



# **ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**2014**

**Memorias del XIII Congreso  
Internacional y XIX Congreso  
Nacional de Ciencias Ambientales**



**María Laura Sampedro Rosas  
José Luis Rosas Acevedo  
Mirella Saldaña Almazán**  
Editores

# **Memorias del XIII Congreso Internacional y XIX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales**

## **Editores**

María Laura Sampedro Rosas  
José Luis Rosas Acevedo  
Mirella Saldaña Almazán

## **Directorio de la ANCA**

Dr. Rafael Villalobos Pietrini (UNAM)  
Presidente Honorífico

Dra. Alba Yadira Corral Avitia (Universidad Autónoma de Cd. Juárez)  
Presidenta

Dra. María Laura Sampedro Rosas (Universidad Autónoma de Guerrero)  
Secretaria

Dra. Ana Laura Juárez López (Universidad Autónoma de Guerrero)  
Tesorera

Comisión de Honor y Justicia:  
M. en C. Antonio Aranda Regalado (Ex-Presidente)

## **Vocales:**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla:  
M. C. Miguel Ángel Valera Pérez

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla:  
Dr. Mario Alberto Tornero Campante

IPN-CIIDIR, Durango:  
Dr. Juan Manuel Viguera Cortés  
Dr. Ignacio Villanueva Fierro

Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca:  
Dra. Gisela Campos Ángeles

Instituto Tecnológico del Mar Mazatlán:  
Dr. Evaristo Méndez Gómez (Ex-Presidente)

Instituto Tecnológico de Sonora:  
Mtro. Rodrigo González Enríquez (Ex-Presidente)

Universidad Autónoma de Chihuahua:  
Dr. Toutcha Lebgue Keleng  
Dr. Oscar Viramontes Olivas

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez:  
Dra. Alba Yadira Corral Avitia (Presidenta)  
Dra. Katya Aimeé Carrasco Urrutia

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo:  
Dra. Griselda Pulido Flores  
Dr. Alberto José Gordillo Martínez (Ex-Presidente)

Universidad Autónoma del Estado de México:  
Dr. Arturo Colín Cruz (Ex-Presidente)  
Dr. Delfino Madrigal Uribe

Universidad Autónoma del Estado de Morelos:  
Dra. Laura Ortiz Hernández (Ex-Presidenta)  
M. C. Enrique Sánchez Salinas

Universidad Autónoma de Guerrero:  
Dra. María Laura Sampedro Rosas (Ex-Presidenta)  
Dr. Justiniano González González

Universidad Autónoma Indígena de México:  
Dra. María Guadalupe Ibarra Ceceña (Ex-Presidenta)

Universidad Autónoma de Querétaro:  
M. en C. Miguel Ángel Rico Rodríguez  
M. en C. Gustavo Pedraza Aboytes (Ex-Presidente)

Universidad Autónoma de Nayarit:  
Dr. Armando Benítez Hernández

Universidad Autónoma de Tlaxcala:  
Dr. Pedro Rafael Valencia Quintana (Ex-Presidente)  
M. en C. A. Juana Sánchez Alarcón

Universidad Autónoma de Tamaulipas:  
Dr. Julio César Rolón Aguilar  
Dr. René Bernardo Elías Cabrera Cruz

Universidad Autónoma de Zacatecas  
Dr. Jorge Bluhm Gutiérrez

Dr. Santiago Valle Rodríguez

Universidad Estatal de Sonora:  
Dr. Julio César Duarte Ruíz

Universidad de Guadalajara:  
M. C.J. Guadalupe Michel Parra  
Dr. J. Gonzalo Rocha

Universidad de Quintana Roo:  
Biol. Benito Prezas Hernández  
Biol. Alberto Pereira Corona (Ex-Presidente)

Universidad Nacional Autónoma de México:  
Dra. Sandra Gómez Arroyo  
Dr. Rafael Villalobos Pietrini (Presidente Honorífico)

Universidad Veracruzana:  
Dr. Stefan Waliszewski Kubiak

**Comité científico:**

Dr. José Luis Rosas Acevedo, Dra. Ana Laura Juárez López, Dra. María Laura Sampedro Rosas, Dra. Gloria Torres Espino, Dra. América Libertad Rodríguez Herrera, Dra. Rocío López Velasco, Dra. Dulce Quintero Romero.

