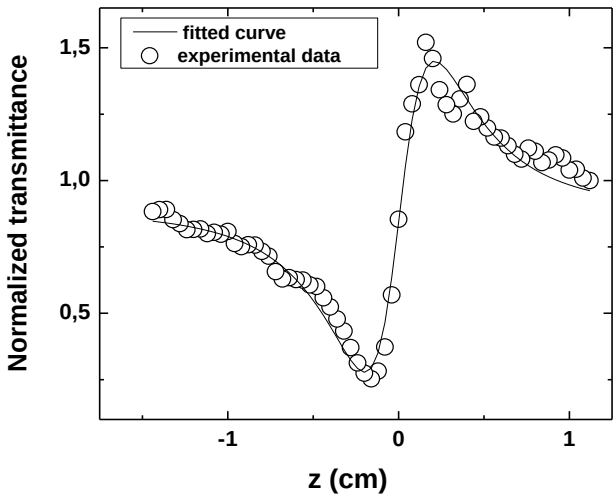
The solid line is the best fitting of the standard closed aperture equations to the experimental data.

Graphic 24.3 Closed aperture Z-scan curve for Au/Pd nanoparticles at a concentration 2/1



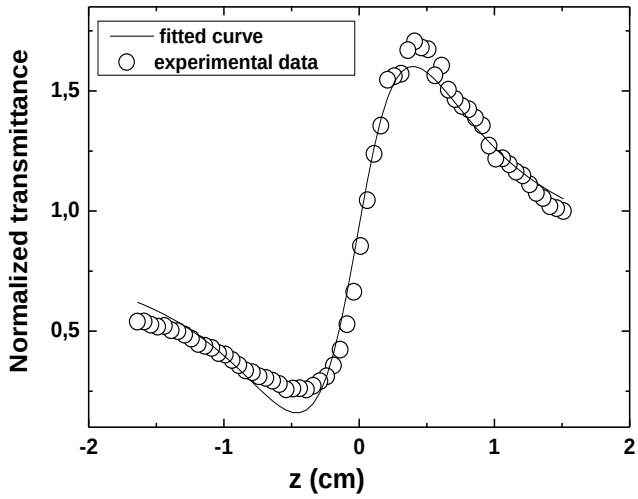
The solid line is the best fitting of the standard closed aperture equations to the experimental data.

Graphic 24.4 Closed aperture Z-scan curve for Au/Pd nanoparticles at a concentration 1/1



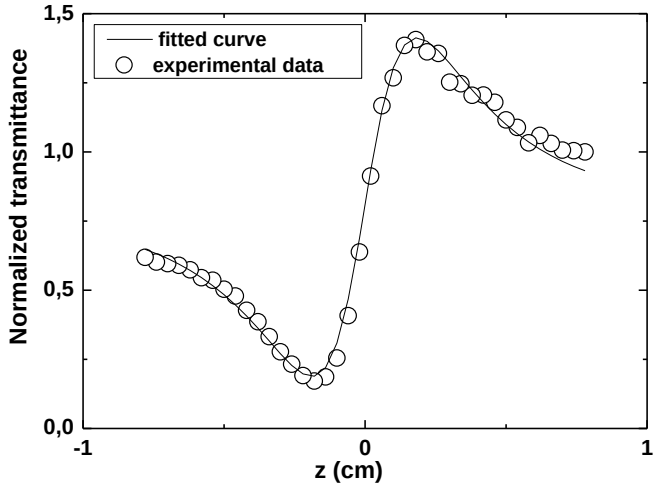
The solid line is the best fitting of the standard closed aperture equations to the experimental data.

Graphic 24.5 Closed aperture Z-scan curve for Au/Pd nanoparticles at a concentration ½



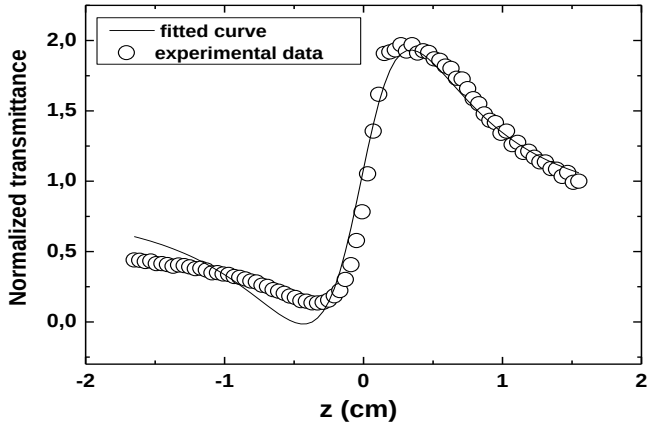
The solid line is the best fitting of the standard closed aperture equations to the experimental data.

Graphic 24.6 Closed aperture Z-scan curve for Au/Pd nanoparticles at a concentration 1/5



The solid line is the best fitting of the standard closed aperture equations to the experimental data.

24.7 Closed aperture Z-scan curve for Au/Pd nanoparticles at a concentration 1/10

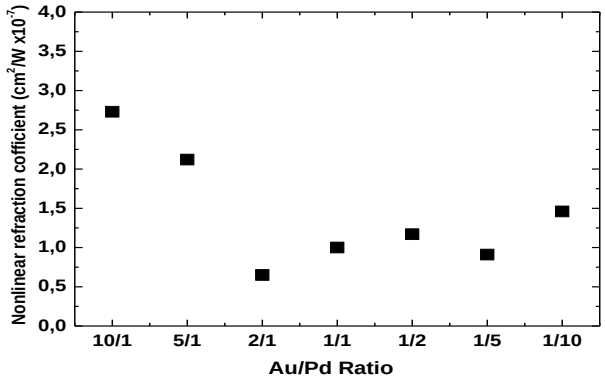


The solid line is the best fitting of the standard closed aperture equations to the experimental data.

Table 24 Nonlinear optical properties of Au/Pd nanofluid at different concentrations. Molar ratios of 10/1, 5/1, 2/1, 1/1, 1/2, 1/5, 1/10 were measured at 514 nm laser beam

Au/Pd	ΔT_{pv}	$\Delta\varphi_0$	$\alpha(cm^{-1})$	$n_2(cm^2/W)$
10/1	1,48	3,99	13.5	$-13,0 \times 10^{-8}$
5/1	1,78	5,21	10	$-8,59 \times 10^{-8}$
2/1	1,03	3,02	7.9	$-3,93 \times 10^{-8}$
1/1	1,27	3,72	6.9	$-4,23 \times 10^{-8}$
1/2	1,45	4,25	8.9	$-6,23 \times 10^{-8}$
1/5	1,24	3,63	6.28	$-3,76 \times 10^{-8}$
1/10	1,84	5,39	6.84	$-6,08 \times 10^{-8}$

Graphic 24.8 Variation of the nonlinear refraction index coefficient as a function of Au/Pd ratio



24.4 Conclusions

The nonlinearity properties of Au/Pd nanofluid prepared at different concentrations have been successfully investigated using a single beam Z-scan method. A CW, Ar^+ laser beam, at wavelength 514 nm, was used as excitation source. The Au/Pd nanofluid shows a good nonlinear response. The sign of the nonlinear refractive index is found to be positive and the magnitude is in the order of 10^{-8} - 10^{-7} cm^2/W. A nonlinear relationship was obtained for nonlinear refractive index as a function of Au/Pd ratio. Until our knowledge these results are reported for the first time in the literature. These results showed that Au/Pd nano-fluid has significant values of nonlinear refractive index, thus it could be good candidate for nonlinear thermal material.

24.5 References

Kumarakuru H, Cherns D, Montes de Oca M G, Fermin D J: TEM studies of stress relaxation in catalytic Au-Pd core-shell nanoparticles. *J of Phys: Conf Ser* 2012, 371: 012025.

Hsu C, Huang C, Hao Y, Liu F: Au/Pd core–shell nanoparticles for enhanced electrocatalytic activity and durability. *Electrochemistry Communication* 2012, 23: 133-136.

Montero M A, Gennero de Chialvo M R, Chialvo A C: Electrocatalytic activity of core-shell Au@Pt nanoparticles for the hydrogen oxidation reaction. *Int J of Hydrogen Energy* 2011, 36: 3811-3816.

Liu F, Wechsler D, Zhang P: Alloy-structure-dependent electronic behavior and surface properties of Au–Pd nanoparticles. *Chem Phys Lett* 2008, 461: 254-259.

Dirix Y, Bastiaansen C, Caseri W, Smith P: Oriented Pearl-Necklace Arrays of Metallic Nanoparticles in Polymers: A New Route Toward Polarization-Dependent Color Filters. *Adv Mater* 1999, 11: 223-227.

Beecroft L L, Ober C K: Nanocomposite Materials for Optical Applications. *Chem Mater* 1997, 9: 1302-1317.

Wang Y: Nonlinear optical properties of nanometer-sized semiconductor clusters. *Acc Chem Res* 1991, 24: 133-139.

Elghanian R, Storhoff J J, Mucic R C, Letsinger R L, Mirkin C A: Selective colorimetric detection of polynucleotides based on the distance-dependent optical properties of gold nanoparticles. *Sciences* 1997, 277: 1078-1081.

Loo C, Lin A, Hirsch L, Lee M, Barton J, Halas N, West J, Drezek R: Nanoshell-Enabled Photonics-Based Imaging and Therapy of Cancer. *Tech Canc Res Treat* 2004, 3: 33-40.

Quinten M, Leitner A, Krenn J R, Aussenegg F R: Electromagnetic energy transport via linear chains of silver nanoparticles. *Opt Lett* 1998, 23: 1331-1333.

