

***Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, 1883**



Eichhornia crassipes

Foto: Jaime Raúl Bonilla Barbosa. Fuente: CONABIO.

Es una de las principales malezas de agua dulce a nivel mundial debido a su rápido crecimiento y reproducción, alta competitividad, movimiento por el viento y corrientes de agua y propagación por el hombre con fines ornamentales. Además, está considerada entre las 100 especies más invasoras del mundo por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Ha sido ampliamente cultivada como especie ornamental debido a sus flores tan llamativas (Verdejo et al., 2006; CABI, 2015). Impacta negativamente a las actividades humanas (pesca, el transporte de agua) y la biodiversidad (CABI, 2015).

Información taxonómica

Reino: Plantae
Phylum: Tracheophyta
Clase: Equisetopsida
Orden: Commelinales
Familia: Pontederiaceae
Género: *Eichhornia*
Nombre científico: ***Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, 1883**

Nombre común: Lirio acuático, jacinto de agua, lechuguilla, lila de agua

Valor de invasividad: 0.7625

Categoría de riesgo: Muy alto

Descripción de la especie

Especie acuática flotante, de raíces sumergidas de libre flotación cuya altura puede llegar a 50 cm e incluso 1 m en condiciones tropicales muy favorables. Origina un rizoma ramificado que puede llegar a 30 cm de longitud, con varios entrenudos cortos los cuales producen una hoja y una raíz. Los brotes axilares desarrollan hojas que son gruesas, brillantes y con aspecto ceroso que sobresalen por encima de la superficie del agua. Tienen forma ovoidea, oval o elíptica que llegan a medir de 2 a 15 cm de longitud y de 2 a 10 cm de anchura, con los bordes ligeramente curvados y con numerosas venas finas y longitudinales, se disponen espiralmente, dando un aspecto de roseta. Los peciolo son gruesos y esponjosos; son alargados, hinchados en el medio y afilados hacia la estipula o pueden formar un bulbo flotante con tejido esponjoso. El peciolo desarrolla una estipula ancha membranosa, la cual forma una vaina alrededor de la siguiente hoja. Los tallos son pubescentes con dos brácteas y una estipula que produce normalmente entre 8 y 25 flores; cada flor tiene 6 pétalos azulados o violáceos, ovals u oblongos con hasta 4 cm de longitud y el más superior tiene en el centro una mancha amarilla rodeada por un borde azul. El fruto es una capsula que contiene hasta 450 semillas. Esta planta tiene un potente sistema radicular, hasta el punto que más del 50% de la biomasa de la planta pueden ser raíces, que son adventicias y fibrosas con una longitud entre 10y 30 cm. Tienen apariencia de plumas, de color violeta o azul oscuro y contienen pigmentos solubles que pueden proteger a la raíz de los herbívoros (Verdejo *et al.*, 2006).

