



# REVISTA LATINOAMERICANA EL AMBIENTE Y LAS CIENCIAS



ISSN 2007-512X

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

*Número Especial*  
*Memorias del XIV congreso internacional y*  
*XX congreso nacional de ciencias ambientales*  
*ANCA 2015*

*“El aprovechamiento sustentable de los  
recursos naturales nos beneficia a  
todos”*

Reserva de derechos  
04-2011-101313134800-203

**CUERPO ACADÉMICO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

## Cintillo legal difusión vía red de cómputo

**Revista Latinoamericana El Ambiente y las Ciencias**, Volumen 6, No. 12, número especial de memorias del XIV Congreso Internacional y XX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales; es una publicación semestral editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Domicilio calle 4 sur número 104, centro Puebla, Puebla, México. C. P. 72000, teléfono (01-222) 2295500 ext. 7050, Fax ext. 7255. Dirección electrónica: [www.rlac.buap.mx](http://www.rlac.buap.mx), correo electrónico: rlac.fiq@correo.buap.mx, Editor responsable: José Carlos Mendoza Hernández correo electrónico: josecarlos.mendoza@correo.buap.mx, Reserva de derechos al Uso Exclusivo No. 04-2011-101313134800-203 y **ISSN 2007-512X**.

Edificio 106 H, Ciudad Universitaria.

Colonia Jardines de San Manuel,

Puebla, Pue., C. P. 72570,

Fecha de la última modificación Diciembre 2014.

Las opiniones expresadas por los últimos autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

*Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*



## DIRECTORIO

Rector

Mtro. Alfonso Esparza Ortíz

Secretario General

Dr. René Valdiviezo Sandoval

Vicerrectora de Docencia

M.C.E. María del Carmen Martínez Reyes

Vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado

D. C. Ygnacio Martínez Laguna

Director de la Facultad de Ingeniería Química

Dra. Ma Auxilio Osorio Lamas

## Consejo Editorial

Dr. José Carlos Mendoza Hernández (Editor)

Dra. Janette Arriola Morales

Dra. Gabriela Pérez Osorio

La Revista Latinoamericana El Ambiente y las Ciencias es una revista semestral que se publica electrónicamente en los meses de junio y diciembre de cada año, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con un número certificado de reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de autor **04-2009-121512352000-01** con domicilio de la publicación en 4 sur 104, Centro, CP 72000, Puebla, Pue., publicada electrónicamente por el departamento de diseño del Sistema Universitario de Información SIU, correo electrónico [rlac.fiq@correo.buap.mx](mailto:rlac.fiq@correo.buap.mx), siendo el cuerpo académico Control de la Contaminación el responsable de la publicación. Revista Indexada en Latindex.

Prohibida su reproducción total o parcial de los artículos publicados en la Revista Latinoamericana El Ambiente y Las Ciencias conforme a las disposiciones establecidas en la Ley Federal del Derecho de Autor. El contenido de los artículos publicados es responsabilidad exclusiva de los autores de los mismos.

**ISSN 2007-512X**

**“El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales nos beneficia a todos”**

**2015 Año Internacional de los Suelos**



## RN-7 PROBLEMÁTICA DE INVASIÓN DEL LIRIO (*Eichornia crassipes*) EN LA “LAGUNA DE ZAPOTLÁN”

**Michel P. J. G.<sup>1</sup>, Gómez G. C.<sup>1</sup>, Santoyo T. F.<sup>1</sup>, Iñiguez C. A. L.<sup>1</sup>, Gutiérrez C. A. B.<sup>1</sup>**

Universidad de Guadalajara, <sup>1</sup>Centro Universitario del Sur. Av. Enrique Arreola Silva #883, Cd. Guzmán, Jalisco Tel. (341) 5752222 ext. 46074 [michelp@cusur.udg.mx](mailto:michelp@cusur.udg.mx)

