

Invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc. (Nymphaeaceae) en la cuenca del río Guadiana

M^a Carmen Martínez Bautista, M^a José Guerra Barrena & María Gutiérrez Esteban

Grupo HABITAT. Sección de Producción Forestal y Biodiversidad. Centro de Investigación La Orden-Valdesequera. Consejería de Empleo, Empresa e Innovación. Gobierno de Extremadura. Apartado 22. C.P. 06080. Badajoz (España).
Email: mariamartinezbautista@hotmail.com

Resumen:

Nymphaea mexicana Zucc. (Nymphaeaceae), planta acuática exótica de origen centroamericano, y reconocida como planta invasora en la cuenca mediterránea, ha ampliado su área de invasión en la cuenca del río Guadiana en los últimos años. En el presente trabajo se pone de manifiesto el área de invasión con más de 2,44 km², llegándose a estimar en más de 7 millones los individuos concentrados en unos 23 km de río infectado.

Martínez, M.C., Guerra, M.J., & Gutiérrez, M. 2012. Invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc. (Nymphaeaceae) en la cuenca del río Guadiana. *Folia Bot. Extremadurensis*, 6: 39-44.

Palabras clave: Conservación, Especie invasora, Nymphaeaceae, Nymphaea, río Guadiana.

Summary:

Nymphaea mexicana Zucc. (Nymphaeaceae), aquatic exotic plant from Central American, and recognized as an invasive plant in the Mediterranean, has expanded its area of invasion in the Guadiana river basin, in recent years. The present paper shows the invasion with more than 2,44 km² surface, reaching estimated more than 7 million individuals concentrated in about 23 km of infected river.

Martínez, M.C., Guerra, M.J., & Gutiérrez, M. 2012. Invasion of *Nymphaea mexicana* Zucc. (Nymphaeaceae) in Guadian river basin. *Folia Bot. Extremadurensis*, 6: 39-44.

Key words: Conservation, Guadiana river, Invasive specie, Nymphaeaceae, Nymphaea.

Introducción

La invasión de especies es uno de los mayores retos que existen para asegurar la conservación de la biodiversidad en la actualidad (Sanz-Elorza & al., 2004; Capdevilla & al., 2006). En las últimas décadas se está registrando un aumento del número de especies invasoras a nivel mundial, principalmente ligadas a procesos de globalización, que está considerado, junto con el cambio climático y la degradación del suelo, como uno de los principales impactos globales de los ecosistemas y causa directa de pérdida de biodiversidad (Vilà & al., 2008). Como ejemplos, en la región mediterránea se introducen regularmente centenares de especies de plantas exóticas con fines diversos (Heywood, 1989; Jauzein, 1998), o bien en zonas tropicales y subtropicales las especies alóctonas pueden suponer el 50% de la flora, como Nueva Zelanda (Heywood, 1989; Sanz-Elorza & al., 2004, 2006) donde *Nymphaea mexicana* Zucc. está recogida como especie invasora en dicho territorio (GBIF, 2011). Esta situación se refleja en las bases de datos o listas de especies invasoras elaboradas a nivel mundial (ISSG, 2011), o a nivel nacional, recientemente publicados, como Sanz-Elorza & al. (2001, 2004), o el Real Decreto 1628/2011, de especies exóticas invasoras.

Nymphaea mexicana Zucc. (Nymphaeaceae), es una planta invasora, de origen centro-americano (México) y Sur de los EEUU (Florida y sur de Texas) (GBIF, 2011; Velazco & al., 2008). Según Doadrio (coord., 2007), su introducción es señalada, casi con seguridad, como accidental, provocado por su cultivo como ornamental, por la belleza del follaje y las flores como ocurre con otras especies invasoras en ambientes acuáticos.