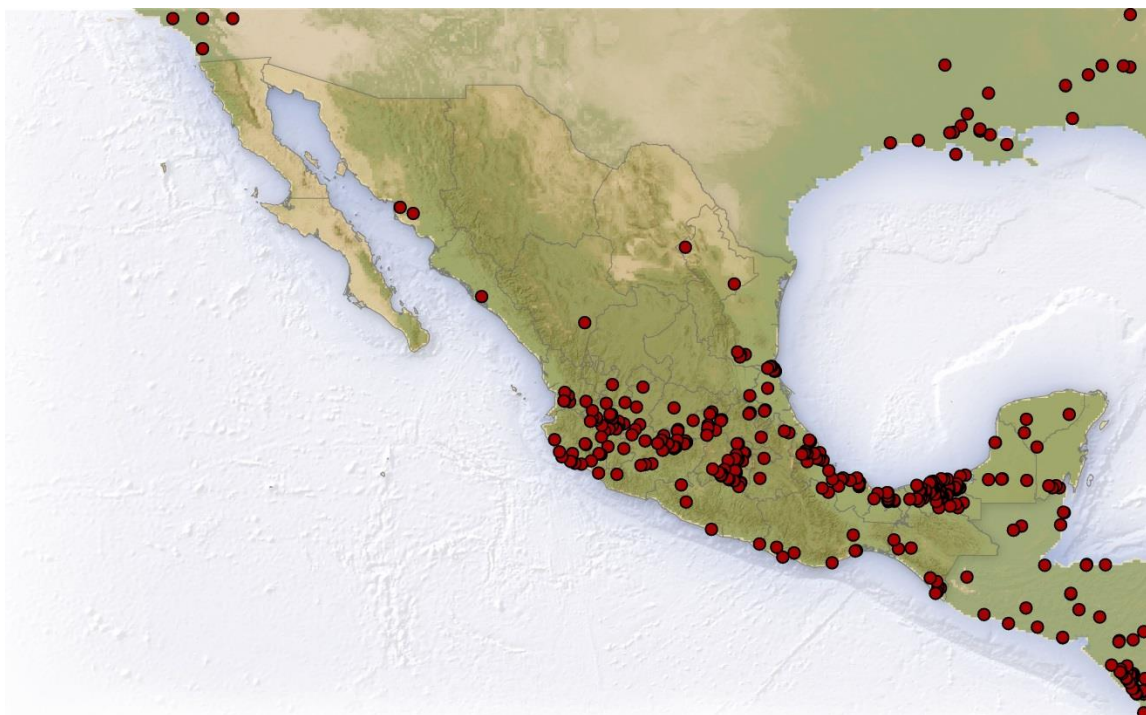
Distribución original

Originario de la cuenca del Amazonas y los extensos lagos y pantanos de la región del Pantanal del occidente de Brasil (GISD, 2006).

Estatus: Exótica presente en México

Llegó a México al finalizar el siglo XIX, donde se propagó rápidamente, hasta convertirse en una plaga dispersándose por todo el país. Situándose en áreas donde las temperaturas bajan. Está ampliamente distribuido, sobre todo en la zona centro, en la vertiente del Pacífico, de Sinaloa hasta el sur, y en la del Golfo, de Tamaulipas a la península de Yucatán, en las zonas templadas y subtropicales de las cuencas hidrológicas de los ríos Lerma-Chapala-Santiago, Balsas, Pánuco y Bravo (Cervantes & Rojas, 2000). Los únicos lugares en los que no se ha registrado son los estados de Baja California Sur, Tlaxcala y Zacatecas (Bonilla-Barbosa & Santamaría, 2013).

¿Existen las condiciones climáticas adecuadas para que la especie se establezca en México? **Sí.**



Mapa de localidades (en puntos rojos) y distribución potencial (en verde) de *Eichhornia crassipes* en México. Fuente CONABIO 2013.

1. Reporte de invasora

Especie exótica invasora: Es aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitats y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública (LGVS, 2010).

Muy Alto: Uno o más análisis de riesgo identifican a la especie como invasora de alto impacto en cualquier país o está reportada como invasora/plaga en México.

El análisis de riesgo PIER para Hawaii realizado utilizando el método de Daehler *et al.* 2004, reporta que presenta alto riesgo de convertirse en una plaga grave (PIER, 2011).

El Análisis de riesgo realizado por la Organización Europea y Mediterránea de Protección Fitosanitaria determinó que presenta alto riesgo de establecimiento,

propagación e impactos es extremadamente alto, por lo que se debe prohibir la importación intencional con fines ornamentales (Coetzee *et al.*, 2008).

El análisis de riesgo para Colombia, realizado utilizando la herramienta de análisis de riesgo de establecimiento e invasión de 13N (Zalba & Ziller, 2007) determinó que esta especie presenta alto riesgo de invasión (Baptiste, 2010).

Considerada como plaga en los canales del Área Natural Protegida (ANP) (Carrión *et al.*, 2012).

2. Relación con taxones invasores cercanos

Evidencia documentada de invasividad de una o más especies **con biología similar** a la de la especie que se está evaluando. Las especies invasoras pueden poseer características no deseadas que no necesariamente tienen el resto de las especies relacionadas taxonómicamente.

Alto: Evidencia de que la especie pertenece a un género en el cual existen especies invasoras o de que existen especies equivalentes en otros géneros que son invasoras de alto impacto.

Eichhornia azurea es una mala hierba con una amplia distribución en Brasil, donde a menudo crea grandes esteras flotantes que obstruyen la navegación y muchos otros de los recursos acuáticos (CABI, 2015). Considerada como una maleza nociva en Arizona, Arkansas, California, Massachusetts, Carolina del Norte, Oregón, Carolina del Sur, y Texas (PIER, 2011).

3. Vector de otras especies invasoras

La especie tiene el potencial de transportar otras especies invasoras (es un vector) o patógenos y parásitos de importancia o impacto para la vida silvestre, el ser humano o actividades productivas (por ejemplo aquí se marca si es vector de rabia, psitacosis, virus del Nilo, cianobacterias, etc.).

Muy Alto: Evidencia de que la especie puede transportar especies dañinas para una o varias especies en alguna categoría de riesgo (IUCN, NOM-059), o de que la especie proviene de zonas identificadas por la OIE, IPPC, NAPPO, CDC, SAGARPA, SS u OIRSA como fuente de patógenos y parásitos peligrosos. Es vector de especies que causan afectaciones a la salud humana como zoonosis o epidemias fitosanitarias. Que puede causar daños en cascada a otras especies.