Palabras: *Problemática, Lirio, “Laguna de Zapotlán”.*

### Resumen

**Introducción.** La alta diversidad biológica que México presenta es un producto combinado de las variaciones en topografía y clima encontrados en su territorio. Estas variaciones se mezclan unas con otras, creando un mosaico de condiciones ambientales y microambientales (Flores Villela & Gerez, 1994) permitiendo la existencia de diversos ecosistemas. Un ejemplo de estos ecosistemas son los humedales que son zonas de importancia ecológica, económica, política, cultural y social debido a que poseen una gran diversidad biológica, además, de ofrecer múltiples beneficios a la humanidad que comprenden una gran variedad de bienes, servicios, usos y funciones de valor para la sociedad y para el mantenimiento de sistemas y procesos naturales (Abarca *et al.*, 2002). Sustentan elevadas concentraciones de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces y especies de invertebrados. Los humedales juegan un papel muy importante como hábitat único, ya que alberga una gran cantidad de fauna y flora silvestre donde se incluyen especies en riesgo y aves migratorias (Michel Parra *et al.*, 2011). La Laguna de Zapotlán es un humedal de importancia internacional, la cual cuenta con la designación de sitio Ramsar No. 1466 otorgado el 05 de Junio del 2005, lo cual compromete a los usuarios, sociedad y gobiernos a dar cumplimiento a la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de este ecosistema. La vegetación de la Laguna de Zapotlán se clasifica en vegetación terrestre, semi-acuática y acuática. Algunas de las plantas acuáticas son causantes de la eutrofización de los embalses debido al exceso de nutrientes incorporados a los cuerpos de agua por descargas de aguas residuales y por los escurrimientos o aportes de la cuenca en donde se encuentra. El lirio acuático (*Eichornia crassipe*) es una planta exótica introducida a México a finales del siglo pasado, originaria de la cuenca del Amazonas en Brasil. Se menciona que fue a través de una exposición internacional donde la planta flotante con vistosas flores de un color lila pálido, llamo la atención y fue diseminada para fines de ornato. Los mayores enemigos naturales de lirio (*Eichornia crassipe*) son: el viento, el frío y la salinidad; cuando este es arrastrado por las corrientes de aire en los cuerpos de agua, sus hojas se maltratan, se estresan, no crecen y no florecen. Es un organismo con un extraordinario potencial biológico, se reproducen vegetativamente por medio de estolones y esto lo hacen tanto en el agua como en suelo húmedo, se adaptan a cualquier tipo de agua y lo más sorprendente es que cambian su forma de acuerdo al medio ambiente; en zonas pantanosas sus tallos pueden alcanzar más de un metro de altura y formar macizos tan densos que son capaces de soportar el peso del ganado y en ambientes de aguas limpias, son solo pequeñas plantas (Guzmán Arroyo, 1992). El lirio acuático es una planta perenne, herbácea y libre flotante que llega a formar densos tapetes que ocasionan diversos problemas al humano; frecuentemente se arraiga al substrato. Se adapta bien a su hábitat (ríos, lagos, estanques, pantanos, canales y drenes), y exhibe una alta plasticidad morfológica en respuesta a diferentes condiciones de crecimiento (Michel Parra *et al.*, 2011). La infestación del lirio es un problema muy grave ya que afecta a un gran número de embalses. El lirio posee un sistema radical adventicio fibroso sin ramificaciones y cápsula conspicua; esto es, la raíz se origina del tejido maduro no meristemático. Si la planta flota, su raíz es de color púrpura, debido a los pigmentos disueltos en las vacuolas llamadas antocianinas, cuya formación se favorece con un alto contenido de azúcares (Michel Parra *et al.*, 2011). El lirio (*Eichornia crassipe*) se puede reproducir de manera sexual y asexual. Cuando