**Apoyo Técnico Académico:**

Hilda Yanet Arellano Wences, Yuridia Azucena Salmerón Gallardo, Carmina Torreblanca Ramírez, Mirella Saldaña Almazán, Himmer Castro Mondragón, Héctor Porfirio Tapia Pintos, Susana Ruíz Ayala, Alejo Javier Lugo Rodríguez, Yanet García Sánchez y Guillermo Ezbón Toribio Brito.

**Comité Arbitral de Trabajos**

Dra. Guadalupe Ibarra Ceseña, Dr. Martín Villa Ibarra, M. C. Alberto Pereira Corona, M.C. Benito Prezas Hernández, Dra. Sonia Silva Gómez, Dr. Benjamín Castillo Elías, María Laura Sampedro Rosas, José Luis Rosas Acevedo, Dr. Justiniano González González, Dr. René Bernardo Elías Cabrera Cruz, Dra. Ana Laura Juárez López, Dra. Gloria Torres Espino, M. C. Guadalupe Michell Parra, Dr. Mario Alberto Tornero Campante, Dra. Laura Ortiz Hernandez, M.C. Enrique Sánchez Salinas, Dr. Scott Monks, Dra. Griselda Pulido, M. C. Miguel Valera Pérez, M. C. Rodrigo González Enríquez, M. en C. Ana Yolanda Rosas Acevedo, M. en C. Audel Sánchez Infante, Dr. Rafael Flores Garza, Dr. Pedro Flores Rodríguez, Dr. Sergio García Ibañez, Dr. Juan Violante González, Dr. Agustín A. Rojas Herrera, M. en C. Silvio Osvaldo Ramón Ávalos, América Rodríguez Herrera, Rocío López Velasco, Dulce María Quintero Romero, Dr. María Gpe. Tenorio Arvide, Dr. Mario A. Tornero Campante, Dr. René B. E. Cabrera Cruz,

Dra. Alba Yadira Corral Avitia, Dr. Arturo Colín Cruz, M. en C. Gustavo Pedraza Aboytes, Heriberto Hernández Cocoletzi, Dr. Pedro Rafael Valencia Quintana, M. en C. A. Juana Sánchez Alarcón, Dr. Julio César Rolón Aguilar, Herlinda Gervacio Jiménez, Dra. Rocío del Carmen Serrano Barquín, Dra. Sandra Gómez Arroyo, Dr. Miguel Ángel Rico Rodríguez, Dra. Elizabeth Nava Aguilera.

**Primera Edición  
11 de Junio de 2014**

**ISBN 978-607-9232-19-1**



**ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS AMBIENTALES A.C.**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL**  
**XIII CONGRESO INTERNACIONAL y**  
**XIX CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**del 11 al 13 de junio de 2014, Acapulco, Guerrero, México**  
**"GESTIÓN SUSTENTABLE, UNA NECESIDAD ANTE EL CAMBIO**  
**CLIMÁTICO"**



**PRESENTACIÓN**

**La Academia Nacional de Ciencias Ambientales A. C. (ANCA) es una organización que tiene como misión generar, divulgar y aplicar el conocimiento en materia ambiental. La ANCA agrupa a investigadores, académicos, estudiantes, empresarios, autoridades gubernamentales y organizaciones civiles, preocupados por la problemática ambiental en diferentes ámbitos del quehacer humano, proponiendo soluciones y estableciendo**

vínculos interinstitucionales para lograr un progreso armónico y sostenible.

## **ANTECEDENTES**

La ANCA se inicia como academia regional en 1989 durante la celebración del primer encuentro de investigadores en materia ambiental en la ciudad de Pachuca, gracias al entusiasmo de los directores de investigación y posgrado de las universidades de la región central de México, que conforman la Región V de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). Se realizaron en esta región seis congresos.

A partir de 1994 y en virtud del interés que algunos estados del país manifestaron, se acordó darle a esta academia un carácter nacional. En esta etapa se llevaron a cabo seis congresos: La Paz, B.C.S.; Mazatlán, Sin.; Tepic, Nayarit; Toluca, Edo. Méx.; Acapulco, Gro. y Pachuca, Hgo.