Las infestaciones de *E. crassipes* intensifican la propagación de mosquitos, además, se le ha relacionado con el aumento de enfermedades como el cólera y

la fiebre tifoidea (Navarro & Phiri, 2000), la encefalitis y la filariasis al bloquear los puntos de acceso a los cuerpos de agua (Gopal, 1987).

También se ha reportado que *E. crassipes* es huésped alternativo del barrenador del maíz asiático *Ostrinia furnacalis* y el nematodo del arroz *Hirschmanniella oryzae* (Coetzee *et al.*, 2008). *O. furnacalis* es una plaga del maíz que reduce el rendimiento de los cultivos (Plantwise, 2015). Todos los miembros de este género se adaptan a una amplia gama de hábitats húmedos con una preferencia por las raíces de gramíneas. Además algunas plantas dicotiledóneas tales como algodón son anfitriones, incluyendo algunas malezas; también ha sido detectado en las raíces y las hojas de las plantas acuáticas y en el suelo asociado con bonsáis (EPPO, 2009). Por otra parte, se estima que *Hirschmanniella spp.* Infesta un 58% de los campos de arroz del mundo, causando 25% de las pérdidas de rendimiento (Plantwise, 2015).

Así mismo, *E. crassipes*, proporciona un hábitat ideal para especies consideradas de alto riesgo para la salud humana como el mosquito *Anopheles sp.*, que transmite la malaria, el mosquito *Mansonia sp. que transmite la encefalitis* y el mosquito *Culex sp.*, portador de la filaria. Adicionalmente en las raíces de esta especie se pueden albergar caracoles como el caracol *Limnae fasciola* que transmite la fasciolosis o el caracol *Bulinus bromphalaris*, transmisor de la equistosomiasis (Meas-Vong, 2002). Además de serpientes venenosa, cocodrilos e hipopótamos que hacen que los recorridos por las aguas se vuelva peligroso e incluso mortal (Coetzee *et al.*, 2008).

4. Riesgo de introducción

Probabilidad que tiene la especie de llegar al país o de que continúe introduciéndose (en caso de que ya esté presente o se trate de una traslocación). Destaca la importancia de la vía o el número de vías por las que entra la especie al territorio nacional. Interviene también el número de individuos y la frecuencia de introducción.

Muy Alto: Evidencia de que la especie tiene alta demanda, tiene un uso tradicional arraigado o es esencial para la seguridad alimentaria; o bien tiene la posibilidad de entrar al país o entrar a nuevas áreas por una o más vías; el número de individuos es considerable y la frecuencia de la introducción es alta o está asociada con actividades que fomentan su dispersión o escape. No se tienen medidas para controlar la introducción de la especie al país.

E. crassipes puede utilizarse de diversas maneras; por lo general no es adecuado como alimento para animales, aunque se ha empleado en pequeñas cantidades para alimentar a cerdos y búfalos y en China durante los años 1950 y 1970, cuando el forraje era escaso, fue ampliamente utilizado como alimento para animales (Ding Jianqing *et al.*, 2001).

Debido a la alta tasa de crecimiento y la capacidad de soportar diferentes condiciones, su alta tasa de crecimiento y la capacidad de soportar diferentes tipos de contaminación están siendo de interés para el tratamiento de agua contaminada. Yan *et al.* (2012) utilizaron *E. crassipes* para la eliminación de contaminantes en el lago Caohai, China, y encontraron que la planta no sólo podría eliminar el fósforo en el agua, sino también eliminar fósforo soluble en el sedimento del lago. Potencialmente, el Jacinto de agua podría ser muy importante en el tratamiento de aguas residuales y residuos. Su tasa de crecimiento rápido y la alta absorción de nutrientes y metales pesados podría ser benigno para el medio ambiente (Zhu *et al.*, 1999).

En Bangladesh se utiliza como orgánico (Nasima *et al.*, 1997), como abono para suprimir nematodos en la India (Verma *et al.*, 1997), para la alimentación de búfalos en la India (Mitra *et al.*, 1997) y como mantillo para suprimir malezas en Indonesia (Lamid & Wahab, 1996).

En México ha sido introducida por el comercio de plantas de ornato para acuarios (Bonilla-Barbosa & Santa maría, 2013). En la región chinampera del Valle de México, es usada como abono verde y para levantar el nivel de las chinampas. También se le utiliza como fertilizante, forraje y ornamental. Sirve como alimento de carpas, para elaborar artesanías, producir biogás, depurar aguas residuales (Vibrans, 2009). También se utiliza como alimento para cerdos y vacas, para producir biogás y para depurar aguas residuales (Bonilla-Barbosa & Santamaría, 2013).