Brongersma M L, Hartman J W, Atwater H A: Electromagnetic energy transfer and switching in nanoparticle chain arrays below the diffraction limit. *Phys Rev B* 2000, 62: R16356- R16359.

Nadjari H, Abasi Azad Z: Determining the nonlinear coefficient of gold and silver nano-colloids using SPM and CW Z-scan. *Optics and Laser Technology* 2012, 44: 1629-1632.

Husinsky W, Ajami A, Nekvindova P, Svecova B, Pesicka J, Janecek M: Z-scan study of nonlinear absorption of gold nano-particles prepared by ion implantation in various types of silicate glasses. *Optics Communications* 2012, 285: 2729-2733.

Hirsch L R, Stafford R J, Bankson J A, Sershen S R, Price R E, Hazle J D, Halas N J, West J L: Nanoshell-mediated near-infrared thermal therapy of tumors under magnetic resonance guidance. *In Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) PNAS* 2003, 100: 13549-13554.

Shahriari E, Mahmood Mat Yunus W, Saion E: Effect of particle size on nonlinear refractive index of Au nanoparticle in PVA solution. *Braz J of Phys* 2010, 40: 256-260.

Dhinaa A N, Palanisamy P K: Optical nonlinearity in measurement of urea and uric acid in blood. *Natural Science* 2010, 2: 106-111.

Guo S, Xu L, Wang H, You X, Ming N: Determination of optical nonlinearities in Cu(mpo)2 by Z-scan technique. *Optical and Quantum Electronics* 2003, 35: 693-703.

18. Shahriari E, Mahmood Mat Yunus W, Naghavi K, Talib Z A.: Investigating of Nonlinear Refractive index Ag Nano-fluid Based on variation Particles Size. *J of Basic and Appl Sci* 2009, 1: 455-458.

Toshima N, Harada M, Yamazaki Y, Asakura K: Catalytic activity and structural analysis of polymer-protected gold-palladium bimetallic clusters prepared by the simultaneous reduction of hydrogen tetrachloroaurate and palladium dichloride. *J Phys Chem* 1992, 96: 9927-9933.

Wang Y, Toshima N: Preparation of Pd−Pt Bimetallic Colloids with Controllable Core/Shell Structures. *J Phys Chem B* 1997, 101: 5301-5306.

Asakura M K, Ueki Y, Toshima N: Catalytic activity and structural analysis of polymer-protected gold/palladium bimetallic clusters prepared by the successive reduction of hydrogen tetrachloroaurate (III) and palladium dichloride. *J Phys Chem* 1993, 97: 5103-5114.

Sánchez-Ramírez J F, Jiménez Pérez J L, Cruz Orea A, Gutiérrez Fuentes R, Bautista-Hernández A, Pal U: Thermal Diffusivity of Nanofluids Containing Au/Pd Bimetallic Nanoparticles of Different Compositions. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 2006, 6: 1-6.

Sheik-Bahae M, Said A A, Van Stryland E W: High-sensitivity, single-beam n_2 measurements. *Opt Lett* 1989, 14: 955-957.

Sheik Bahae M, Said A A, Huei Wei T, Hagan D J, Van Stryland E W: Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam. *IEEE J of Quan Elect* 1990, 26:760-769.

Shabriari E, Mahmood Mat Yunus W: Single Beam Z-Scan Measurements of Nonlinear Refraction and Nonlinear Absorption Coefficients in Silver Nano-Fluid. *Am J of Eng and Appl Sci* 2010, 3(1): 98-101.

Shahriari E, Mahmood Mat Yunus W, Naghavi K, Talib Z A: Effect of concentration and particle size on nonlinearity of Au nano-fluid prepared by γ (^{60}Co) radiation. *Optics Communications* 2010, 283: 1928-1932.

Estrategias de permacultura en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez

Domingo Castañeda

D.Castañeda
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, División Académica de Tecnología Ambiental
Av. Universidad 1900 Edif. 24 Dpto. 104,Col. Oxtopulco Universidad,Coyoacán, Distrito Federal,CP. 04369
rafaelcastaneda10@yahoo.com.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.).Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Permaculture allows synergy between areas allocated to the activities of man and the natural environment that surrounds it. The main objective of this paper is to present the most effective way of implementing a permaculture project at Universidad Tecnologica Fidel VelAzquez and expose what strategies and what are the best techniques for permaculture design for our campus. Being a work in progress, will discuss what methods have been proposed for such implementation and, depending on the partial results, what are the strategies for improvement and our areas of opportunity. Building a greenhouse and botanical garden that contribute to the preservation of flora both native and which are not top the list of permaculture strategies for UTFV, well designed spaces in the future as research and dissemination of knowledge on species habitat.

25 Introducción

Como parte de la labor de la División Académica de Tecnología Ambiental (DATA), buscamos generar en la comunidad universitaria un sentido de la responsabilidad y la armonía hacia con el entorno natural que rodea las instalaciones de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV). Una meta fundamental de nuestra División es difundir una educación ambiental entre docentes, administrativos, trabajadores y, desde luego, estudiantes de la Universidad, para generar una conciencia de la protección de nuestro ecosistema.

El siguiente trabajo tiene como objetivo presentar el diseño de un plan de permacultura que coadyuve a la expansión de una cultura del cuidado y la preservación del medio ambiente entre la comunidad universitaria, a través de técnicas, estrategias y diseños permaculturales que se adapten a las ricas condiciones naturales con que goza aún los terrenos de la UTFV y generar sinergia entre el ecosistema y las actividades dentros del campus propias de la vida universitaria.

La permacultura es un sistema de diseño de medio ambientes humanos sostenibles. Como disciplina, la permacultura se dedicada también al diseño ecológico de áreas productivas capaces de sustentar a familias, comunidades e incluso regiones de un modo integral, reciclando nutrientes, residuos y aprovechando la energía al máximo de bajo consumo (Holmgron, 1997).

Sin embargo, hay autores (Michael, 2012) que sostienen que la permacultura puede alcanzar la categoría de ciencia, ya que estudia las relaciones y patrones que operan en la naturaleza, muestra las conexiones entre el agua, el viento, el Sol, la energía, la tierra, las plantas y los animales para integrar diseños donde el hombre y sus actividades son centrales, sin necesariamente romper con la armonía que todo sistema natural posee.

Los autores iniciales del sistema de diseño permacultura son Bill Mollison y David Holmgren (Caballero, 1990), quienes a mediados de los años setenta pretendían aplicar un nuevo diseño a los sistemas agrícolas que resultaban ser muy ineficientes en los estados sureños de EEUU. Sin saberlo entonces, Mollison y Holmgren implementaron técnicas y estrategias novedosas que buscaban eficientar la producción al mismo tiempo que generaban espacios más armoniosos entre la granja, en tanto espacio generado por las actividades propias del ser humano, y el entorno natural que le rodeaba.

Éstas técnicas, con el paso de los años, se volvieron una forma de entender la relación que debían guardar los espacios creados por el hombre para diferentes actividades (desde una granja o un molino a gran escala hasta edificios inteligentes) con el entorno natuales y los hábitats, una relación que debía ser guiada por la armonía y la sinergia y no por la invasión y el caos.

Por tanto, la permacultura se comprende también como una estructura conceptual y un sistema emergente de diseño, más que una especificación técnica o solución de comportamiento (Mollison, 1988). Su enfoque es el rediseño y la integración de nuestros estilos de vida, nuestra subsistencia y uso del suelo, en sintonía con las realidades ecoenergéticas de hoy en día.

La permacultura puede ser la opción creativa que la sociedad no ha contemplado del todo en su idea de progreso, ya que abre las puertas a una vida sencilla, despierta el interés y el gusto por participar en los procesos de la naturaleza, ayuda a entenderla, a admirarla, a respetarla y a trabajar en armonía con ella (Michael, 2012). Rompe, en este sentido, con la idea moderna de hacerse de los espacios naturales invadiéndolos con tecnología y diseños urbanos que, la más de las veces, desarmonizan por completo el equilibrio natural, al consumir recursos, talando árboles, extinguiendo especies, contaminando suelos, ríos, lagos, etc., emitiendo gases a la atmósfera de manera irresponsable y exigiendo del sistema natural la dotación de recursos necesarios para sostener dicho estilo de vida.

Es esta, desde luego, la génesis de la problemática medioambiental moderna. Estrategias y filosofías como la permacultura buscan armonizar el desarrollo de las sociedades humanas y su idea del progreso con las exigencias que al entorno trae consigo, buscando sinergias y espacios en armonía entre ambos mundos.

La permacultura está basada en la observación de los sistemas naturales, la interrelación, la geodiversidad, la biodiversidad, en los patrones que rigen los ecosistemas, en la sabiduría contenida en los sistemas tradicionales de producción agrícola principalmente, aunado al conocimiento científico que poseemos hoy en día; juntos, integran su uso de formas apropiadas como parte de la tecnología moderna y adecuada (Fukuoka, 1999).

Es ahí donde la combinación de los patrones de estilo de vida modernos deben encontrar, a través de la tecnología y el rescate de los ambientes naturales, el equilibrio con lo que los ecosistemas ofrecen (Mollison, 1997). Ejemplos de cómo una filosofía de permacultura pueden generar sinergia son: producir alimentos sin destruir la tierra, no comprar electricidad sino producirla, hacer un uso eficiente y responsable del agua y del gas, generar la menor cantidad de basura posible, reciclar, reusar, reincoporar, proponer y trabajar en soluciones regionales, permear una armonía en el plano material y espiritual en un ciclo de salud, etcétera.