Desde el año 2002, la ANCA decide traspasar las fronteras de México y convierte el Congreso Nacional en un CONGRESO INTERNACIONAL. Con este carácter se han celebrado congresos en: Tijuana, B.C., 2002; Querétaro, Qro., 2003; Huatulco, Oax., 2004; Chetumal, Q.R., 2005; Oaxtepec, Mor., 2006; Chihuahua, Chih., 2007; Ciudad Obregón, Son., 2008; Tlaxcala, Tlax., 2009; Chetumal, Q.R., 2010; Querétaro, Qro., 2011; Mazatlán, Sin., 2012 y Ciudad Juárez, Chih., 2013.

En el 2014, la ANCA cumple veinticinco años de fundada y la sede será uno de los estados de la Región V de la ANUIES, el estado de Guerrero a través de la Unidad Académica de Ciencias de Desarrollo Regional de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO.

- Aguilar S. V. M. Pinedo A. C. Chacón C. K. O. Melgoza C. A. y Hernández D. J. C.....2303
- DINÁMICA DE CAMBIOS EN ÁREAS FORESTALES BAJO EXPLOTACIÓN MINERA CON DATOS MULTITEMPORALES DE LANDSAT-TM EN OCAMPO, CHIHUAHUA**  
Chacón C. K. O., Pinedo A. C., Aguilar S. V. M., Rentería V. M., y Martínez M. S.....2310
- APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN Y SU EFECTO EN EL ESTABLECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE SEMILLA EN ZACATE NAVAJITA [*BOUTELOUA GRACILIS* (WILLD. EX KUNTH) LAG. EX GRIFFITHS] Y ZACATE LLORÓN [*ERAGROSTIS CURVULA* (SCHRAD.) NEES]**  
Cova S.J.A. Morales N.C.R. y Saucedo T.R.A.....2316
- PRODUCCIÓN PESQUERA EN EL LAGO “LAGUNA DE ZAPOTLÁN” EN EL CICLO 2013.**  
Michel P. J. G., Gómez G. C., Santoyo T. F. Guzmán A. M., y Gutiérrez C. A. B.....2320
- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS TRASPATIOS CAMPESINOS EN LA TRINIDAD TIANGUISMANALCO, TECALI, PUEBLA, CON EL ENFOQUE DE EVALUACIÓN MESMIS**  
Lungo, R. A. J. ; Hernández, Z. J. S. ....2326
- DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE HELMINTOS PARÁSITOS (ACANTHOCEPHALA) DE AVES DE MÉXICO**  
Alemán-Canales, E., Zuria-Jordán, I. L., Pulido-Flores, G. y Monks, S.....2335
- DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA RECIENTE DE PUMA (*Puma concolor*), EN LA SUBCUENCA DE ZAPOTLÁN**  
Gómez G. C., Michel P. J. G., y Moreno Z. T. ....2341
- PROGRAMA DE PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS AVES ACUÁTICAS DE LA “LAGUNA DE ZAPOTLÁN” SITIO RAMSAR 1466, HUMEDAL DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL**  
Michel P., J. G., Guzmán A., M. González G., J., Gómez G., C, Cordova V., Y. B., Iñiguez Ch., A. L.,.....2347
- EL KARST DE LA PORCIÓN ESTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.**  
Fragoso S. P. y Pereira C. A.....2352
- BALANCE HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DE ZAPOTLÁN**  
Michel P., J. G., Farrick K, Branfireun, B., González G., J., Gómez G., C., Santoyo T., F, Cordova T. J.M., Michel H., A. E.....2357
- PERIODO DE ACTIVIDAD DE LA CULEBRA *Thamnophis melanogaster* EN EL LAGO DE CUITZEO, MICHOACÁN**  
Manjarrez S. J., Chavez C. L. y Zepeda G. C.....2362
- LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO RECURSO: ALTERNATIVAS PARA SU GESTIÓN INTEGRAL EN EL MUNICIPIO DE CUERNAVACA**  
Lara M. J.C. y Ortiz H. M.L.....2366
- ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DEL CARBONO ALMACENADO EN SUELOS FORESTALES DE ORIGEN VOLCÁNICO.**

## BALANCE HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DE ZAPOTLÁN

**Michel P., J. G<sup>1</sup>**, Farrick K<sup>2</sup>, Branfireun, B.,<sup>2</sup> González G., J<sup>4</sup>., Gómez G., C<sup>1</sup>.,  
Santoyo T., F<sup>1</sup>, Cordova T. J.M<sup>3</sup>., Michel H., A. E<sup>1</sup>.