5. Riesgo de establecimiento

Probabilidad que tiene la especie de **reproducirse y fundar poblaciones viables** en una región fuera de su rango de distribución natural. Este indicador toma en cuenta la disponibilidad de medidas para atenuar los daños potenciales. En el caso de especies exóticas ya establecidas o de nativas trasladadas se debe evaluar el riesgo de establecimiento en nuevos sitios donde no se han reportado previamente.

Muy Alto: Evidencia de que más de una población de la especie se ha establecido exitosamente y es autosuficiente en al menos una localidad fuera de su rango de distribución nativa, y se está incrementando el número de individuos. Especies con reproducción asexual, hermafroditas, especies que puedan almacenar los gametos por tiempo prolongado, semillas, esporas o quistes de invertebrados que permanecen latentes por varios años. No hay medidas de mitigación.

La reproducción puede ser asexual y vegetativa, siendo esta última la más prolífica. Puede ser mediante estolones, los cuales junto a las plantas aisladas y los mantos a la deriva se distribuyen fácilmente por las corrientes de agua, el

viento o los transportes acuáticos. La reproducción por semilla se observa raramente (Verdejo *et al.*, 2006). Cada flor de *E. crassipes* produce alrededor de 250 semillas de larga vida (hasta 20 años) y que son resistentes al agotamiento de la masa de agua una vez que se produce la germinación es capaz de crecer rápidamente a través de la producción de plantas hijas (Coetzee *et al.*, 2008).

Eichhornia crassipes es una planta autóctona de tierras sudamericanas (Brasil) se le ha reportado en más de 50 países, llegó a México al finalizar el siglo XIX, donde se propagó rápidamente, hasta convertirse en una plaga dispersándose por todo el país. (Cervantes & Rojas, 2000). Los únicos lugares en los que no se ha registrado son los estados de Baja California Sur, Tlaxcala y Zacatecas (Bonilla-Barbosa & Santamaría, 2013).

6. Riesgo de dispersión

Probabilidad que tiene la especie de **expandir su rango geográfico** cuando se establece en una región en la que no es nativa. Este indicador toma en cuenta la disponibilidad de medidas para atenuar los daños potenciales.

Muy Alto: Evidencia de que la especie es capaz de establecer nuevas poblaciones autosuficientes en poco tiempo y lejos de la población original o es capaz de extenderse rápidamente en grandes superficies, lo que le permite colonizar nuevas áreas relativamente rápido, por medios naturales o artificiales. No se cuenta con medidas para su mitigación.

Las corrientes de aire mueven con facilidad las hojas de la planta actuando como si fueran velas, lo que le permite dispersarse a lo largo de canales, lagos y ríos. Cada una de las semillas pueden ser transportadas largas distancias a través de las aves (por ejemplo, las aves acuáticas y aves costeras) (CABI, 2015).

Se pueden producir nuevas infestaciones a través de transporte humano no intencional tales como canoas, barcos. El alto valor ornamental presenta la planta la hace responsable de las introducciones intencionales, sobre todo porque la especie está a la venta en Internet (CABI, 2015).

La experiencia internacional (Harley, 1990; Gutiérrez *et al.*, 1994) muestra que la capacidad reproductiva de la planta, su adaptabilidad, los requerimientos nutricionales y la resistencia a ambientes adversos la convierten en una especie imposible de erradicar y de control sumamente difícil. Se han probado una gran cantidad de métodos para dominar el crecimiento de esta maleza. Los herbicidas son usados con cierta frecuencia ya que proporcionan una herramienta de acción inmediata, si bien son costosos y pueden tener efectos tóxicos si no se aplican de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Sin embargo, en casos de infestaciones severas son necesarias técnicas de amplia cobertura tales como herbicidas o el control mecánico para reducir los niveles de infestación. Después pueden ser

usados otros métodos, entre otros el control biológico que aplicado en tiempo adecuado podrá suplementar otros métodos de control. El uso de un manejo integrado del jacinto de agua ejecutado en tiempo oportuno y con técnicas adecuadas y el establecimiento de un programa de mantenimiento del control, asegurará la reducción de los niveles de infestación (Martínez, 2003).

7. Impactos sanitarios*

Describir los impactos a la salud humana, animal y/o vegetal causados directamente por la especie. Por ejemplo aquí se marca si la especie es venenosa, tóxica, causante de alergias, especie parasitoide o la especie en sí es el factor causal de una enfermedad (la especie evaluada es un virus, bacteria, etc.)*.