Es la filosofía de trabajar con la naturaleza, más que contra de ella; es la filosofía de la observación prolija y meditativa más que la labor prolija y pensativa; y de la observación de plantas y animales en todas sus funciones más que el tratamiento de elementos como si fuera un producto particular del sistema. No somos superiores a otras formas de vida; todas las cosas vivientes son una expresión de la vida en sí misma.

Este trabajo rescata esta pensamiento y busca generar estrategias para adecuarlo a la vida universitaria.

25.1 Materiales y métodos

Las estrategias de permacultura, pese a tener regularidades dadas por principios básicos como integración, armonía y equilibrio, no pueden seguir pasos predeterminados, ya que cada espacio, al tener sus singularidades, no permite la repetición automática de lo que en otro sitio tuvo éxito.

En términos permaculturales, lo que se busca es el rescate de experiencias exitosas y, en la medida de lo posible, dejarse guiar por patrones de conducta más que por una metodología en su aplicación. De ahí que los principales libros sobre cómo implementar estrategias permaculturales (Mollison, 1988; Holzer, 2008) presenten su experiencia en forma de guía, enfatizando siempre en la necesidad de observar, estudiar y analizar el caso concreto donde se busquen implementar dichas técnicas.

Para nuestro caso, la UTFV cuenta con con un entorno natural rico, ya que nuestras instalaciones se encuentran en una región semiurbanizada y nuestro campus, en especial, se halla enclavado en un espacio rico en especies arbóreas y donde, a pesar de estar contaminado, cuenta con un río que corre de manera aledaña a las instalaciones. Hay especies nativas de la región que aún no han sido estrictamente estudiadas y en voz de algunos expertos que coadyuvarán en la implementación tanto del invernadero como del jardín botánico, hay especies de hongos y cactáceas que son endémicas y que se encuentran en peligro de extinción.

Aprovechar lo que geográficamente ofrece este espacio permite pensar en la posibilidad de implementar estrategias permaculturales ambiciosas: la creación tanto de un invernadero como de un jardín botánico de mediana capacidad que coadyuven a la preservación de especies nativas y no nativas de la región, al estudio de las mismas y a su investigación; es decir, estamos pensando en la generación de los primeros espacios de investigación de especies arbóreas de la región a cargo de la DATA.

Además de ello, otra estrategia es generar espacios de armonía entre los edificios construidos en los espacios verdes invadidos. La UTFV tiene 15 años de existencia. Cuando se construyeron los primero edificios se talaron árboles y se introdujeron especies no nativas de nuestro hábitat y que resultaron dañinos para la región –me refiero específicamente a la introducción del eucalipto, especie que, al ser su flor altament tóxica, ha generado un proceso acelerado de desertificación en algunos espacios en nuestro campus. Esto nos obliga a hacer un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) profundo sobre las consecuencias de la introducción del eucalipto en el sistema natural, así como un plan de reforestación para sacarlo paulatinamente y resarcir el daño ocasionado. Se piensa en métodos como las paredes verdes, por ejemplo, para regenerar los suelos y revertir el daño ocasionado.

Por último, se planean una serie de actividades para generar conciencia ambiental entre quienes formamos parte de la UTFV: pláticas sobre ahorro de energía, separación de desechos, ahorro de agua, consumo responsable, compras verdes, etc. Se piensa atacar no solo a los alumnos, quienes componen ciertamente la gran mayoría de la población en nuestras instalaciones, sino también a docentes, administrativos, personal de apoyo, personal de limpiza, de vigilancia, trabajadores en cafeterías, jardineros, choferes, altos directivos, secretarias, etc.

Generar conciencia significa la participación de toda la comunidad universitaria con un solo objetivo: preservar nuestro entorno y vivir en armonía con lo que la naturaleza nos provee.

25.2 Metodología

- Investigación documental. Se busca generar un aservo bibliohemerográfico, fotográfico y audiovisual acerca de experiencias de diseños permaculturales exitosos con similitudes a los espacios que ofrece el ecosistema en la UTFV para extraer diseños exitosos, experiencias asertivas y estrategias efectivas.

- Investigación documental e investigación de campo. Se debe generar un archivo de datos electónico y fotográfico acerca de las especies de flora y fauna que en la región existen, para clasificar aquellas que son endémicas de las que no lo son, para generar una base de datos local (para posible publicación en revistas especializadas).

- Mapeo de terreno. Elaboración de un mapa ambiental que determine las zonas de acuerdo a las especies existentes; zonificación en base a criterios de impacto ambiental y de acción correctiva.

- Análisis de sinergia de los elementos.

- Diseño de plan de permacultura.

25.3 Resultados

Resultados esperados: Con la implementación del plan de permacultura se busca impactar lo menos posible al ecosistema dentro de las instalaciones de la misma UTFV; además, el plan contempla la reducción de este impacto en la región, ya que se sigue la lógica de que el problema medioambiental es un asunto de regiones, no de localidades.Además, se busca construir un invernadero y un jardín jotánico que reunan la flora de la región y que, posteriormente, sirvan como centros de investigación. Además, la producción de ambos espacios puede servir para dotar de especies en planes futuros de reforestación de la UTFV. Por último, se busca generar una cultura ambientalista de respeto y de preservación de los espacios naturales y de sinergia entre los espacios propios de las labores universitarias y el ecosistema.Resultados Preliminares: Al encontrarse en una etapa inicial, el proyecto tiene ya elegido el terreno donde se instalará tanto el invernadero como el jardín botánico; ésta elección se basó en un EIA, donde esencialmente se ponderó el menor impacto al entorno posible con la edificación de ambos espacios.Se va a hacer uso de algunos proyectos ya hechos en diversas asignaturas de la carrera de Técnico Superior Universitario de la División de Tecnología Ambiental: estudios de suelo de algunas áreas de la universidad, materiales reciclados, elaboración de lombricomposta, etc.Se gestionó ya la ayuda de la Asociación Mexicana de Plantas Carnivoras para el asesoramiento en la construcción del Invernadero, así como del organismo público Probosque para la dotación de algunas especies de flora.

25.4 Discusión

Una de las problemáticas más evidentes en la población es la nula educación acerca de temas ambientales; generar conciencia acerca del impacto de las diversas actividades humanas en el entorno se ha convertido en un pilar del ambientalismo moderno; sin embargo, se requiere de un plan general para toda la UTFV, que abarque tanto a alumnos de las diferentes carreras ofrecidas, así como docentes, al personal administrativo, directores, laboratoristas, técnicos de apoyo, personla de limpieza y vigilancia, trabajadores de cafeterías, jardineros, etc.

Por otro lado, paracería un problemas el que, en los planes de desarrollo institucional, la sustentabilidad no es una prioridad, por lo que destinar recursos (humanos, pedagógicos, económicos e intelectuales) a esfuerzos para preservar el medio ambiente no es aún una norma común, por lo que se necesita también hacer conciencia en las autoridades educativas para buscar apoyo en proyectos medioambientales.Por último, las gestiones para generar redes con otras instituciones deben contar con el apoyo de nuestras autoridades universitarias.

25.5 Conclusiones

El modo de vida del inidividuo moderno ha colocado en jaque al sistema natural alrededor del mundo; las consecuencias se viven de diferentes formas y en escalas diferenciadas. Sin embargo, hemos aprendido que los efectos son globales ya que eventos comoel efecto invernadero, la extinción de especies, el agujero en la capa de ozono o la deshielización de los polos no son acontecimientos que afectaran a una zona en particular o a un grupo social determinado, sino que sus afectaciones tienen escala global.

Tras décadas de reflexionar acerca de las acciones que puedan revertir este proceso de deterioro, la experiencia ha dictado a la humanidad que son las pequeñas acciones, las acciones locales, las que pueden coadyuvar a que estos efectos se detengan paulatinamente. La forma de vida, esencialmente, tiene que ver con los patrones de conducta y de consumos de cada individuo, de cada comunidad, por lo que observar cómo es que nos comportamos y cómo nos relacionamos con el entorno muestra la manera en la que los afectamos.Es indudable que el paso por la Tierra de cada sujeto deja una huella ecológica. Minimizar esa huella es la tarea del medioambientalismos. Una de las propuestas más sólidas, más estructuradas y con mejores resultados ha sido la hecha desde la Permacultura; a través de métodos de producción, de construcción, de adecuación de los espacios y de generación de sinergia se han generado experiencias exitosas de desarrollo de comunidades enteras en armonía con el ecosistema que les rodea.Aunado a esto, la Permacultura busca generar una manera de pensar acerca de cómo nos debemos vincular con el ecosistema, un vínculo que el hombre y las sociedades modernas rompimos al pensarnos como entes ajenos a lo natural, por encima de la escala evolutiva y cuyo fin era hacer uso de lo que la naturaleza nos daba.

Es indudable que el daño ecológico que esta forma de pensarnos ha puesto al sistema natural mismo al borde del caos, generando desequilibrios ecosistémicos globales sin precedentes en la historia de la humanidad.Me parece que adecuar la Permacultura en tanto método, técnicas, ciencia y filosofía a un espacio educativo puede generar una conciencia ambiental entre la comunidad universitaria.

Así, la generación de espacios ambientalmente armónicos, centros de investigación acerca del entorno de la región, pláticas ambientales, adaptación de técnicas de desarrollo sustentable (baños secos, iluminación ambiental, techos verdes, paredes verdes, etc.), entre otras cosas, debe volverse una prioridad en los planes de desarrollo universitario, acordes a la filosofía del desarrollo sustentable.Son los centros educativos una muestra social de cómo debe implementarse un sistema ambientalmente responsable.