Universidad de Guadalajara,<sup>1</sup> Centro Universitario del Sur. <sup>2</sup>Universidad de Western Ontario, Canadá, <sup>3</sup>Usuario de la Cuenca y <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Enrique Arreola Silva # 883, Cd. Guzmán, Jalisco Tel. (341) 5752222 ext. 46074, [michelp@cusur.udg.mx](mailto:michelp@cusur.udg.mx)

*Palabras clave:* Balance, hidrológico, Cuenca de Zapotlán.

### Antecedentes

El agua ha hecho posible la existencia de la vida en el planeta, ya que forma parte fundamental de los seres vivos y de sus procesos y porque determina las condiciones ambientales necesarias para su desarrollo (Mans, 1985; Guzmán, 1989). La importancia básica de las cantidades relativamente pequeñas de agua dulce de lagos ríos reside en el mantenimiento de la vida terrestre (Wetzel, 1981). Un sistema se concibe compuesto de elementos y de las interacciones que los ponen en relación. Dichas relaciones van del metabolismo y ciclo vital de cada individuo, a través de la organización de redes tróficas, hasta el ciclo general de la materia, impulsando por el correspondiente flujo energético (Margalef, 1980). Los diversos elementos o partes que constituyen a un Ecosistema Acuático juega un papel importante en el rol energético, aun cuando muchos de ellos nos sean parcialmente desconocidos deben considerarse y entenderse como un componente estructural y funcional de la Macro Unidad Cuenca Hidrológica. El elemento unificador es el flujo de energía quien a través del Ciclo Hidrológico se manifiesta en partes como el clima regional influyendo en bosques tropicales secos de los cuales el 60% se encuentra en America Central y del Sur. En México el 60% de su biodiversidad son exclusivos de estos bosques (Farrick K y Branfireun B, 2013). El ciclo Hidrológico es la compleja maquinaria que distribuye la energía proveniente del sol energía que va siendo modificada a través de su paso por la atmósfera y la hidrosfera, transformándose en diversos tipos de energía. El agua capta y distribuye esta energía, a través de los océanos y su circulación, siendo un elemento del clima con implicaciones a escala mundial. La Cuenca Hidrológica es una unidad funcional dentro de Ciclo Hidrológico y dentro de cotas fronteras se suceden fenómenos comunes y que está delimitada físicamente por características geográficas (cadenas de montañas) la energía fluye por fronteras abiertas (atmósfera) o delimitadas (ríos). Todos los fenómenos asociados se relacionan directamente sobre el cuerpo de agua, en donde la energía que fluye tiene interacciones que se dan el relación de la frontera agua-atmósfera-tierra (Guzmán, 1989). Para que el Ecosistema acuático funcione se requiere mantener un límite operativo dentro de sus elementos, de lo contrario se producen fenómenos irreversible que los llevan a su desaparición. Los usos del agua de los diversos aspectos con los que podemos analizar el agua, como cuenca, es de interés los usos de la misma. En términos generales se consideraron los siguientes usos y aprovechamientos del agua: *Domésticos, agropecuarios, Industriales, hidroeléctricos, pesca y acuicultura, navegación, Recreación.*