la maleza crece rápidamente en condiciones ideales, genera un número inmenso de plantas en un corto tiempo, hasta duplicar su población en 5 a 15 días. Cuando la tensión de oxígeno decreciente, el periodo de duplicación de la planta puede llegar a ser de hasta de 60 días. La regeneración de fragmentos de plantas puede realizarse de manera prolífica. El lirio (*Eichornia crassipe*) puede estar en la tierra, enraizado hasta 10-20 cm con raíces blancas y flexibles, puede sobrevivir a la desecación y pastoreo. Su tamaño, la presencia de inflorescencia y el número de flores están estrechamente relacionadas con el hábitat que ocupan, lo que determina las siguientes variaciones en cuanto al tamaño: plantas enanas, pequeñas, medianas, grandes y gigantes. El lirio, al proveer un tapete o plataforma flotante sobre la cual se establecen numerosas plantas, desempeña un papel predominante en este tipo de comunidades vegetales (Michel Parra *et. al.*, 2011). Estos tapetes son compactos y tienen una elevada resistencia. Se ha considerado al lirio como buen elemento para el tratamiento de las aguas residuales por su alta capacidad de remoción de macro y micronutrientes, debido a su sistema radicular tan extenso, su crecimiento y su capacidad para tolerar altas concentraciones de la mayoría de los contaminantes.

**Objetivo.** Contribuir a resolver la problemática de invasión del lirio (*Eichornia crassipes*) en la "laguna de Zapotlán" Humedal de importancia internacional y sitio Ramsar No 1466.

**Metodología.** El presente trabajo se realizó en el lago "Laguna de Zapotlán" ubicada en el sur de Jalisco, que se ubica entre las coordenadas: 19°27'13" de latitud Norte y a 103°27'53" de longitud Oeste (García E., 1981). Fue de septiembre de 2013 a enero de 2015, es transversal, descriptivo, de series cronológicas en época de lluvia y estiaje.

**Resultados y Discusiones.** La vegetación acuática está representada por malezas acuáticas que son el resultado y la manifestación del estado de envejecimiento o eutrofización de los embalses. Se define esta como el exceso de nutrientes incorporados a los sistemas por descargas de aguas residuales y por los escurrimientos o aportes de las cuencas principalmente. En la mayoría de las condiciones lacustres, los principales tres nutrientes causantes de la progresión de la eutrofización son el fósforo (P), nitrógeno (N) y carbono (C); el de mayor importancia en lagos cálidos es el fósforo y es determinante del proceso evolutivo de envejecimiento de los embalses (Olvera 1989, citado en Michel Parra *et. al.*, 2011). Dentro de las vegetaciones que se encuentran en forma significativa en la "Laguna de Zapotlán" son el el Lirio (*Eichornia crassipes*), Tule (*Typa sp.*) y el tulleño (*Scirpus californicus*) que son las especies dominantes de malezas acuáticas en La Laguna de Zapotlán las cuales representan el 40% de su cobertura actual del lago destacando el Lirio (*Eichornia crassipes*) (Ver Figura 1). En México recibe varios nombres comunes: "Pato", "Lirio acuático", "Jacinto de agua", "Cucharilla" y "Huachinango" (Sánchez 1974, y Guzmán 1992, citados en Michel Parra *et. al.*, 2011).

El Lirio acuático (*Eichornia crassipe*) exhibe una alta plasticidad morfológica en respuesta a diferentes condiciones de crecimiento. En estado adulto la planta de Lirio se constituye de raíces, rizomas, estolones, peciolos, hojas, inflorescencias y frutos (Holm 1977 y Mitchell 1978 citados en Michel Parra *et. al.*, 2011).

**Ciclo de vida:** El Lirio acuático (*Eichornia crassipe*) se puede reproducir asexual o sexualmente. Aunque la generación puede ser importante en la recolonización de un área, la producción de nuevas plantas por reproducción vegetativa es mucho más significativa. En esta última, las plantas producen estolones horizontales que desarrollan en hojas arrosetadas de una yema terminal. En el caso de lago de Zapotlán se inició el crecimiento desmesurado de lirio (*Eichornia crassipe*) por la alta entrada de nutrientes nitrógeno, nitritos, nitratos fósforo, sulfatos producidos por los cambios de uso del suelo y las malas prácticas en el uso de fertilizantes, abonos y pesticidas, sumándose a ello las aguas urbanas de 130,000 personas que habitan la cuenca la cuales endorreica. Los nutrientes son acarreados por las altas precipitaciones pluviales ocasionadas por los eventos ciclónicos ejemplo en el mes de septiembre del 2013 se generó una

precipitación de más de 200 milímetros en una semana, ocasionadas los primeros eventos significativos de alta entrada de nutrientes en monitoreo se detectaron 38 miligramos de nitrógeno en el lago sumándose a ello los siguientes años con precipitaciones significativas arriba de los 900 milímetros, y las prácticas de una agricultura intensiva bajo techo la cual está generando entradas significativas de nutrientes. Para solventar esta problemática se decidió desarrollar un programa integral de tratamiento desde la extracción manual del lirio (*Eichornia crassipe*), la trituración y está en propuesta el tratamiento químico con glifosatos que hasta el momento no se han aplicado por los costos y el impacto negativo que pueda generar a la biodiversidad del ecosistema.