25.6 Referencias

Mollison, B. (1988). Permaculture. A designers´ manual. Nueva York: Tagari.

Mollison, B. (1997). Introduction to permaculture. Nueva York: Tagari.

Holmgron, D. (1997). Permaculture: principles and pathways beyond sustentability. Paperback.

Fukuoka, M. (1999). The one-straw revolution: an introduction to natural farming. Nueva York: New York Review Books Classics.

Holzer, S. (2008). Sepp Holzer´s permaculture: a practical guide to small-scale integrative farming and garding. Nueva York: Kindle.

Michael. A. P. (2013). Permaculture design for sustentability. México: Universidad Albert Einstein.

Hematología y Bioquímica sanguínea de monos aulladores mexicanos

MJ. Rovirosa, F. García, JF. Lagunes y O. Merino

MJ. Rovirosa, F. García, JF. Lagunes & O. Merino
Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México
jrovirosa@uv.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.).Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Hematological and blood biochemistry parameters are valuable tools for determining the health status of wild primate populations. Unfortunately for Mexican primates is scarcity reference information about these parameters, limiting identify the health status of different individuals in a population. The aim of this study was to determine blood chemistry and hematological values of adult females and males black howler monkeys (*Alouatta pigra* n=56) and mantled howler monkeys (*A. palliata* n=26), in order to establish reference values for these species. Individuals were located in Tabasco and Campeche states. They are anesthetized with ketamine to obtain blood samples collected by ventromedial venipuncture of the tail. The results showed statistical difference in red blood cells count, protein, fatty acid and some ions, between sexes.In conclusion, hematological and serum biochemical values obtained from both species, allows reference values useful to understanding the adaptation of howler monkeys to their habitat changing environment.

26 Introducción

En México se localizan dos especies de mono aullador; *Alouatta palliata* o mono aullador de manto, el cual se distribuye al sureste de Veracruz y en los estados de Tabasco y Chiapas (Horwich & Johnson 1986). Mientras que el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), se localiza en los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Horwich & Johnson 1986; Estrada et al. 2002; Barrueta-Rath et al. 2003; García-Orduña 2005), siendo Tabasco un área de simpatría para ambas especies.

Los monos aulladores son arborícolas y se les considera folívoros-frugívoros o bien frugívoros-folívoros dependiendo de abundancia de alimento durante la estación del año. Son extremadamente selectivos (Milton 1987), prefieren comer hojas jóvenes que maduras, frutos, flores, peciolos, brotes, semillas tallos y ramas (Milton 1980; Crockett & Eisemberg 1987). Entre el grupo de plantas que consume *A. pigra* se encuentran las familias Leguminosae, Moraceae y Sapotaceae (Coyohua 2008), mientras que *A. palliata* consume de las familias Moraceae, Lauraceae y Fabaceae-Mimosoideae (Estrada & Coates-Estrada 1984; Cristobal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez 2007), principalmente.

Actualmente ambas especies de mono aullador pueden encontrarse en hábitat altamente fragmentados, vivir en agroecosistemas como cultivos de cacao (Muñoz, et al., 2006); muy cerca de asentamientos humanos (Estrada et al., 2006); en zonas muy perturbadas o bien rodeados de pastizales (Bicca-Marques & Calegaro-Marques 1995); incluso pueden viajar por el suelo para beber agua en ríos y lagunas (Bravo & Sallenave 2003; Pozo-Montuy & Serio-Silva 2007). Esta rápida perdida de su hábitat ha colocado a estos monos se encuentren en la lista roja de especies amenazadas por la (*International Union for Conservation of Nature* IUCN), así como por la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059.

A pesar de la categoría en que se encuentran estos monos aulladores, es escaza la información sobre la concentración hemática y bioquímica. Por lo que conocer los valores de referencia de estos parámetros fisiológicos, permitirá establecer criterios para detectar problemas de salud individual en sus poblaciones naturales y diseñar esquemas de manejo de las especies en estudio.

El análisis hematológico permite tener una visión general del estado de salud de los individuos, cuyos parámetros pueden ser agrupados en: 1) conteo de células rojas (eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, volumen medio corpuscular, hemoglobina media corpuscular y concentración de hemoglobina media corpuscular). Estos parámetros permiten identificar algún tipo de anemia, síndromes hemorrágicos, disminución de líquido vascular por deshidratación hemoconcentración e hipovolemia o disminución significativa de sangre (Brockus 2011; Jain 1993), 2) conteo de células blancas (monocitos, linfocitos, eosinófilos, basófilos segmentados y en banda, neutrófilos), que indican la presencia de infección, inflamación, condiciones tóxicas y estrés (Webb & Latimer 2011; Jain 1993), 3) la serie plaquetaria es necesaria para establecer los procesos de coagulación y retracción de coágulos (Morrison 1995).

Por otro lado, los estudios de bioquímica son pruebas que se realiza para el diagnóstico y establecer la estrategia terapéutica, debido a que permite evaluar el estado fisiológico, nutricional y patológico de los individuos. Los valores en los diferentes parámetros indican la función de los órganos y sistemas que intervienen en el metabolismo de los alimentos y transformación de energía, así en también en la cantidad de electrolitos circulantes (Evans 2011).

Por ejemplo, las proteínas plasmáticas se producen principalmente en el hígado y sistema inmune, tienen diversas funciones en el cuerpo, pero cuando su concentración se altera puede sugerir a problemas de salud en hígado y riñón (Sirois 2007). En el hígado se llevan a cabo muchas funciones, de metabolismo de aminoácidos, hidratos de carbono y lípidos; síntesis de proteínas plasmáticas, albúmina, colesterol y factores de coagulación; digestión y absorción de nutrientes relacionados con la formación de bilis, la bilirrubina o la secreción de bilis y la eliminación de toxinas además del catabolismo de ciertas drogas. Estas funciones están a cargo de reacciones enzimáticas, entre ellas están las relacionadas con el daño de los hepatocitos (alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa), o bien asociadas con la colestasis (fosfatasa alcalina) y la función de los hepatocitos (bilirrubina, ácidos biliares, colesterol). El riñón es importante en la homeostasis de los individuos, su función es conservar agua y electrolitos en equilibrio, mantener el pH sanguíneo a través de conservar o excretar iones de hidrógeno, conservar nutrientes como glucosa y proteínas, eliminar los productos finales del metabolismo como urea y creatinina (Sirois 2007).

De acuerdo a lo anterior el objetivo de este estudio fue establecer valores de referencia para la biometría y bioquímica sanguínea de hembras y machos adultos de dos especies de mono aullador *A. pigra* y *A. palliata* en vida libre.

26.1 Metodología

Los individuos fueron capturados en fragmentos de selva mediana subperennifolia en los estados de Campeche y Tabasco. Dieciséis grupos de *A. pigra* fueron localizados en los municipios de Ciudad del Carmen (18º37’16"N, 90º41'11"O) y Escárcega (18º51’00’’ N, 90º43’55 O), y trece de *A. palliata* en el municipios de Macuspana, Tabasco (18º37’16"N, 90º41'11"O). De estos veintinueve grupos, solo se consideraron 26 machos y 30 hembras adultos de *A. pigra* en Campeche. Mientras que en Tabasco 12 machos y 14 hembras *A. pigra* y 12 machos y 16 hembras de *A. palliata*.

Todos los individuos fueron sedados con un dardo que contenía hidrocloruro de ketamina (10-15 mg/kg (0.5ml) - Inoketam® 1000 Virbac, S.A). Posteriormente fueron pesaron en una pesola con escala (LightLine® Spring Scales, Forestry Suppliers, Inc.) y su talla fue tomada con un flexómetro (Truper® EN 8). Por venopunción en la cola de cada individuo se colectaron 2.5 mL de sangre; de los cuales se colocó 0.5 mL en un microtainer con EDTA, para ser analizados en un equipo (Coulter Beckman ACT-5-DIF) y obtener los valores hemáticos. Los 2 mL restantes fueron centrifugados a 3400 rpm por 10 min, el suero obtenido fue colectado en un vial limpio, trasportado en hielo y almacenado a -20^{0}C, hasta la determinación de la bioquímica en un analizador Johnson & Johnson^{TM} Vitros 250. Este estudio se llevó a cabo bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, así como los principios éticos emitidos por Sociedad Americana de Pimatología para el manejo y manipulación de primates no humanos.

Se aplicó una estadística descriptiva (Me + DE), para obtener los valores del peso y talla de los individuos. Para determinar la diferencia entre los valores de género para cada parámetro, se utilizo una prueba *U* de Mann-Whitney.

26.2 Resultados

La tabla 25, muestra el peso y talla de hembras y machos de *A. pigra* de Campeche y Tabasco, así como *A. palliata* de Tabasco.