En España no se ha considerado como especie con potencial invasor hasta 2011, a través del Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras. En recopilaciones anteriores no se reconocía como especie invasora dentro de la Península Ibérica (Sanz-Elorza & al., 2004; Vilà & al., 2008), aunque los primeros datos que recogen la presencia de *Nymphaea mexicana* Zucc. en España, la sitúan en la cuenca del río Guadiana en la década de los 80 (García Murillo, 1985), que localizó una población en las cercanías de la Finca de Sagrajas (arroyo Cabrera (Badajoz)). Datos más actuales confirman su presencia en dicho entorno (García Murillo & al., 2010).

Entre los impactos causados por las especies exóticas como *Nymphaea mexicana* Zucc., podemos citar: la reducción de la cantidad de luz, del oxígeno disuelto en el agua y nutrientes, que provocan el desplazamiento de especies nativas, fenómenos de eutrofización, alteración física y química del cauce, patrones hidrológicos, propiedades del suelo, introducción de patógenos o pérdida de biodiversidad (Vitousek, & al., 1996; Sanz-Elorza & al., 2004; Ruiz & al., 2008; Bejarano & al., 2010). Además de tener grandes consecuencias ecológicas como las anteriormente citadas, pueden llegar a producir pérdidas económicas, principalmente en los sectores agropecuarios (Guix & al., 2001; Del Monte & al., 2004; Heywood & Brunel, 2009).

Por otro lado, la Directiva Marco del Agua (DMA, 2000), indica que los macrófitos son un bioindicador del estado ecológico de los ríos, ya que su presencia es característica de ciertos hábitats. De modo que modificaciones en las características morfológicas del lecho, en la variación del régimen de caudal, o en las propiedades físico-químicas de las aguas, provocan cambios en su abundancia, composición y distribución (Pardo & al., 2010).

Además, los usos del suelo en áreas próximas a las cuencas, son utilizados mayoritariamente para cultivos de regadío, que originan fuertes transformaciones en los ecosistemas naturales, provocan una gran desestabilización de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad (Sanz-Elorza & al., 2004) y por tanto, se produce una liberación de recursos (nutrientes, espacio, etc.) disponibles para aquellas especies con gran capacidad de establecimiento como son las especies invasoras (Vilà & al., 2008). De hecho, la existencia de cultivos de regadío podría justificar la elevada proliferación del nenúfar mexicano en las Vegas del Guadiana, así como la existencia de otras especies invasoras como *Azolla* ssp., o *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, ya que demandan grandes cantidades de nutrientes y por tanto, se concentran en hábitats donde estos recursos son abundantes (Ruiz & al., 2008; Vilà & al., 2008; Albano, 2012). Estos cultivos provocan mayor probabilidad de fenómenos de eutrofización de los ecosistemas por aumentos en los niveles de nitrógeno y fósforo, que resultan del uso excesivo de fertilizantes, acentuados por la existencia de grandes núcleos urbanos, con vertidos de aguas residuales, a veces de depuración insuficiente y contaminación general de las aguas continentales (Capdevilla & al., 2006; Vilà & al., 2008).

El objetivo de este estudio fue ampliar los conocimientos sobre la especie invasora, *Nymphaea mexicana* Zucc., dentro de la cuenca del río Guadiana, para evaluar la situación actual de expansión y tamaño poblacional.

Material y método

Desde los años 80, la invasión del nenúfar mexicano se produce de forma paulatina dentro del área inicial, quedando restringida al cauce medio del arroyo Cabrera, afluente del río Guadiana (García

Murillo & al., 2010). Sin embargo, en los últimos años se ha producido una expansión explosiva, pudiéndose observar poblaciones a lo largo del cauce del arroyo Cabrera, así como nuevos núcleos poblacionales dentro de la cuenca del río Guadiana, principalmente a su paso por la ciudad de Badajoz.

La reciente proliferación de esta especie nos ha llevado a realizar durante el periodo estival (Junio-Septiembre, 2011), muestreos por todo el cauce del río Guadiana, desde la presa de Montijo hasta la frontera con Portugal, y en los afluentes principales que desembocan en este tramo. Dichos muestreos se han diseñado basados en la metodología de Pardo & al. (2010), realizando una serie de transectos de 1km de longitud recogiendo datos de forma visual desde la orilla, en sentido aguas arriba.