Acciones a favor del cuerpo del agua, aún cuando los conceptos de Manejo Ordenamiento o Uso integral de cuencas, etc., no son nuevos, estos en realidad no se han llevado a cabo en forma totalitaria, es por ello necesario el conocimiento

integral de la Cuenca hidrológica, que debe ser abordado en su totalidad, al respecto se pueden considerar las siguientes acciones generales: 1.- *Acciones preventivas*: Son aquellas que se realizan previo al desarrollo de una obra, de acuerdo a una adecuada planeación de tal manera que el aprovechamiento de zonas sea racional, conciliando las necesidades del uso del agua con la conservación de la cantidad y calidad del agua de la presa. Lamentablemente no podemos dar ejemplos. 2.- *Acciones correctivas*: Una vez determinadas zonas de conflicto entre las actividades humanas y la conservación de un embalse, se realizan obras para minimizar o eliminar dichas alteraciones, un ejemplo: son las redes de alcantarillado municipales y las plantas de tratamiento de aguas residuales. Aun cuando no presentan la eficiencia que se requiere, son acciones de gran envergadura económica. 3.- *Acciones productivas*: Las acciones preventivas y correctivas requieran de grandes erogaciones que provienen del estado, por tal razón la participación del usuario ribereño queda restringida a la manifestación del problema o la participación de alguna eventual campaña ambiental que por una parte demuestran que existe una conciencia ecológica, pero por otra parte estas acciones altruistas y temporales no resuelven definitivamente el problema, por su discontinuidad y falta de recursos. Se plantea el diseño de sistemas de producción que concilien los intereses de la producción tradicional y la conservación, como una medida real del manejo y uso racional de una cuenca. Las escorrentías son las principales fuentes de agua del lago de Zapotlán. El método de entrega puede variar y depende de muchas variables: Suelo (tipo y profundidad), Tipo de bosque, Contenido de agua del suelo. Hoy en día el calentamiento global y el cambio climático esta influyendo significativamente en recurso hídrico de aguas dulces en áreas epicontinentales. El lago "Laguna de Zapotlán" no es ajeno a ello, se encuentra en una cuenca cerrada (endorreica). Depende de precipitaciones pluviales, sus aguas no tienen salida, agravando más aún su problema. La situación actual de la laguna obedece a cambio climático, calentamiento global y condiciones artificiales que son las obras, usos y acciones humanas, su principal problema es la descarga de aguas negras, que provienen de la población, conjuntamente con el lavado de las tierras agrícolas y ganaderas que llevan fertilizantes y pesticidas, incrementando en la laguna el exceso de nutrientes (eutroficación) que se refleja en la proliferación de maleza acuática (lirio y tule) que poco a poco invaden el cuerpo de agua. A parte por su puesto de los contaminantes en sí, que alteran todos los procesos naturales del lago y se transforman en una amenaza para la salud pública.

### **Objetivo general**

Conocer la relación del balance hidrológico de la Cuenca de la "Laguna de Zapotlán".

**Objetivos específicos** 1.- Determinar los rangos de infiltración que se tiene a lo largo de la subcuenca. 2.- Relación entre la lluvia, tipo de suelos e infiltración. 3.- Determinar primero el mecanismo de escurrimiento de entrega primaria.

**Metodología** Periodo del estudio de Diciembre 2010 a Diciembre 2013. Diseño ecológico, longitudinal, descriptivo, con series cronológicas en épocas de lluvias y estiaje. Precipitación pluvial, escorrentías superficiales y profundas, evaporación, conductibilidad, nivel de profundidad del agua mediante estadística básica y descriptiva.