* En caso de especies que sean portadoras de plagas y otras especies causantes de enfermedades, la información debe ir en la pregunta 3.

No: No hay información de que la especie cause daños a la salud a pesar de que sí se conoce información sobre otros aspectos.

8. Impactos económicos y sociales

Describe los impactos a la economía y al tejido social. Considera el incremento de costos de actividades productivas, daños a la infraestructura, pérdidas económicas por daños o compensación de daños, pérdida de usos y costumbres, desintegración social, etc.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie provoca, o puede provocar, la inhabilitación irreversible de la capacidad productiva para una actividad económica determinada en una región (unidad, área de producción o área de influencia). No existe ningún método eficiente para su contención o erradicación.

La colonización agresiva de los cursos fluviales impide los usos recreativos, comerciales y turísticos, entre los que se podrían mencionar la navegación, los deportes náuticos y la pesca (GEIB, 2006).

Los impactos más importantes del jacinto de agua sobre los cultivos son causados por la reducción del agua debido a la evapotranspiración. Las estimaciones por la pérdida de agua varían de 2,67 veces a 3,2 veces (Coetzee *et al.*, 2008). Lallana *et al.* (1987) calculan que esta especie causó la pérdida de alrededor de 70 000 l / ha / d en una presa de Argentina.

En Portugal, los impactos negativos han causado grandes pérdidas económicas a los campos de arroz y a los agricultores locales de la Cuenca del río Sado (Coetzee *et al.*, 2008). De acuerdo a Parson & Cuthbertson (2001), las pérdidas

en el estado indio de Bengala Occidental son de 110 millones de rupias (Coetzee *et al.*, 2008).

Entre 1980 y 1991, en Florida se gastaron más de \$ 43 millones de dólares para suprimir a *E. crassipes* y *Pistia stratiotes* (Schmitz *et al.* 1993). Actualmente, los costos anuales para la gestión de *E. crassipes* en California es de \$ 500,000. En Luisiana el Departamento de Pesca trata de eliminarlo con herbicidas con un costo anual \$ 2 millones (Coetzee *et al.*, 2008).

Los costos anuales para el control o eliminación ascienden a millones de dólares en el Canal de Panamá, en Sudán, el Congo.; en el sur de Estados Unidos han sido alrededor de \$ 35 millones de dólares. Los costos de control de jacinto de agua en Malasia se han estimado en \$ 10 millones dólares malayos por año (Mahamed *et al.*, 1992), En Port Bell, Uganda, los gastos por las operaciones de control de esta maleza ascienden a \$ 1 millón, así como la pérdida de comercio mientras el puerto se encontraba completamente bloqueado (CABI, 2015).

Aunque una cubierta rala de jacinto de agua puede no reducir los peces e incluso puede ser utilizado con ventaja para algunas técnicas de pesca, una infestación densa puede conducir a la desoxigenación y reducir las poblaciones de peces. Las fuertes pérdidas de la producción pesquera en el Nilo y otros ríos en Pakistán (CABI, 2015).

La infestación de *E. crassipes* tiene consecuencias económicas serias al interferir directamente en la navegación de los cuerpos de agua, entorpecer la actividad pesquera y disminuir la producción, causa bajas en las actividades turísticas entorpece la operación de turbinas en las plantas hidroeléctricas, obstruye los canales de riego y drenaje, incrementa la evapotranspiración y acelera el asolvamiento de embalses (Meas-Vong, 2002). La infestación de ríos, lagos, represas y canales de irrigación provoca que cada año se gasten billones de dólares en programas para el control y erradicación de esta especie (Burton, 2005). En Egipto, se estima un área infestada de 487 Km², además de ser un problema particularmente serio en los sistemas de irrigación en el Delta del Nilo (Fayad *et al.*, 2001).

Se ha estimado que en los lagos y presas con mayor actividad económica y social de en México la superficie infestada por las malezas acuáticas es de 62 000 ha (Gutiérrez *et al.*, 1994). El lirio acuático es la principal maleza ya que afecta 64% de la superficie infestada (Martínez, 2014). Prácticamente todos los lagos de México tienen problemas con esta especie; por ejemplo, en el Lago de Chapala donde cubre aproximadamente 7000 hectáreas (Vibrans, 2009).

E. crassipes amenaza la producción de electricidad, al tener que parar la producción debido a la obstrucción de los sistemas de enfriamiento de turbinas de refrigeración aunque no hay estimaciones de los costos que este impacto represente, debe ascender a varios millones de dólares por año (Wise *et al.*, 2007). Por ejemplo el impacto durante 2007-2008 en la Central eléctrica de Catarata, Victoria, Zambia ascendió a 946 822 USD (Nang'alelwa, 2008).