Tabla 26 (Me $\pm$ DE) de peso y talla de hembras y machos adultos de mono *Alouatta pigra* de los estados de Campeche y Tabasco, así como *A. palliata* de Tabasco

SEXO	LOCALIDAD	PESO (Kg) (Me $\pm$ DE)	TALLA (cm) (Me $\pm$ DE)
Machos *A. pigra*	Campeche	6.99 ± 0.88	49.76 ± 2.04
Hembras *A. pigra*	Campeche	5.05 ± 0.62	44.88 ± 3.04
Machos *A. pigra*	Tabasco	7.09 ± 2.5	44.14 ± 10.34
Hembras *A. pigra*	Tabasco	5.88 ± 1.5	39.82 ± 5.4
Machos *A. palliata*	Tabasco	5.18 ± .874	41.97 ± 12.08
Hembras *A. palliata*	Tabasco	3.94 ± .99	38.39 ± 11.7

La tabla 26.1. Muestra 14 parámetros hemáticos, correspondientes a hembras y machos *A. pigra* de Campeche y Tabasco, así como de *A. palliata* de Tabasco. La prueba estadística mostró que machos de *A. pigra* de Campeche presentan diferencia estadística en la concentración de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito con respecto a las hembras. Sin embargo las hembras *A. pigra* de Tabasco mostraron diferencia estadística en leucocitos con respecto a los machos. Por su parte los machos *A. palliata* de Tabasco, mostraron diferencia significativa en el volumen medio corpuscular y la concentración media de hemoglobina corpuscular con respecto a las hembras.

La tabla 26.2, muestra 18 parámetros bioquímicos de hembras y machos *A. pigra* de Campeche y Tabasco, así como de *A. palliata* de Tabasco. Se encontró una mayor concentración estadística de colesterol y triglicéridos de los machos *A. pigra* de Campeche con respecto a las hembras. Mientras que los machos *A. pigra* de Tabasco solo mostraron diferencia estadística en la concentración de creatinina con respecto a las hembras, sin embargo la concentración de potasio y fosforo fue estadísticamente mayor en las hembras con respecto a los machos. Por su parte los valores de creatinina de los machos *A. palliata* de Tabasco fue significativamente mayor a las hembras, mientras que la globulina en las hembras presento una concentración significativamente mayor que en los machos de esta especie.

Tabla 26.1 Valores hematológicos (media ± DE) de hembras y machos adultos de monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) y mono aullador de manto (*Alouatta palliata*) en vida libre, localizados en los estados de Campeche y Tabasco

	Alouatta pigra Campeche Machos adultos (n=26)		*Alouatta pigra* Campeche Hembras adultas (n=30)		*P*	*Alouatta pigra* Tabasco Machos Adultos (n=12)		*Alouatta pigra* Tabasco Hembras Adultas (n=14)		*P*	*Alouatta palliata* Tabasco Machos adultos (n=12)		*Alouatta palliata* Tabasco Hembras adultas (n=16)		*P*
	Me ± DE	Max - Min	Me ± DE	Max - Min		Me ± DE	Max - Min	Me ± DE	Max - Min		Me ± DE	Max - Min	Me ± DE	Max - Min	
	10.91 ± 1.21	13.4 - 8.1	10.21 ± 1.78	17.8 – 7.5	0.006 [a]	10.89 ±1.62	13.3 - 8.3	10.31 ± 0.94	13.3 – 7.9	0.318	10.24 ± 0.90	13.3 - 7.9	9.91 ± 0.91	12.3 – 7.9	0.344
	34.48 ± 3.93	40.5 - 25.5	30.32 ± 5.75	39.1 – 7.1	0.001[a]	35.18 ± 4.93	41.2 - 26.5	33.67 ± 3.35	41.2 – 23.3	0.405	32.50 ± 2.73	41.2 - 23.3	31.65± 2.78	42.2 – 23.3	0.419
ojas	3.97 ± 0.40	4.8 - 3.08	3.49 ± 0.64	4.45 – 0.9	0.001[a]	3.91 ± 0.64	4.9 - 2.81	3.67 ± 0.36	5.17 – 2.54	0.292	3.61 ± 0.38	5.17 - 2.54	3.73 ± 0.31	5.17 – 2.54	0.378
	84.43 ± 12.90	97.5 – 27.5	86.39 ± 4.30	97.5 – 77.8	0.837	90.02 ± 5.57	100 – 67.7	93.17 ± 7.67	100 – 69.5	0.270	89.69 ± 4.10	100 – 67.7	84.99 ± 5.53	100 – 65.5	0.019 [a]
scular	29.7 ± 11.26	84.5 – 23.4	28.11 ± 2.11	36.4 - 25.7	0.973	27.88 ± 1.33	34.3 – 21.3	29.20 ± 2.42	37.3 - 23.3	0.118	28.24 ± 1.68	34.3 – 21.3	26.60 ± 1.78	34.0 - 20.3	0.023 [a]
cular	31.69 ± 1.33	34.4 - 30	31.92 ± 1.17	33.9 – 30	0.426	30.96 ± 1. 38	33.0 – 24.5	30.45 ± 1.14	33.7 – 24.4	0.347	31.52 ± 0.78	33.7 – 24.5	31.2 ± 0.88	31.7 – 24.0	0.315
	150.88 ± 67.21	319 – 43	132.32 ± 84.12	310 – 20	.538	236.41 ± 105.31	399.0 – 159.9	237.09 ± 57.90	399 – 158	0.985	219.66 ± 41.48	399 – 158.9	193.58 ± 69.46	369 – 150	0.257
	6.29 ± 1.68	10.6 – 3.1	7.95 ± 2.45	15.9 – 3.3	0.203	6.04 ± 1. 32	24.1 – 5.4	7.57 ± 1.88	24.9 – 3.2	0.034 [b]	12.49 ± 3.04	24.1 – 3.2	12.49 ± 4.08	24.1 – 4.2	0.834
	9.6 ± 12.20	21 – 3	12.67 ± 11.60	26.4 – 4.1	0.201	5.75 ± 4.04	10 – 3	5.63 ± 3.50	10 –1	0.975	5.66 ± 3.42	10 – 3	4.88 ± 3.42	10 –1	0.549
	38.63 ± 19.65	75 – 13	34.96 ± 21.82	1.43 – 12	0.440	30.83 ± 9.0	75 – 15	38.18 ± 13.0	55.0 – 12	0.128	28.83 ± 13.59	55 – 15	30.81 ± 10.23	55.0 – 12	0.663
	0.39 ± .09	0.50 – 0.03	0.32 ± .06	0.49 – 0.03	0.440	0.66 ± 0.37	1.6 – 0.01	1.63 ± 0.33	2.5 –.01	0.183	1.41 ± 0.50	1.82 – 0.01	1.35 ± 0.83	2.5 – 0.03	0.726
	0.62 ± 1.07	1.76 – 0.4	0.49 ± .09	1.79 – 0.3	0.838	00.5 ± 0.11	0.70 – 0.01	0.57 ± 0.09	0.71 – 0.01	0.432	0.05 ± 0.09	0.70 – 0.01	0.0 ± 0.0	0	0.268
ados	20.57 ± 18.76	52 – 5	18.97 ± 18.38	49.0 –5.2	0.691	61.91 ± 10.72	82 – 23	52.72 ± 14.87	72 – 18	0.102	58.16 ± 22.11	72 – 20	62.94 ± 9.80	72 – 18	0.440
	0.51 ± 1.37	1.3 – 0.56	0.60 ± 1.3	1.19 - 0.52	0.313	0.83 ± 1.4	1.4 – 0.50	0.27 ± 0.9	0.89 - 0.5	0.201	0.55 ± 1.66	1.3 – 0.50	0. 66 ± 1.28	1.89 - 0.5	0.463

[a] Diferencias significativas entre machos y hembras adultas
[b] Diferencias significativas entre hembras y machos adultos

Tabla 26.1.1 Valores bioquímicos (media ± DE) de hembras y machos adultos de monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) y mono aullador de manto (*Alouatta palliata*) en vida libre, localizados en los estados de Campeche y Tabasco.