## Resultados y Discusiones

El clima de la Cuenca de Zapotlán de acuerdo al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (modificado por E. García, 1975), corresponde al tipo (A) C (WO) (w) a (i) clima semicálido subhúmedo, con una precipitación máxima de 1,231 mm y una mínima de 566 mm siendo resultando en una media de 812.7 mm. En su distribución temporal el 88.5% de la precipitación pluvial se presenta entre los meses de junio a octubre, el 8.3% entre enero y mayo y el 3.2% restante en los meses de noviembre y diciembre. Las condiciones de temperatura anual se encuentran entre los 18° y 20°C, con una máxima de 30°C y una mínima en promedio de 10°C. La oscilación térmica presente es de 7 a 8°C, con 200 horas de frío en promedio, aún cuando se presentan zonas con hasta 500 horas de frío al año. Las observaciones que se tienen es que en los últimos años el calentamiento global a sido de menor a mayor llegando a presentarse años críticos de precipitación pluvial que no superaron los 600 mm como fue 2009 y años con excesos de precipitación pluvial pero en tiempos erráticos, cortos y fuera de los regímenes regulares como aconteció en septiembre del 2013 donde en 3 días se tuvo una precipitación superior a los 200 mm. Dado que los principales recursos hídricos con que cuenta la cuenca de Zapotlán son la laguna, los manos freáticas, y los escurrimientos que se forman dentro de la temporada lluviosa entre las sierras circundantes, los cuales generan la formación de innumerables arroyos de temporal, principalmente en los Municipios de Zapotlán el Grande y Gómez Farías, los cuales aportan un escurrimiento medio anual de 17.80 mm<sup>3</sup>. Los cuales en época de estiaje se evaporan y representan amenazas críticas para la vida del lago y de las funciones sustantivas básicas que aportan desde los aspectos, ecológicos, sociales, económicos, políticos y culturales. Esta subcuenca pertenece a la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago y presenta 10 subcuencas las cuales desembocan a la laguna de Zapotlán con patrones de drenaje subdendrítico, dendrítico y subparalelo, con densidad hídrica que va de 0.34 en las partes del valle y declives a 3.89 corrientes por Km<sup>2</sup> en laderas, lo que indica un alto nivel de erosión como fuerza geológica. La laguna de Zapotlán presenta actualmente una superficie de 1,376 ha cubiertas de agua (inscritas parcialmente en el área del sitio Ramsar de 1,496 ha.) con una profundidad promedio de 4.5 m. y una capacidad de 27 millones de m<sup>3</sup>; la laguna, al ser endorreica, depende de las aportaciones de aguas de la cuenca alta, las cuales en sus escorrentías arrastran sedimentos que ponen en riesgo la vida del lago, por los cambios de vocacionamiento del suelo. En lo que corresponde a agua subterránea, existen en la zona alrededor de 170 pozos hidráulicos, 12 norias y 6 manantiales. La densidad de pozos que existen cercanos a Ciudad Guzmán presentan abatimiento importante por la cercanía y su mal manejo y mantenimiento, lo que puede presentar un riesgo de hundimiento del suelo en el mediano plazo. Existe una veda de explotación de agua del subsuelo desde 1968 pero recientemente se dio apertura por un cambio de vocacionamiento de suelo en la parte media y alta de las sierras donde se cultiva aguacate. Se tiene identificado que existe una modificación en el balance hídrico de la zona, ya que anteriormente existían 4 arroyos que bajaban a la laguna de la montaña oriente, los cuales traían abundantes corrientes de agua cristalina aún en épocas de estiaje los cuales hoy en día han desaparecido y sus causas han sido modificados. Actualmente estos arroyos solo conducen agua en épocas de lluvia. La cantidad de agua en arroyos y manantiales se ha reducido en 8 veces. En la época de la colonia el lago era muy extenso: alcanzaba alrededor de los 5,000 hectáreas.

La modificación de la cobertura de la vegetación es la causa a la que se atribuye una menor cantidad de agua disponible y presencia de avenidas máximas extraordinarias que arrastran anualmente más de 550,000 toneladas de sedimentos al lago. Estos fenómenos provocan una disminución en la capacidad de almacenamiento de agua, ya que los sedimentos arrastrados por los drenajes agrícolas y urbanos del Valle de Ciudad Guzmán hacia el lago se acumulan en el fondo disminuyendo el espejo de agua, aumentando la evapotranspiración y el crecimiento de las malezas acuáticas indeseables en altas poblaciones como son el caso de lirio (*Eichornia crassipes*) y el tule (*Thipha spp.*). El lago se encuentra en una interacción dinámica con los mantos freáticos: cambios en su nivel y volumen afectará la profundidad y capacidad de los mismos, de igual manera la explotación excesiva de los pozos afectan tanto al manto freático como el lago. La contaminación influye a través de los mantos freáticos dando por hecho la pésima calidad del agua potable. La superficie del lago, se encuentra en interacción con la atmósfera en un intercambio térmico y de vapor de agua, propiciando la estabilidad climática de amplias zonas, más allá de los límites de la laguna. El lago debe tener una gran capacidad de aportar vapor de agua a la atmósfera para mantener un balance de agua y por lo tanto un ciclo hidrológico adecuado, que se manifiesta con lluvias regulares en la zona, cerrando el ciclo lo cual es fundamental para los ecosistemas de la región. La deforestación implica 2 problemas, la deficiencia captación de agua subterránea y el arrastre de sedimentos por el agua superficial que escurre, con la pérdida de suelo y aportación de azolve al lago. Las tolvaneras son producto de la deforestación y prácticas agrícolas inadecuadas desde (tumba-roza-quema) hasta la agricultura protegida industrial; éstas mueven grandes cantidades de suelo que llegan a caer al lago perjudican sustancialmente sus funciones hídricas. La influencia del lago en el clima local es determinante, el clima de los últimos años, en el futuro las consecuencias se reflejarán no solo en los cambios climáticos, sino en la producción agropecuaria y en los índices de salud y bienestar humano. El balance hidrológico en la cuenca y el lago es termómetro más palpable del problema. Otro hecho importante y al cual nunca se ha dado la menor importancia significativa, es que la Cuenca de Zapotlán es una zona de muy alto riesgo sísmico; el manto freático juega un papel vital, el agua es un excelente amortiguador de las ondas sísmicas. Un manto sobreexplotado es una esponja seca: permite el paso de las ondas y sus efectos desastrosos. Un ejemplo fue el sismo de 1985 en la Ciudad de México, al empalmar los mapas de los desaparecidos lagos del Valle de México, coincidían extraordinariamente en las zonas de la ciudad que mayor daño recibieron.