*Desde el punto de vista Ecológico:* La más abundante de la literatura sobre Lirio acuático (*Eichornia crassipe*), se refiere al rubro ecológico y comprende estudios sobre su relación con los factores limitantes (ecofisiología), tasa de crecimiento, producción y productividad, todos ellos encaminados al control mecánico, químico y escasamente al biológico o a su aprovechamiento como sistema de tratamiento (tasas de remoción), alimento o fertilizante (bromatología) o sus usos adicionales (pulpa para papel, producción de biogas, etc.). El Lirio (*Eichornia crassipe*) se ha considerado como tratamiento primario de aguas residuales por su capacidad de remoción de macro y micronutrientes debido a su sistema radicular tan extenso, su crecimiento y su capacidad para tolerar altas concentraciones de contaminantes. Crece vigorosamente en aguas residuales domésticas (Wooten y Dodd 1976, citados en Michel Parra *et. al.*, 2011) donde el N es limitante (Cornwell 1977, citado en Michel Parra *et. al.*, 2011) y se puede eliminar grandes cantidades de N y P por cosechado (Boyd 1976, citado en Michel Parra *et. al.*, 2011). La capacidad de absorción de nitrógeno del Lirio como NO<sub>3</sub> y NH<sub>3</sub> llega a ser de 5 a 10 veces más rápida que para el fósforo (Boyd 1976, citado en Michel Parra *et. al.*, 2011). La rapidez con que la planta absorbe el P es menor respecto del hierro (Fe) y manganeso (Mn), pero su traslocación es más rápida, ya que aparece en las hojas en 48 horas, (el Fe en 21 días y el Mn en 210 días), removiendo en mg por planta de 7.8 de P, 5.73 de Mn y 0.4 de Fe (Cooley 1978, citado en Michel Parra, *et.al.*, 2011). Otros datos de remoción han sido aportados por Boyd (Boyd 1970 y 1976, citado en Michel Parra, *et. al.*, 2011), que reporta valores que van de 322-600 kg. P/ha/año y de 1,980-6,000 kg. N/ha/año, con tasas de 3.4 N y 0.43 P kg./ha/día, dependiendo si se trata de climas cálidos o subtropicales. Se obtuvieron remociones de amonio (NH<sub>4</sub>) de 0.3 y 0.6 g en 15-21 días y de N-NO<sub>3</sub> de 0.3 g en 23 días. Rosas encontró que concentra cadmio 10.3 a 10.4 veces más que la concentración de su medio, almacenando de 70 a 80% en la raíz (Rosas 1980, citado en Michel Parra, *et. al.*, 2011). La presencia del Lirio indica concentraciones de cadmio hasta de 0.01 mg/l (Michel Parra *et. al.*, 2011).

*Problemática:* Los diversos problemas que provoca el Lirio acuático son: Evaporación: Una superficie dada con Lirio aporta más agua a la atmósfera por transpiración, que la aportada por una superficie de agua de las mismas dimensiones por evaporación física. Navegación: Resulta impenetrable aún con embarcaciones potentes. Interferencia: En especial produce interferencia mecánica de las turbinas de las centrales hidroeléctricas. Agua potable y riego: Afecta los sistemas de riego y conducción de agua potable por interferencia y evaporación. Pesca: Afecta la operación de las artes de pesca como la atarraya. La red agallera es arrastrada por los movimientos del Lirio, al igual que trampas y líneas de anzuelos. Turismo: En particular los deportes acuáticos, así como