9. Impactos al ecosistema

Describe los impactos al ambiente; se refiere a cambios físicos y químicos en agua, suelo, aire y luz.

Alto: Existe evidencia de que la especie causa cambios sustanciales temporales y reversibles a largo plazo (> de 20 años) en grandes extensiones.

Una vez que *E. crassipes* prolifera en un cuerpo de agua altera drásticamente el ecosistema y, a menudo resulta en la degradación del medio ambiente y la reducción de la biodiversidad (CABI, 2015).

El contenido de oxígeno del agua es menor debajo del manto del jacinto de agua y puede reducirse hasta cero. Los efectos sobre los peces y otros animales acuáticos es catastrófico (Harley, 1996).

Las investigaciones han mostrado que en todo el mundo las pérdidas de agua por evapotranspiración a través de una cubierta de jacinto de agua siempre es mayor que a partir de una superficie de agua descubierta. Sin embargo, las pérdidas por evapotranspiración varían grandemente debido a la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y las características de la infestación de *E. crassipes*. Se ha estimado que se perdían cada año 7 mil millones de m³, o una décima parte del flujo promedio del Nilo, a través de la evapotranspiración por el jacinto de agua. La magnitud de las pérdidas debidas a la evapotranspiración ponen en peligro la viabilidad de los esquemas de suministro de agua, especialmente, en los períodos de sequía (Harley, 1996).

Provoca la disminución de la capacidad de intercambio de oxígeno entre la interfase aire-agua evitando la transferencia de oxígeno y la penetración de luz a la columna de agua. Al morir, *E. crassipes* se deposita en el fondo del cuerpo de agua produciendo condiciones anaerobias que interfieren con las funciones de los organismos bentónicos (Meas-Vong, 2002). La sombra proyectada por el lirio acuático inhibe el crecimiento del fitoplancton causando, a su vez, una reducción en la densidad poblacional de zooplancton que afecta de manera directa a la cadena alimenticia (Harley, 1996).

Los efectos de *E. crassipes* sobre las características fisicoquímicas del agua en el lago Naivasha, Kenia, incluyen mayores niveles de dióxido de carbono libre, pH bajo y los niveles bajos de oxígeno disuelto en las áreas. En Badagry Creek y Ologe, Nigeria se han encontrado efectos sobre la salinidad, conductividad, dureza total y el total de sólidos disueltos. Se sugiere que si bien hay un impacto negativo en la calidad del agua, la capacidad de *E. crassipes* para absorber pasivamente los metales pesados y nutrientes se puede seguir investigando (CABI, 2015).

10. Impactos a la biodiversidad

Describe los impactos a las comunidades y especies; por ejemplo, mediante herbivoría, competencia, depredación e hibridación.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie representa un riesgo de extinción para especies en alguna categoría de riesgo debido a alguna interacción biótica (por ejemplo, herbivoría, frugivoría, competencia, depredación, hibridación, parasitismo, etc.) o existe la posibilidad de que se introduzca en ecosistemas sensibles (islas, oasis, etc.) o genera cambios permanentes en la estructura de la comunidad (alteración de redes tróficas, cambios en la estructura de los ecosistemas, daños en cascada y afectación a las especies clave).

Los problemas ambientales asociados con el jacinto de agua se agravan en las zonas cálidas donde la hierba crece a lo largo del año y se desarrolla rápidamente (GISD, 2006).

Esta maleza puede afectar negativamente sobre algunas especies nativas de invertebrados, peces, aves y plantas. Por ejemplo, en Madagascar, se han reportado en muchas partes del lago Alaotra, cubierto con alfombras de *E. crassipes* que son perjudiciales para una serie de especies, como el pato *Thalassornis leuconotus* (Binggeli, 2003).

Las densas esteras de *E. crassipes* reducen la luz agotando así el oxígeno en las comunidades acuáticas (Ultsch, 1973). El fitoplancton requiere de luz para su crecimiento por lo que se ve afectado por la sombra que proyecta, la falta de fitoplancton altera la composición de comunidades de invertebrados (Hansen *et al*, 1971; O'Hara, 1967), afectando en última instancia a la pesca.

La rapidez de crecimiento de esta especie restringe los accesos a cuerpos de agua, destruye humedales naturales, elimina otras plantas acuáticas, reduce la infiltración de la luz, cambia los niveles de temperatura, pH y oxígeno, reduce el intercambio de gases en la superficie del agua, altera los hábitats de plantas acuáticas, peces y anfibios nativos (Meas-Vong, 2002; Harley, 1996).