	Alouatta pigra Campeche Machos adultos (n=26)		*Alouatta pigra* Campeche Hembras adultas (n=30)		*P*	*Alouatta pigra* Tabasco Machos adultos (n=12)		*Alouatta pigra* Tabasco Hembras adultas (n=14)		*P*	*Alouatta palliata* Tabasco Machos adultos (n=12)		*Alouatta palliata* Tabasco Hembras adultas (n=16)		*P*
	Me ± DE	Max - Min	Me ± DE	Max - Min		Me ± DE	Max - Min	Me ± DE	Max - Min		Me ± DE	Max - Min	Me ± DE	Max - Min	
	5.43 ± 0.38	8.65 - 3.33	4.73 ± 0.20	6.27 – 3.21	0.090	4.29 ± 1.0	8.76 - 3.10	4.39 ± 1.46	8.76 - 3.10	0.863	5.19 ± 1.55	6.43 - 2.16	5.75 ± 1.46	6.76 - 2.10	0.346
	5.76 ± 0.67	9.63 - 1.42	4.92 ± 0.46	8.92 – 0.71	0.301	5.3 ± 1.42	12.5 - 3.92	5.6 ± 1.98	8.56 – 3.92	0.698	4.64 ± 2.72	8.55 - 3.9	4.17 ± 2.73	8.56 – 3.92	0.736
	34.42 ± 5.73	57.0 - 8.6	29.47 ± 2.77	53.3 – 0.72	0.307	31.80 ± 8.60	74.9 – 23.5	33.63 ± 11.95	51.4 – 32.1	0.701	27.69 ± 16.23	51.4 – 23.5	24.98 ± 16.30	51.4 – 32.1	0.721
	65.42 ± 3.42	78 - 40	67.37 ± 1.85	84 – 74	0.589	74.5 ± 7.0	82 - 52	75.9 ± 4.8	84 – 53	0.605	74.4 ± 7.5	80 - 56	78.8 ± 5.0	84 – 53	0.066
	4.05 ± 0.27	5.4 – 2.0	4.06 ± 0.17	5.4 - 2.3	0.986	4.41 ± 0.36	6.9 – 2.9	4.55 ± 0.32	5.7 - 2.8	0.366	4.55 ± 0.62	5.6 – 3.7	4.60 ± 0.43	5.6 - 3.5	0.599
	2.48 ± 0.13	3.5 - 1.7	2.6 ± 0.11	4.2 – 1.8	0.292	3.04 ± 0.50	3.6 - 1.7	3.04 ± 0.35	3.49 – 1.16	0.988	2.89 ± 0.32	3.2 - 1.7	3.28 ± 0.31	3.94 – 1.7	0.003 [b]
	1.59 ± 0.12	2.25 – 0.86	1.56 ± 0.10	5.3 – 2.3	0.870	1.47 ± 0.24	2.41 – 0.94	1.50 ± 0.20	2.41 – 0.94	0.746	1.52 ± 0.29	2.41 – 1.32	1.40 ± 0.18	1.96 – 1.32	0.155
	80.44 ± 5.30	114.9 – 44.2	68.06 ± 3.53	114.9 – 35.36	0.061	107.84 ± 11.49	114.9 – 35.36	74.25 ± 11.49	114.9 – 44.2	0.001 [a]	88.4 ± 15.2	168.0 – 84.0	73.37 ± 10.60	106.1 – 44.2	0.008 [a]
	3.03 ± 0.20	4.94 – 1.91	2.31 ± 0.19	4.48 – 1.16	0.021 [a]	2.54 ± 0.61	3.49 – 1.16	2.34 ± 0.70	3.48 – 1.16	0.490	2.69 ± 0.72	4.35 – 2.17	2.74 ± 1.12	4.35 – 2.20	0.753
.)	1.08 ± 0.09	1.76 – 0.57	0.77 ± 0.06	1.43 – 0.40	0.006 [a]	1.42 ± 0.63	1.79 – 0.70	1.34 ± 0.51	1.79 – 0.70	0.754	1.7 ± .61	1.96 – 0.99	1.78 ± 0.70	2.04 – 0.80	0.952
L)	399.85 ± 66.04	904.0 – 113.0	424.66 ± 46.22	805.0 – 72.0	0.754	387.66 ± 400.09	1700.0 – 120.0	371.2±226.	858.0 – 198.0	0.348	274.46±181.34	700.0 – 125.0	256.87±90.64	575.0 – 125.0	0.539
	2.39 ± 0.07	2.76 – 1.62	2.42 ± 0.06	2.79 – 1.79	0.773	2.46 ± 0.14	2.57 – 1.87	2.5 ± .06	2.97 – 1.8	0.318	2.46 ± 0.15	2.81 – 2.24	2.5 ± 0.12	2.97 – 1.8	0.274
	0.98 ± 0.09	1.6 – 0.45	1.09 ± 0.24	1.9 – 0.58	0.361	1. 02 ± 0.58	2.51 – 0.71	2.7 ± 4.02	4.1– 1.5	0.009 [b]	1.06 ± 0.63	2.0 – 0.64	0.82 ± 0.66	2.0 – 0.64	0.252
	0.84 ± 0.04	1.06 – 0.53	0.90 ± 0.03	1.19 - 0.65	0.313	0.87 ± 0.47	1.08 – 0.53	0.97 ± 0.14	1.09 - 0.55	0.285	0.73 ± 0.98	1.06 – 0.52	0.49 ± 0.57	1.03 - 0.43	0.585
	92.92 ± 3.42	108.0 – 66.0	99.54 ± 1.96	114.0 – 79.0	0.079	97.77 ± 5.23	112.0 – 94.0	96.41 ± 3.47	100.0 – 93.0	0.482	101.23 ± 5.37	105.0 – 92.0	102.05 ± 4.57	105.9 – 92.0	0.652
	5.42 ± 0.28	7.8 – 3.8	5.45 ± 0.14	7.0 – 4.4	0.94	4.78 ± 0.48	6.4 – 4.1	5.89 ± 1.01	6.0 – 4.1	0.025 [b]	5.37 ± 1.05	7.7 – 3.9	5.45 ± 0.91	7.8 – 3.9	0.867
	134.35 ± 5.60	158.0 - 92.0	141.29 ± 2.93	163.0 – 104.0	0.234	140.66 ± 8.20	148.0 - 134.0	142.91 ± 3.47	160.9 – 134.0	0.476	144.76 ± 6.69	155.0 - 130.0	140.17 ± 6.40	153.0 – 130.0	0.067
	15.10 ± 1.00	19.69 – 9.48	17.55 ± 1.04	27.57 – 8.41	0.126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

[a] Diferencias significativas entre machos y hembras adultas
[b] Diferencias significativas entre hembras y machos adultos

26.3 Discusión

Los resultados de este trabajo mostraron que, como en otras especies los machos son más pesados y grandes que las hembras, una diferencia común en muchos grupos de primates incluidos *Alouatta* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Schmidt et al. 2007; Rovirosa et al. 2012). En relación a los parámetros hemáticos sólo los machos *A. pigra* de Campeche mostraron valores significadamente más elevados en los parámetros de hemoglobina, hematocrito y eritrocitos con respecto a las hembras. Estas diferencias también han sido observadas en otros primates Neotropicales como *Cebus apella* (Larsson et al. 1999; Riviello and Wirz 2001; Nuñez et al. 2008; Wirz et al. 2008). Esta misma diferencia fue observada en *A. pira* y *A. palliata* de Tabasco aunque no mostraron significancia estadística. Se sugiere que estas diferencias hematológicas están relacionadas con el dimorfismo sexual debido a las características físicas y fisiológicas de los individuos (Larsson et al. 1999).

Los machos *A. palliata* de Tabasco mostraron valores significativamente mayores en la concentración del volumen medio corpuscular y hemoglobina media corpuscular con respecto a las hembras. Esta tendencia no la mostró ninguno de los grupos de *A. pigra* de las dos localidades. Al parecer estas diferencias encontradas no están relacionadas con el dimorfismo sexual, sino con la edad de los individuos, estas concentraciones varían entre jóvenes, adultos y adultos mayores (Morrison 1995), es probable que entre los individuos muestreados hubiera algún adulto mayor.

El recuento de leucocitos fue significativamente mayor en hembras *A. pigra* de Tabasco con respecto a los machos. Es posible que estos valores incluyendo los porcentajes de linfocitos y eosinófilos (aunque no alcanzaron diferencias significativas) pudieran estar indicando algún proceso infeccioso por helmintos (Webb & Latimer 2011). También este incremento celular pudiera referirse a otros factores como sociales (Alexander 1974; Freeland 1976; Moller et al. 1993; Dobson & Meagher 1996), ecológicos (Hausfater & Meade 1982) o bien por contacto sexual (Cates & Meheus 1990). Una tendencia similar se reporto en el recuento de leucocitos de *A. pigra* de Campeche (Rovirosa et al., 2012) y *Alouatta seniculus* (Vié et al. 1998). Por lo anterior es posible que este aparente aumento en el recuento de leucocitos en las hembras sea una característica del género *Alouatta*, lo cual requiere hacer estudios más específicos para sustentar o refutar esta hipótesis.

Las hembras *A. palliata* no mostraron diferencia en el recuento de leucocitos con respecto a los machos. Sin embargo los valores promedio de este parámetro, son considerablemente más elevados con respecto a los encontrados en *A. pigra* o a lo reportado en otras especies de *Alouatta* (Porter 1971; Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Flaiban et al. 2008). Lo anterior sugiere que los altos valores de leucocitos tanto en machos como en hembras de *A palliata* puede ser una característica de la especie, aunque también es posible que esta especie sea más susceptible que otras especies de monos del Nuevo Mundo al estrés de la captura y la manipulación (Webb and Latimer 2011; Morrison 1995; Flabian et al. 2008).

El recuento de plaquetas fue mayor en *A. pigra* y *A. palliata* de Tabasco que en *A. pigra* de Campeche, probablemente esta diferencia se relacione con el tiempo transcurrido entre la captura de los individuos y la toma de las muestras de sangre, como se ha reportado para *A. pigra* (Rovirosa et al., 2011) y para humanos (Nakagawa et al. 2002).

En cuanto a los valores obtenidos para la bioquímica de estas especies, encontramos que la concentración de proteínas totales no cambió entre sexos de ambas especies, y concuerdan con los valores se han reportado en *A. palliata mexicana* (Crissey et al. 2003). En general, estos valores son menores con respecto a otros primates del Nuevo Mundo en vida libre como *Callithrix jacchus* (McNees et al. 1984), *Cebus apella* (Riviello & Wirz 2001), *Alouatta seniculus* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001) y *Lagothrix lagotricha* (Heugten et al. 2008) en cautiverio. Esto sugiere que la concentración de proteínas totales encontradas en estos grupos de monos aulladores son los valores basales para las especies que habitan en México. Así, nuestros datos corroboran la importancia de tener los perfiles de referencia de cada especie y advierte contra la generalización de estos tipos de parámetros, incluso en especies estrechamente relacionadas.

Los valores de colesterol y triglicéridos encontrados en *A. pigra* y *A. palliata* del estado de Tabasco son similares a los reportados para *A. palliata* mexicana en Veracruz (Crissey et al. 2003) y *A. caraya* (Schmidt et al. 2007). En contraste los valores de colesterol fueron mayores en los machos *A. pigra* de Campeche con respecto a las dos especies de Tabasco. Lo anterior sugiere que este grupo de monos aulladores negros podrían incluir en su dieta un alto porcentaje de especies oleaginosas o tal vez, presentan trastornos metabólicos del colesterol (Evans, 2011).