Con la finalidad de conocer la distribución espacial de la especie, se ha realizado la geolocalización de cada uno de los grupos de individuos muestreados a lo largo de todos los cauces invadidos, GPSMAP 76CSx (® Garmin). Las áreas de invasión han sido calculadas y representadas a través de ArcGis 9.0 (® ESRI), complementando con Bases de Datos de la Confederación Hidrográfica del Guadiana (WMS-CHG, 2010). Los cálculos y gráficos han sido realizados a través de Microsoft Excel (® Office 2000).

Para conocer los parámetros poblacionales, se realizan muestreos aleatorios en diversos núcleos poblacionales, estimando el número de individuos, a través de muestreos por rejillas de 1m² de superficie (Margalef, 1974, 1983). Para completar los diferentes estudios, se toman muestras vegetales que son depositadas y conservadas en el Herbario HSS, Centro de Investigación La Orden – Valdesequera (Gobierno de Extremadura).

Resultados

Entre los resultados obtenidos destaca el conocimiento del área total de invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc., que engloba a tres subcuencas hidrográficas: arroyo Cabrera y río Guadiana principalmente (término municipal de Badajoz), y puntualmente la desembocadura del río Caia.

El inicio de la invasión se sitúa en las cercanías de la Finca de Sagrajas (Badajoz), en el arroyo Cabrera. El área de invasión se extiende a lo largo de la cuenca del río Guadiana, desde la desembocadura del arroyo Cabrera, hasta el límite final del área de invasión, situado en la frontera con Portugal, próximos a la desembocadura del río Caia. Por lo tanto solo afecta a un determinado tramo de las subcuencas de cada uno de los ríos, concretamente la invasión lineal corresponde en el arroyo Cabrera 6,62 Km de su cuenca, y en el río Guadiana a 16,69 Km, lo cual comprende un total de 23,31 Km lineales de río invadidos, y 2,44 Km² (Tabla 1, Figura 1).

Cauces	Longitud cauce invadido (Km)	Superficie invadida (Km²)	% Invasión	Individuos estimados
Arroyo Cabrera	6,62	0,79	± 21	± 2.417.023
Río Guadiana	16,69	1,65	± 4	± 5.038.620
Total afectado	23,31	2,44	± 6	± 7.455.644

Tabla 1.- Características de invasión de *Nymphaea mexicana* L. a lo largo del área afectada en la cuenca del río Guadiana.

La invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc a lo largo de la cuenca del río Guadiana, presenta un comportamiento oscilatorio. Así, en el arroyo Cabrera, área inicial de la invasión, alcanza el grado de invasión más alto, con 21,50%, ya la superficie ocupada por el nenúfar mexicano es mayor, llegando a ocupar toda la anchura del cauce y por tanto, mayor densidad poblacional. Mientras que la invasión a lo largo del cauce del río Guadiana correspondiente a un grado de invasión del 4,62%, no es realmente representativo, ya que la distribución de los núcleos poblacionales no es uniforme, pudiéndose encontrar tramos con un elevado porcentaje de invasión, como es la zona urbana de la ciudad de Badajoz (Figura 1).