los aspectos escénicos que afectan al turismo y a los prestadores de servicios. Infraestructura: La devaluación de las propiedades adyacentes a zonas invadidas por Lirio. Salud pública: Provee de hábitat a organismos vectores de enfermedades como malaria, filariosis, fasciolosis y esquistosomiasis. Ecología: Impide la penetración de luz alterando la cadena alimenticia. Ocasiona anoxia y mortandad masiva de organismos. Clima: La evaporación y pérdida de volumen de los embalses tiene un efecto climático negativo. Aún cuando el trabajo del proyecto de ordenamiento ecológico 1995 se enfocó principalmente al Lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), la elaboración de los mapas de distribución se consideró importante incluir al Tule (*Thypha sp.*) como otra de las especies dominantes de malezas acuáticas en la laguna de Zapotlán. Se compararon las imágenes de satélite (Landsat) obtenidas en mayo de 1989 y en marzo de 1994. Se aprecia un considerable cambio de nivel en 1994, que incrementa la superficie de la laguna y a pesar de que no se cuenta con una evaluación precisa de las áreas invadidas por vegetación en cada una de estas fechas, es notable el incremento en el área cubierta por las malezas para 1994 por lo cual se desarrolló el programa anual de control mecánico del lirio (*Eichhornia crassipe*) utilizando maquinaria lo que hasta la fecha ha permitido su perfecto control del vegetal en el lago hasta el año 2012. Incrementándose significativamente en año 2013 después del evento ciclónico de septiembre.

**Conclusiones.** El crecimiento de la población de lirio (*Eichhornia crassipe*) es provocado por el incremento tanto por el volumen como en la superficie de agua cubierta, ya que esto implica años más lluviosos con un mayor arrastre de sedimentos hacia el cuerpo de agua, propiciando un incremento en la eutroficación del embalse, esto es una mayor disponibilidad de nutrientes que son rápidamente aprovechados por las malezas, especialmente el Lirio (*Eichhornia crassipe*) y el Tule (*Thypha sp.*). Lo cual está favoreciendo a el lirio (*Eichhornia crassipe*) incrementándose en cuanto a su invasión en el espejo del cuerpo de agua, representado problemas significativos para la navegación, producción pesquera debido a los arrastres de las redes agalleras, la limitación de los trabajos eco turísticos y de los deportes acuáticos de 200 atletas de las escuelas de remo y canotaje del Consejo Estatal para el Fomento Deportivo (CODE Jalisco). La proliferación de moscos que puede desatar un problema de dengue en las poblaciones aledañas de más de 100,000 personas. Es importante concientizar a los productores agrícolas y pecuarios sobre los daños que están ocasionando al lago por sus malas prácticas en el uso del suelo y fertilizantes, así como lo estipula el Programa de Conservación y Manejo (PCyM) de la Laguna de Zapotlán, sitio RAMSAR1466 Humedal de importancia Internacional (Michel Parra *et. al.*, 2013)





Figura. No. 1 Situación actual del lirio en el lago de Zapotlán.

#### **Bibliografía:**

1. Abarca, J.F., 2002. Definición e importancia de los humedales. *In* : Manual para el Manejo y Conservación de los Humedales en México. Abarca J.F. y Herzing M. (eds.) 3° Ed. Dirección General de la Vida Silvestre SEMARNAT.
2. Flores, V. O. & Gerez, P., 1994. Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. 2° Ed. México, D.F.
3. García, E., 1987. Modificación a la Clasificación Climática de Köppen, Instituto de Geografía. UNAM.
4. Guzmán Arroyo, M., 1992. Diagnóstico de la contaminación del agua en Jalisco. Ed. Universidad de Guadalajara. 1° Ed. Guadalajara, Jalisco.
5. Michel, P.J.G., *et. al.* (2011). Lago de Zapotlán. Laguna de Zapotlán Sitio Ramsar. Ed. Universidad de Guadalajara. 2° Ed. Cd. Guzmán, Municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco, México.
6. Michel, P.J.G., *et. al.* (2013). Programa de Protección, Conservación, Manejo y Aprovechamiento de la “Laguna de Zapotlán”. Ed. Universidad de Guadalajara. 1° Ed. México, D.F.