Los machos *A. pigra* y *A. palliata* de Tabasco mostraron una concentración mayor de creatinina que las hembras. Esta tendencia aunque no significativa se encontró en los machos *A. pigra* de Campeche. Concentraciones similares se reporto para *A. seniculus* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Crissey et al. 2003; Schmidt et al. 2007). Esto nos sugiere que estos valores podrían estar relacionados con la masa muscular de los machos (Vié et al. 1998).

Con respecto a la concentración de iones y minerales en ambas especies de monos aulladores mexicanos, es similar a lo reportado para otras especies de *Alouatta* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Crissey et al. 2003; Schmidt et al. 2007), solamente la concentración de fosforo y potasio de hembras *A pigra* Tabasco fue significativamente más elevada con respecto a los machos, incluso más elevados que los demás sujetos de nuestro estudio. Se ha reportado que un retraso en la separación del suero de las células sanguíneas da lugar a un aumento de estos parámetros, así como también de la creatinina (Vié et al., 1998). Probablemente el tiempo transcurrido entre la captura y la toma de muestra pudo haber alterado estos parámetros. Además un aumento en la concentración de creatinina puede indicar daño muscular (Kock et al. 1990), lo cual podría ser resultado de comportamientos agresivos de los machos durante la captura, sin embargo para despejar esta posibilidad se requiere de estudios específicos.

26.4 Conclusión

En conclusión nosotros encontramos que los monos aulladores mexicanos presentan las siguientes características en la biometría y bioquímica sanguínea: 1) Las hembras presentan mayores concentraciones de leucocitos con respecto a los machos, 2) *Alouatta palliata* presenta altas concentraciones de leucocitos con respecto a otras especies de *Alouatta*, 3) la concentración de creatinina se encuentra en relación a la masa corporal. Por consiguiente, conocer los valores de referencia bioquímicos y hematológicos de los primates Mexicanos en vida libre, es una herramienta útil para interpretar su estado de salud, además de que permite comprender la adaptación fisiológica que tienen estas especies *Alouatta pigra* y *Alouatta palliata* para adaptarse a las alteraciones de su hábitat.

26.5 Referencias

Alexander, R.D. (1974). The evolution of social behavior. *Annual Review of Ecology Systematic.* 5:325-383.

Barrueta-Rath T, Estrada A, Pozo C, Calmé S (2003) Reconocimiento demográfico de *Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi* en la reserva El Tormento, Campeche, México. *Neotropical Primate.s* 11(3):165-169.47.

Bicca-Marques, J.C., Calegaro-Marques, C. (1995). Locomotion of black howlers in hábitat with discontinuous canopy. *Folia Primatology.* 64:55-61.

Bravo, S.P., Sallenave, A. (2003). Foraging behavior and activity patterns of *Alouatta caraya* in the northeastern Argentinean flooded forest. *International Journal of Primatology.* 24:825-846.

Brockus, Ch.W. (2011). Erythrocytes. In: Latimer KS (ed) *Duncan & Prasse's Vetericary Laboratory Medicine: Clinical Pathology.* 5th edn. Wiley-Blackwell (1):3-44.

Cates, W. Jr., Meheus. S. (1990). Strategies for development of sexually transmitted diseases control program. In: Holmes KK, Mardh P-A, Sparling PF, Wiesner PJ (eds). *Sexually transmited diseases*. 2nd edn New York: McGraw-Hill pp 1023-1030.

Coyohua, F.A. (2008) .*La dieta de los monos aulladores negros (Alouatta pigra) en el Estado de Campeche: Descripción general y variaciones en función del grado de conservación del habitat.* Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, México. pp 67

Cristobal-Azkarate, J., Arroyo-Rodríguez, V. (2007). Diet and activity pattern of Howler monkeys (*Alouatta palliata*) in Los Tuxtlas and implications for conservation. *American Journal of Primatology.* 69:1013-1029.

Crissey, S.D., Serio-Silva, J.C., Meehan, T., Slifka, K.A., Bowen,, P.E., Stacewicz-Sapuntzakis, M., Holick, M.F., Chen, T.C., Mathieu, J., Meerdlink, G. (2003). Nutritional status of free-rangign (*Alouatta palliata mexicana*) in Veracruz, Mexico: serum chemistry; lipoprotein profile; vitamins D, A, and E; carotenoids; and minerals. *Zoo Biology*. 22:239-251.

Crockett, C.M., Eisenberg, J.F. (1987). Howlers: Variations in group size and demography. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW Struhsaker TT (eds) *Primates societies.* The University of Chicago Press. Chicago Ill pp 54-68.

de Thoisy, B., Vogel, I., Reynes, J.M., Pouliquen, J.F., Carme, B., Kazanji, M. (2001). Health evaluation of translocated free-ranging primates in French Guiana. *American Journal of Primatology.* 54:1-16

Dobson, A., Meagher, M. (1996). The population dynamics of brucellosis in the Yelowstone National Park. *Ecology*. 77:1026-1036.

Estrada, A., Saenz, J., Harvey, C., Naranjo, E., Muñoz, D., Rosales-Meda, M. (2006). Primates in agroecosystems: conservation value of some agricultural practices in Mesoamerican landscapes. In: Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke L (eds). *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation.* Springer New York pp 437-470.

Estrada, A., Castellanos, L., Mendoza, A., Pacheco, R. (2002). Población, ecología y comportamiento de monos aulladores (*Alouatta pigra*) en Palenque, Chiapas, México. Lakamha Boletín Informativo del Museo y Zona Arqueológica de Palenque. (*CONACULTA-INAH*) 3:9-15.

Estrada, A., Coates-Estrada, R. (1984). Fruit eating and seed dispersal by Howler monkey (*Aloatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas Mexico *American Journal of Primatology.* 6:77-91.

Evans, E.W. (2011). Proteins, lipids and carbohidrates. In: Latimer KS (ed). *Duncan & Prasse's Vetericary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 5th ed. Wiley-Blackwell (6):173-209.

Flaiban, K.K.M.C., Spohr, K.A.H., Malanski,, L.S., Svoboda, W.K., Shiozawa, M.M., Hilst, C.L.S., Aguila, L.M., Ludwig, G., Passos, F.C., Navarro, I.T., Lisbôa, J.A.N., Balarin, M.R.S. (2008). Valores hematológicos de burgio pretos (*Alouatta caraya*) de vida livre da regiao do Alto Río Paraná, sul do Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* (61):628-634.

Freeland, W.J. (1976). Pathogens and the evolution of primates sociality. *Biotropica* (8)1:12-24.

García-Orduña, F. (2005). Los primates del sureste de México y la fragmentación de su habitat. *II Congreso Mexicano de Primatología*. Xalapa, Veracruz, México May 4-7.

Hausfater, G., Meade, B.J. (1982). Alteration of sleeping groves by yelow baboons (*Papio cynocephalus*) as a strategy for parasite avoidance. *Primates*. (23)2:287-297.

Heugten, K.A., Verstegen, M., Ferket, P.R., Stoskopf, M., van Heugten, E. (2008). Serum chemistry concentration of captive wooly monkeys (*Lagothrix lagotricha*). *Zoo Biology* 27:188-199.

Horwich, R.H., Johnson, E.W. (1986). Geographic distribution of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Central America. *Primates.* 27:53-62.

Jain, N.C. (1993). *Essentials of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger 417 pp.

Kock, M.D., Du Toit, R., Kock, N., Morton, D., Foggin, C., Paul, B. (1990). Effects of capture and translocation on biological parameters in free-ranging black rhinoceroses (*Diceros bicornis*) in Zimbabwe. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine.* 21:414-424.

Larsson, M.H.M.A., Birgel, E.H., Benesi, F.J., Birgel, E.H., Lazaretti, P., Fedullo, J.D.L., Larsson, C.E., Molina, S.R., Guerra, P.P.C.A., Prada, C.S. (1999). Hematological values of (*Cebus apella*) anesthetized with ketamine. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science.* 36(3):3-5.

McNees, D.W., Lewis, R.W., Ponzio, B.J., Sis, R.F., Stein, F.J. (1984). Blood chemistry of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) maintained in an indoor-outdoor environment: Primate comparisons. *Primates.* 25(1):103-109.

Milton, K. (1980). The Foraging Strategy of Howler monkeys. *A Study in Primate Economics.* Columbia University Press, New York.

Moller, A.P., Dufva, R., Allander, K. (1993). Parasites and the evolution of host social behavior. *Advance in the Study of Behavior.* 22:65-101.Morrison, T.K. (1995). Haematological screening. In: Lemus GA (ed). *Laboratorio clínico y pruebas de diagnóstico.* El Manual Moderno (Ed) 2**:**79-110.

Nakagawa, T., Hirakata, H., Sato, M., Nakamura, K., Hatano, Y., Nakamura, T., Kazuhiko, F. (2002). Ketamine suppresses platelet aggregation possibly by suppressed inositol triphosphate formation and subsequent suppression of cytosolicm calcium increase. *Anesthesiology* 96(5):1147–52

Núñez, H., Araya, M., Cisternas, F., Arredondo, M., Méndez, M., Pizarro, F., Ortíz, A., Ortíz, R., Olivares, M. (2008). Blood biochemical indicators in young and adult *Cebus apella* of both sexes. *Journal Medical of Primatology.* 37:12-17.

Porter, J.A. (1971). Hematologic of the black spider monkey (*Ateles fusciceps*), red spider monkey (*Ateles geoffroyi*), white face monkey (*Cebus capucinus*), and black howler monkey (*Alouatta villosa*). *Laboratory Animal Science.* 21:426-433.