En México se ha registrado en un amplio número de ecosistemas acuáticos ocasionando cambios en la estructura de las comunidades nativas de especies sumergidas, desapareciendo a algunas de ellas, como *Najas guadalupensis* (Bonilla-Barbosa & Santamaría, 2013).

REFERENCIAS

- Baptiste, M. P., Castaño, N., Cárdenas, D., Guitiérrez, F. P., Gil, D. L. & Lasso, C. A. (Eds.). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. D. C. Colombia, 200 p.
- Binggeli P, 2003. Pontederiaceae, *Eichhornia crassipes*, water hyacinth, jacinthe d'eau, tetezanalika, tsikafokafona. In: Goodman SM, Benstead JP, eds. The Natural History of Madagascar. Chicago, USA: University of Chicago Press, 476-478.
- Bonilla-Barbosa, J.R., y B. Santamaría. 2013. Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 223-247.
- Burton, J. 2005. Water hyacinth *Eichhornia crassipes*, New South Wales: NSW. Departement of Primary Industries. AGFACT P7.6.43. 6.
- CABI. 2015. *Eichhornia crassipes*. In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Consultado en abril 2015 en <http://www.cabi.org/isc/datasheet/108967>
- Carrión, C., Ponce-de León, C., Cram, S., Sommer, I., Hernández, M. & Vanegas, C. 2012. Potential use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Xochimilco for metal phytoremediation. *Agrociencia*, 46: 609-620.
- Cervantes. S. J. M. & Rojas, R. T. 2000. Introducción del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) a México durante el porfiriato. *Quipu*, 13(2):177-190.
- Coetzee, J., Hill, M., Hurtado, A., Laranjeira, C., Nang'alelwa, M., Ruíz, T. T., Schrader, G., Starfinger, U. & Julien, M. 2008. Report of a Pest Risk Analysis: *Eichhornia crassipes*. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Consultado en agosto 2012 en Http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_plants/08-14408_PRAreport_Eichhornia.pdf
- Daehler, C. C., Denslow, J. S., Ansari, S. & Kuo, H. 2004. A risk assessment system for screening out invasive pest plants from Hawai'i and other Pacific Islands. *Conservation Biology* 18:360-368.
- Ding Jianqing, Wang Ren, Fu Weidong, Zhang Guoliang, 2001. Water hyacinth in China: its distribution, problems and control status. In: Julien, M. H., Hill, M. P., Center, T. D., Ding Jianqing, eds. Biological and integrated control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. ACIAR Proceedings, No. 102. Canberra, Australia: ACIAR, 32-29.

Fayad Y. H., Ibrahim, A. A., El-Zoghby, A. A., Shalaby, F. F., 2001. Ongoing activities in the biological control of water hyacinth in Egypt. Biological and integrated control of water hyacinth: *Eichhornia crassipes*. Proceedings of the Second Meeting of the Global Working Group for the Biological and Integrated Control of Water Hyacinth, Beijing, China, 9-12 October 2000, 43-46.

GISD (Global Invasive Species Database). 2006. *Eichhornia crassipes*. Consultado en <http://issg.org/database/species/ecology.asp?si=70&fr=1&sts=&lang=EN>

Gopal, B. 1987. Biocontrol with arthropods. Water hyacinth, 208-230. Aquatic Plant Studies No 1.

Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (GEIB). 2006. TOP 20: Las 20 especies exóticas o invasoras más dañinas presentes en España. Serie Técnica N.2. GEIB. pp.116.

Gutiérrez, E., Arreguín, F., Huerto, R. y Saldaña, P. 1994. Aquatic weed control. Int. J. Water Resources Development 10: 291-312.

Harley, K. L. S. 1990. The role of biocontrol control in the management of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. Biocontrol News and Information, 11(1): 11-22.

Harley, S. L. K. 1996. Malezas acuáticas. In: Labrada, R., Caseley, J. C. & Parker, C. (Eds.). Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. ISSN 1014-1227.

Lallana, V. H., Sebastian, R. A. & Lallana, M. D. C. 1987. Evapotranspiration from *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia herzogii* and *Azolla caroliniana* during summer in Argentina. Journal of Aquatic Plant Management 25: 48-50.

Lamid, Z. & Wahab, R, 1996. Utilization of waterhyacinth as fresh mulch for controlling soybean weeds grown on dryland soil. In: Tjitrosemito, S, Soerianegara, I. eds. Proceedings of the symposium on biology and management of weeds and fourth tropical weed science conference, Bogor, Indonesia, 22-24 November 1994. BIOTROP-Special-Publication, No. 58, 21-28.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS). 2010. Nueva ley publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 06-04-2010.

Martínez Jiménez, M. 2014. Control biológico de plantas acuáticas exóticas invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 249-255.