Figura 1. Distribución geográfica de *N. mexicana* Zucc. en Extremadura

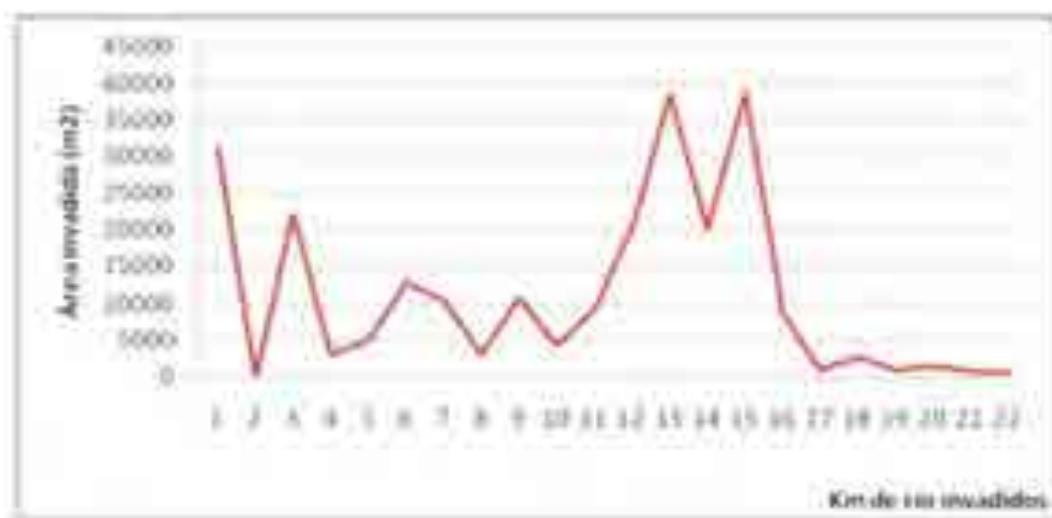


Gráfico 1.- Grado de invasión a lo largo de la cuenca afectada por *N. mexicana* Zucc., en el río Guadiana (Km de longitud)

Los muestreos de densidad poblacional, revelan una densidad poblacional media de 30,5 individuos/m² (n=30). Los muestreos se realizaron a mediados de Octubre, correspondiendo con el periodo de mayor densidad, ya que coincide el periodo de crecimiento de los estolones, por lo que se han tenido en cuenta individuos adultos y jóvenes. La densidad poblacional a lo largo del cauce es representada en el Gráfico 1.

Discusión

Los estudios realizados indican que las poblaciones que identificó García Murillo (1985) en el arroyo Cabrera pudieran ser el origen de la invasión, pues los muestreos realizados en el cauce alto y arroyos que desembocan en el arroyo Cabrera no se han encontrado poblaciones de *Nymphaea mexicana* Zucc.

Las variaciones en el grado de colonización depende de numerosos factores, en la zona urbana de Badajoz, donde se localizan el mayor número de grupos de individuos de toda la invasión y con mayor área de extensión, y que puede deberse a factores como la velocidad del cauce, ya que en este área es más lenta y la sedimentación del cauce es mayor, formando terrazas fluviales, acentuadas por la existencia de dos azudes que limitan este tramo, así como por las fuertes crecidas producidas en los últimos años; o bien, tramos dentro del tramo río Guadiana, donde el área invadida es menor, concretamente en las zonas anteriores y posteriores a la zona urbana de Badajoz, donde existe menor grado de invasión, ya que los

grupos de individuos aparecen dispersos, y el tamaño de los mismos es menor, correspondiendo con áreas donde la velocidad del agua es mayor y las zonas de sedimentación del río son menores o de extensión menor, por lo tanto la estabilidad de los grupos es menor. En el tramo final del río Guadiana, esta situación es más acentuada por efecto del azud de Badajoz, que hacen de muro de contención o barrera seminatural para la expansión de propágulos que pudieran asentarse aguas abajo. Se trata por tanto de las poblaciones de expansión más recientes en la invasión.

La alta densidad poblacional sumada a la alta competencia intrapoblacional suponen un riesgo añadido y aumentan el poder colonizador de estas especies, lo que supone un grado de competencia mayor por los recursos naturales y por lo tanto un riesgo para la flora autóctona, ya que compite con ella por los recursos naturales (Bejarano & al., 2010). En el caso del nenúfar mexicano convive en nuestras latitudes en cauces dominados por *Typha* sp., las cuales sirven de barrera natural contra la invasión del nenúfar mexicano, y otras especies flotantes como *Potamogeton* sp., *Lemna* sp., *Nymphaea alba* L. y *Nuphar lutea* L. (Rivas Goday, 1964). En el caso de *Nymphaea alba* L. se ha hecho visible el desplazamiento de esta especie en el arroyo Cabrera, donde se pueden encontrar poblaciones aisladas o a veces conviviendo con *Nymphaea mexicana* Zucc., lo que está provocando el desplazamiento de *Nymphaea alba* L. en estos puntos así como la total desaparición de poblaciones que anteriormente fueron observadas.