## Conclusión

En épocas de estiaje domina la evaporación y disminuye la humedad en el suelo de la cuenca de Zapotlán resultado la evapotranspiración, lo cual se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo. En la estación de lluvias (junio- octubre) se moja el suelo pero escurre por la superficie y el agua deja la cuenca por evaporación, evapotranspiración, escorrentías, precipitaciones e infiltraciones. La entrada de agua por lluvias es de 833 millones de m<sup>3</sup>, por escurrimientos de arroyos y ríos es de 17.7 millones m<sup>3</sup> y la entrada por descargas de aguas es de 7.5 a 10.2 millones m<sup>3</sup>, la salida por extracción es de 13.3 millones m<sup>3</sup> y por evaporación es de 17.7 millones de m<sup>3</sup> en el lago. El presente trabajo contribuye a las decisiones en políticas públicas nacionales

de ríos y lagos limpios, cuencas en equilibrio hidrológico y asentamientos seguros contra desastres e inundaciones.

### **Bibliografía**

-Farrick K. Kegan and Branfireun A. Brian. (2013). Left high and dry: a call to action for increased hydrological research in tropical dry forests. Department of Earth Sciences, Western University, London, Ontario, Canada. Department of Biology and Centre for Environment and Sustainability, Western University, London, Ontario Canada. Published online in Willey Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/hyp.9935

-Guzmán, A.M., 1989. El Recurso Natural Agua. Seminario Internacional de Eutroficación de Lagos y Embalses. Univ. Guad., Sría. Des. Urb. Ecol., México. 25 pp.

-Mans, T.C., 1985. El agua, cultura y vida. Salvat Ed., Madrid. 64 pp.

-Margalef, R., 1974. Ecología. Edit.Omega. Barcelona. 951 pp.

-Michel Parra, J.G. y Cols. (2011). Lago de Zapotlán- Laguna de Zapotlán-Sitio Ramsar. Ed. Universidad de Guadalajara. 2° Ed. Cd. Guzmán, Jalisco, México. 240 pp.

-Michel Parra, J.G. y Cols. (2009). Programa de Conservación y Manejo (PCyM) De la Laguna de Zapotlán, sitio RAMSAR 1466. Humedal de Importancia Internacional. Ed. Universidad de Guadalajara. Cd. Guzmán, Jalisco, México. 332 pp.

-López Velázquez, Raúl y Cols. (2011). Síntesis Ambiental y Cultural de la Laguna de Zapotlán. Ed. Comisión Nacional del agua (CEA). 340 pp.

-Sánchez – Azofeifa et al, (2005), un resumen de las propiedades de investigación para los bosques tropicales secos, recomienda que la comunidad científica se enfoca en la ecología, teledetección y aspectos de la ciencia social (Pág. 5)

-Wetzel, R.G., 1981. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 679 pp.