Martinez. J. M. 2003. Progress on water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) management. In: Labrada, R. (ed.). Weed management for developing countries Addendum 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISSN 0259-2517.

Meas-Vong, Y. 2002. Parte I. Diseño y construcción de una cosechadora de lirio acuático. Rehabilitación integral de mantenimiento de cuerpos de agua infestados por lirio acuático, caso Presa de la Soledad, Querétaro. Sistema de Investigación Miguel Hidalgo.

Mitra T, Biswas P, Mandal L. & Banerjee GC, 1997. Growth performance of buffalo calves on feeding water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in fresh and silage forms. Indian Journal of Animal Nutrition, 14(2):104-109.

Mohamed, A. Z., Lee, B. S. & Lum, K. Y. 1992. Developing a biological control initiative in Malaysia. Proceedings of the 3rd international conference on plant protection in the tropics, Genting Highlands, Malaysia, 1: 59-62.

Nang'alelwa, M. 2008, in preparation) Environmental and Socio-economic impacts of *Eichhornia crassipes* in the Victoria Falls/Musi-oa-Tunya Pilot Site, Livingstone, Zambia. EPPO Bulletin/Bulletin OEPP.

Nasima Akhtar, Jahan M. A. A. & Majid, F. Z., 1997. Water hyacinth as a source of organic manure in Bangladesh. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research, 32(1):1-5.

Navarro, L. & Phiri, G. 2000. Water hyacinth in Africa and the Middle East. A survey of problems and solutions. International Development Research Centre, Ottawa, Canada.

Parsons, W. T. & Cuthbertson, E. G. 2001, Noxious weeds of Australia, 2nd edn, Inkata Press Melbourne & Sydney.

O'Hara, J. 1967. Invertebrates found in water hyacinth mats. Quarterly Journal of the Florida Academy of Science 30(1): 73-80.

PIER (Pacific Island Ecosystems at Risk). 2011. *Eichhornia crassipes*. Consultado en abril 2015 en http://www.hear.org/pier/species/eichhornia_crassipes.htm

Plantwise. 2015. Asian corn borer. *Ostrinia furnacalis*. Consultado en abril 2015 en <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=38026>

Plantwise. 2015. Rice root nematode (*Hirschmanniella oryzae*). Consultado en abril 2015 en <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=27867>

Schmitz, D. C., Schardt, J. D. Leslie, A. J. Dray, F. A. Osborne, Jr., J. A. & Nelson, B. V. 1993. The ecological impact and management history of three invasive alien plant species in Florida, pp. 173-194. In McKnight, B. N. (ed.). Biological Pollution.

The Control and Impact of Invasive Exotic Species. Indiana Academy of Science, Indianapolis, Indiana, USA.

Ultsch, G. R. 1973. The effects of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) on the microenvironment of aquatic communities. Archiv fuer Hydrobiologie 72: 460-473.

Hansen, K. L., Ruby, E. G. & Thompson, R. L. 1971. Trophic relationships in the water hyacinth community. Quarterly Journal of the Florida Academy of Science 34(2): 107-113.

Verdejo, E., Palmerín, J. A., Aibar, J., Cirujeda, A., Taberner, A. & Zaragoza, C. 2006. El lirio de Agua *Eichhornia crassipes*. Plantas Invasoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. 7pp.

Verma R. D., Mahendra S., Samar R., Sharma G. L., & Singh, M., 1997. Effect of soil amendment against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on bottlegourd. Indian Journal of Nematology, 27:255-256.

Vibrans, H. 2009. *Eichhornia crassipes*. Malezas de México. Conabio Consultado en agosto 2012 en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/pontederiaceae/eichhornia-crassipes/fichas/ficha.htm>

Wise, R. M., van Wilgen, B. W., Hill, M. P., Schulthess, F., Tweddle, D., Chabi-Olay, A. & Zimmermann, H. G. 2007. The economic impact and appropriate management of selected invasive alien species on the African continent. Global Invasive species Programme. CSIR Report No. CSIR/NRE/RBSD/ER/2007/0044/C.

Yan ShaoHua, Wang Yan, Wang Zhi & Guo JunYao, 2012. Remediation effects of experimental project using water hyacinth for pollution control in the Lake Caohai, Dianchi. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 28(5):1025-1030.

Zalba, S. M. & Ziller, S. R. 2007. Herramientas de prevención de invasiones biológicas Washington:13N/labin.

Zhu, Y. L., Zayed A. M., Qian, J. H., de Souza M & Terry N, 1999. Phytoaccumulation of trace elements by wetland plants: II. Water hyacinth. Journal of Environmental Quality, 28:339-344.