A partir de los datos obtenidos sobre la invasión y densidad poblacional de *N. mexicana* Zucc., podemos concluir que es vital el control y posterior extinción de la especie, dada su rapidez de propagación. En nuestro caso se puede entender en base a los datos iniciales de 1985, frente a los presentados en este trabajo.

La estabilidad y homogeneidad de los grandes grupos poblacionales es característico de un río canalizado o que se haya visto sometido a algún proceso de estabilización, como ocurre en el río Guadiana. Además son especies dependientes de las concentraciones de nutrientes en el cauce, por lo que su abundancia en los últimos años podría deberse a unas condiciones altas de contaminación orgánica debido a los vertidos procedentes de los cultivos agrícolas situados en las Vegas del Guadiana (Pardo & al., 2010; Obs. pers.). Por último, existe una alta fragilidad en los ecosistemas acuáticos y de ribera, que son uno de los más sensibles frente a la acción humana (Moya & al., 2005; Martín, 2010).

Estos datos concuerdan con datos de otras especies invasoras a nivel mundial (Bullard & al., 2009), presentes en el territorio europeo (Béguer & al., 2011), o invasoras presentes en el río Guadiana, como *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Ruiz & al., 2008), aunque las características poblacionales y reproductoras del nenúfar mexicano difieren dependiendo de las características del taxon y el cauce ocupado. En el caso del nenúfar mexicano es necesario tener en cuenta que la mayor tasa reproductiva de la planta se debe a la reproducción asexual a través de rizomas, de rápido crecimiento y que en el desarrollo del ciclo biológico, el sistema radical y foliar están interrelacionados (Conard, 1905; Vilà & al., 2008). Esta alta capacidad de reproducción es muy habitual dentro de las especies invasoras, que desarrollan mayores tasas de reproducción asexual en los nuevos ambientes colonizados, a veces en detrimento de la reproducción sexual (Vilà & al., 2008).

En conclusión, la presencia del nenúfar mexicano, su distribución, densidad poblacional y rapidez de propagación suponen una amenaza para los ecosistemas acuáticos naturales del río Guadiana en Extremadura, y es necesario profundizar en el conocimiento de este taxon, para poder complementar algunas de las actividades de contención y erradicación como medidas preventivas o correctoras, como está realizando la Confederación Hidrográfica del Guadiana, y según marca el Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre (Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras).

Agradecimientos

Al Programa FEDER y la Gobierno de Extremadura por la financiación a través de Beca para formación de Tecnólogos (TEC09049).

Bibliografía

- Albano, E. 2012. *Reproducción sexual del jacinto de agua (Eichhornia crassipes): germinación, anatomía y banco de semillas*. Tesis doctoral. Universidad Extremadura. Badajoz.
- Béguer, M., Bergé, J., Martin, J., Martinet, J., Pauliac, G., Girardin, M., & Boët, P. 2011. Presence of *Palaemon macrodactylus* in a European estuary: evidence for a successful invasion of the Gironde (SW France). *Aquatic Invasions*, 6 (3): 301–318.
- Bejarano Macías, A.; Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M^a. 2011. Aproximación al conocimiento de la flora neófita en la cuenca del Guadiana internacional a su paso por Extremadura (España) Alentejo (Portugal). *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 5-20.
- Bullard, S. G. & Whitlatch, R. B. 2009. In situ growth of the colonial ascidian *Didemnum vexillum* under different environmental conditions. *Aquatic Invasions*, 4 (1): 275-278.
- Capdevilla, L., Iglesias, A., Orueta, J. & Zilleti, B., 2006. *Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo*. Serie Técnica Naturaleza y Parques nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.
- Conard, H.S., 1905. The waterlilies. A monograph of the genus *Nymphaea*. *Publ. Carnegie Inst., Washington*, 4: 54-91, 163-167.