Pozo-Montuy, G., Serio-Silva, J.C. (2007). Movement and resource use by a group of *Alouatta pigra* in a forest fragment in Balancán, México. *Primates.* 48:102-107.

Riviello, M.C., Wirz, A. (2001). Haematology and blood chemistry of *Cebus paella* in relation to sex and age. *Journal Medical of Primatology.* 30:308-312.

Rovirosa-Hernández, M.J., Caba, M., García-Orduña, F., López-Muñoz, J.J.D., Canales-Espinosa, D., Hermida-Lagunes, J. (2012) .Hematological and biochemical blood values in wild populations of black howler monkey (*Aloatta pigra*) of Campeche, México. *Journal Medical of Primatology.* 4:309-316.

Rovirosa-Hernández, M.J., García-Orduña, F., Caba, M., Canales-Espinosa, D., Hermida-Lagunes, J., Torres-Pelayo, V.R. (2011). Blood parameters are litlle affected by time of sampling after the application of ketamine in black howler monkey (*Alouatta pigra*). *Journal Medical of Primatology*. 40(5):294-299.

Schmidt, D.A., Kowalewski, M.M., Ellersieck, M.R., Zunino, G.E., Stacewicz-Sapuntzakis, M., Chen, T.C., Holick, M.F. (2007). Serum nutritional profiles of free-ranging *Alouatta caraya* in northern Argentina: Lipoproteins; amino acid; vitamins A,D, and E; Carotenoids; and minerals. *International Journal of Primatology.* 28:10931107.

Sirois, M., Hendrix, C.H.M. (2007). Clinical chemistry. In: Hendrix CHM, Sirois M (eds). *Laboratory procedures for veterinary technicians*. 5th Edition. *Mosby Elsevier* 3:74-113

Vié, J.Ch., Moreau, B., de Thoisy, B., Fournier, P., Genty, Ch. (1998). Hematology and serum biochemistry values of free-ranging red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) from French Guiana. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine.* 29:142-149.

Webb, J.L., Latimer, K.S. (2011). Leukocytes. In: Latimer KS (ed). *Duncan & Prasse's Vetericary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 5th edn. Wiley-Blackwell. (2):45-82.

Wirz, A., Truppa, V., Riviello, M.C. (2008). Hematological and Plasma Biochemical Values for Captive Tufted Capuchin Monkeys (*Cebus apella*). *American Journal of Primatology.* 70:463-472.

Apéndice A . Consejo Editor Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Aguilera Santoyo- Virginia, PhD.
Rectora de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Huerta González- Luis, PhD.
Director de Desarrollo y Fortalecimiento.
Coordinación General de Universidades Tecnológicas.

Corral García- María del Socorro, MC.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Mecánica y Mantenimiento Área Industrial.

Hernández Medina- Gerardo, Lic.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Abogado General.

Pérez García- Vicente, M. I.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Mecánica.

Espinoza Zamora- Jesús, M.C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Procesos Alimentarios.

Rico Moreno- José Luis, M.C.C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Tecnologías de la Información.

Andrade Oseguera- Miguel Ángel, M. F.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Contaduría.

Silva Contreras- Juan, M.F.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Contaduría.

López Ramírez- María Elena, M.Gic.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
Agricultura Sustentable y Protegida.

Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN

Ángeles Castro- Gerardo, PhD.
Instituto Politécnico Nacional, Mexico.

Peralta Ferriz- Cecilia, PhD.
Washington University, E.UA.

Yan Tsai- Jeng, PhD.
Tamkang University, Taiwan.

Miranda Torrado- Fernando, PhD.
Universidad de Santiago de Compostela, España.

Palacio- Juan, PhD.
University of St. Gallen, Suiza.

David Feldman- German, PhD.
Johann Wolfgang Goethe Universität, Alemania.

Guzmán Sala- Andrés, PhD.
Université de Perpignan, Francia.

Vargas Hernández- José, PhD.
Keele University, Inglaterra.

Hira- Anil , PhD.
Simon Fraser University, Canada.

Villasante – Sebastian, PhD.
Royal Swedish Academy of Sciences, Suecia.

Pacheco Bonrostro- Joaquín, PhD.
Universidad de Burgos, España.

García y Moisés– Enrique, PhD.
Boston University, E.U.A.

Raúl Chaparro- Germán , PhD.
Universidad Central, Colombia.

Luo- Yongli, PhD.
Wayland Baptist University, Texas.

Guzmán Hurtado- Juan, PhD.
Universidad Real y Pontifica de San Francisco, Bolivia.

Laguna- Manuel, PhD.
University of Colorado, E.U.A.

Gandica de Roa- Elizabeth, PhD.
Universidad Católica del Uruguay, Montevideo.

Segovia Vargas- María , PhD.
Universidad Complutense de Madrid, España.

Pires Ferreira Marão- José , PhD.
Federal University of Maranhão, Brasil.

Salgado Beltrán- Lizbeth, PhD.
Universidad de Barcelona, España.

Quintanilla Cóndor- Cerapio, PhD.
Universidad Nacional de Huancavelica, Peru.

García Espinosa- Cecilia, PhD.
Universidad Península de Santa Elena, Ecuador.

Apéndice C . Comité Arbitral Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Corral García- María del Socorro, M. C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica y Mantenimiento Área Industrial

Hernández Medina- Gerardo, Lic.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Abogado General

Pérez García- Vicente, M.I.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica

Espinoza Zamora- Jesús, M.C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

Rico Moreno- José Luis, M.C.C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información

Andrade Oseguera- Miguel Ángel, M.F.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Contaduría

Silva Contreras- Juan, M.F.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Contaduría

Huerta González- Luis, PhD.
Director de Desarrollo y Fortalecimiento
Coordinación General de Universidades Tecnológicas

López Ramírez- María Elena, M.GIC.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Agricultura Sustentable y Protegida

Acosta Navarrete- María Susana, M.C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios y Agricultura Sustentable y Protegida

Aguirre Puente- José Alfredo, M.A.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información

Cano Ramírez- Jaime, M.C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mantenimiento

Pérez Ríos- Miriam E, M.I.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Procesos Alimentarios

Ramírez Lemus- Lidia, PhD.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios

Ledesma Jaime- Reynaldo, M.I.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica

Enrique Botello- José, PhD.
Instituto Tecnológico de Celaya
Bioingeniería

Acosta García- Gerardo, PhD.
Instituto Tecnológico de Celaya
Biotecnología

Montes Hernández- Salvador, PhD.
INIFAP-Bajío
Biotecnología

Padilla Medina- Alfredo, PhD.
Instituto Tecnológico de Celaya
Electrónica-procesamiento de imágenes

Hernández Martínez- Miguel, PhD.
INIFAP-Bajío
Agricultura

Jiménez Islas- Hugo, PhD.
Instituto Tecnológico de Celaya
Matemáticas- Estadística

Arroyo Figueroa- Gabriela, M.C.
Universidad de Guanajuato
Biotecnología Experimental

Mercado Flores- Juan, PhD.
Instituto de ciencias agrícolas
Alimentos y Análisis Estadístico

López Orozco- Melva, Ing.
Instituto de ciencias agrícolas
Bioingeniería

Waldir Pérez Ríos- Lenin, Ing.
Ingeniería Industrial.
Sabes UNIDEG

Vázquez Barrios- María Esthela, PhD.
Universidad Tecnológica de Querétaro
Manejo Poscosecha

Pacheco Aguilar- Ramiro, PhD.
Universidad Tecnológica de Querétaro
Biotecnología/Biofertilizantes

Gallardo Granados- Samuel, M.C.
Empresa FIRA
Agricultura Protegida

García Ruiz- Rosario, Q. A.
Universidad Tecnológica de Querétaro
Tecnología de alimentos

Rivas Casas- Nydia, MGIC
Instituto de Ecología
Biología Microcuencas

Aguilera Barreiro- María de los Ángeles, M.C
Universidad Tecnológica de Querétaro
Nutrición

Lesso Arroyo- Raúl, M.I.
Instituto Tecnológico de Celaya
Mecánica

Vidal Lesso- Agustín, PhD.
Instituto Tecnológico de Celaya
Mecánica

Diosdado de la Peña- Ángel, PhD.
Universidad Politécnica de Guanajuato
Mecánica

Guzmán Cabrera- Rafael, PhD.
DICIS Universidad de Guanajuato
Eléctrica

González Parada- Adrián, PhD.
DICIS Universidad de Guanajuato
Eléctrica

Ruiz Pinales- Juan José, PhD.
DICIS Universidad de Guanajuato
Eléctrica

Thomson López- Reynaldo, PhD.
DICIS Universidad de Guanajuato
Arte y Empresa

Gómez- Francisco, PhD.
DICIS Universidad de Guanajuato
Eléctrica

Rodríguez Villalón- Osvaldo, PhD.
DICIS Universidad de Guanajuato
Eléctrica

Barrón Adame- José Miguel, PhD.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información

Gordillo Sosa- José Antonio, cPhD.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información

Quintanilla Domínguez- Joel, cPhD.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Tecnologías de la Información

Moreno Villanueva- Emmanuel, M.I.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica

Ferrer Almaraz- Miguel Ángel, M.I.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica

Rodríguez Sánchez- Marcos, Ing.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mantenimiento

Ramírez Cano- Teresa, MMT.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios

Mendoza García- Patricia del Carmen, MAE.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Desarrollo de Negocios

Arreguín Cervantes- Antonio, M.C.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Mecánica

9 786078 324064
ISBN 978-607-8324-06-4

www.ecorfan.org