- Directiva Marco del Agua (DMA), 2000. *Directiva 2000/60/CE 23 de octubre de 2000 del Parlamento Europeo. EU Water Framework Directive*. http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html (Consulta 05/2011)
- Doadrio, I. (Coord.), 2007. *La invasión de especies exóticas en los ríos. Estrategia Nacional de restauración de ríos*. Ministerio de Medio Ambiente, Subdirección General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico. Madrid, Julio de 2007.
- García Murillo, P., Fernández Zamudio, R., & Cirujano Bracamonte, S. 2010. *Habitantes del agua Macrófitos*. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- García Murillo, Pablo. 1985. *Nymphaea mexicana* Zuccarini in the Iberian Peninsula. *Aquatic botany*: 44, 407-409
- GBIF, 2011. Global Biodiversity Facility. <http://data.gbif.org>. (Consulta 05/2011)
- Heywood, V.H. 1989. Patterns, extents and modes of invasions by terrestrial plants. Chapter 2. In: J.A. Drake, H.A. Mooney, F. di Castri, R.H. Groves, F.J. Kruger, M. Rejmánek & M. Williamson (Eds). *Biological Invasions: A global perspective*, John Wiley & Son, Chichester.
- ISSG. 2011. Global Invasive Species Database. <http://www.issg.org/database/welcome/>. (Consulta: 24/06/2011)
- Jauzein, P.H., 1998. Bilan des espèces naturalisées en France Méditerranéenne. *Proc. 6th Mediterranean Symposium EWRS*, Montpellier, 18-25.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega S.A.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ediciones Omega S.A.
- Martín, T. 2010. *Azolla filiculoides* Lam. (Azollaceae), integrante de la flora acuática alóctona de Segovia. *Flora Montiberica* 46: 13-18 (X-2010).
- Moya, B.; Hernández, A.E. & Elizalde, H. 2005. Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas*, 37 : 127-132.
- Pardo, I., García, L., Delgado, C., Costas, N. & Abraín, R., 2010. *Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico*. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. 68pp.
- Rivas Goday, S. 1964. *Vegetación y Flórula de la Cuenca Extremeña del Guadiana*. Excma. Dip. Provincial de Badajoz. Madrid 777 pp.
- Ruiz Téllez, T., Martín de Rodrigo López, E., Lorenzo Granado, G., Albano Pérez, A., Morán López, R., and Sánchez Guzmán, J.M., 2008. The Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*: an invasive plant in the Guadiana River Basin (Spain). *Aquatic Invasions*, 3, (1): 42-53
- Sanz-Elorza, M., Dana, E., & Sobrino, E. 2001. Aproximación al listado de plantas alóctonas invasoras reales y potenciales en España. *Lazaroa* 22: 121-131.
- Sanz-Elorza, M., Dana, E.D. & Sobrino, E., eds. 2004. *Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 384 pp
- Velazco Macías, C., Foroughbakhch Pournavab, R., Alvarado Vázquez, M. A. & Alanis Flores, G. J. 2008. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 2(1): 593 – 603.
- Vilà, M.; Valladares, F.; Traveset, A.; Santamaría, L.; & Castro, P. (coord.), 2008. *Invasiones Biológicas*. Colección Divulgación. CSIC., pp 216.
- Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, L.L. Loope, and R. Westbrooks. 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*, 84: 468-478.
- WMS-CHG, 2010. Web Map Service. Bases de datos para SIG, cuencas. Confederación Hidrográfica de Guadiana. <http://www.chguadiana.es/chgwmserver/chgwms> (Consulta 13/08/2011)

Material estudiado

***Nymphaea mexicana* Zucc.**

HS: Badajoz (Ba): Badajoz, proximidades del Puente Real., 8-IX-2011, *M.C. Martínez, M.J. Guerra* (HSS)