

Datos sobre *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (PONTEDERIACEAE)

José Luis Pérez-Chiscano¹ & Francisco María Vázquez Pardo²

¹Pl. Corazón de Jesús, 16. 06700. VILLANUEVA DE LA SERENA (Badajoz, España).

e-mail: perezchiscano@gmail.com

²Unidad de Biodiversidad Vegetal Agraria. CICYTEX-Finca la Orden. Ctra. Madrid-Lisboa, N-V, Km 372. 06187 GUADAJIRA (Badajoz, España).

e-mail: frvazquez50@hotmail.com

Resumen:

Para obtener información botánica de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (*Pontederiaceae*) conocida como Jacinto de agua y Camalote, se han hecho observaciones y estudios de las poblaciones invasoras en el río Guadiana en la provincia de Badajoz (Extremadura, España) donde la planta se ha extendido probablemente al ser arrojada al río o a algunos de sus afluentes, al parecer desde 2003-2004. Se han estudiado las causas de tan rápida difusión con observaciones en campo y estudios en laboratorio. La biología de esta especie ha sido estudiada en otros lugares (y anteriormente en Extremadura), como se refleja en la bibliografía adjunta. La información procede de 18 años de seguimiento.

Pérez-Chiscano, J. L. & Vázquez, F.M. 2020. Datos sobre *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (PONTEDERIACEAE). *Fol. Bot. Extremadurensis*, 14: 15-23.

Palabras claves: biología floral, *Eichhornia crassipes*, ecología, expansión.

Summary:

For botanical information from *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (*Pontederiaceae*) known as Water Hyacinth and Camalote, observations and studies have been made of invasive populations in the Guadiana River in the province of Badajoz (Extremadura, Spain) where the plant has probably spread when it is thrown into the river or some of its tributaries, apparently since 2003-2004. The rapid diffusion causes were studied with field observations and laboratory studies. The biology of this species has been studied elsewhere (and previously in Extremadura), as reflected in the accompanying bibliography. The information of 18 years of follow-up.

Pérez-Chiscano, J. L. & Vázquez F.M. 2020. Data on *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (PONTEDERIACEAE). *Fol. Bot. Extremadurensis*, 14: 15-23.

Key words: *Eichhornia crassipes*, ecology, expansion, floral biology.

Introducción:

El género *Eichhornia* Kunth pertenece a la familia *Ponteriaceae* Kunth y son plantas acuáticas (hidrófitas) principalmente de las zonas tropicales con mayor representación en América Neotropical. El género tiene ocho especies conocidas, cinco son poliploides, clonales y de libre flotación: *E. azurea* (Sw.) Kunth, *E. crassipes* (Mart.) Solms, *E. diversifolia* Urb., *E. heterosperma* Alexander nativas de América y *E. natas* Solms, de África sud-sahariana; y otras tres, erectas no clonales, más o menos anfibias y diploides: *E. meyeri* A.G.Schulz, *E. paniculata* Solms y *E. paradoxa* (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Solms, (Rudall & al., 1995).

En alguna de las especies se presenta la tristilia (*E. crassipes*, *E. azurea* y *E. paniculata*), consistente en tener flores con estilos de distinta longitud (Rudall & al., 1995; Sosenski & al., 2015).



LÁMINA 1.- Aspecto general de una planta florante de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.

E. crassipes es planta invasora y así aparece en el Guadiana desde 2003-2004, convirtiéndose en verdadera plaga y llegando ya a Portugal (Lámina 1). Se presentó la oportunidad de estudiarla directamente en sus diferentes aspectos biológicos y ecológicos.

Material y Métodos:

Se ha estudiado en ríos (Guadiana y algún afluente como el Ruecas) y en recipientes, en condiciones lo más naturales posibles, tenidos en lugares apropiados para estudiar principalmente, sus condiciones vitales como la vertiginosa expansión, la forma de reproducirse, la permanencia latente en invierno, sus caracteres florales como número de flores, época de floración, tiempo de apertura floral, polinización, formación de frutos con semillas, así como tejidos vegetativos en hojas, tallos y raíces.

Se ha consultado la bibliografía que se adjunta para ver los estudios realizados en la especie.

Resultados y Discusión:

Eichhornia crassipes tiene un sistema radicular denso provisto de raíces largas y no ramificadas (raíces secundarias), con numerosos pelos absorbentes, que facilitan la incorporación de agua suficiente para compensar la transpiración de sus grandes y lampiñas hojas con estomas en la cara superior o adaxial, y en la cara inferior o abaxial en casi igual número con una media de $100/\text{mm}^2$ ($n=50$), que producen una intensa evaporación. Debajo, en el mesófilo está en tejidos asimiladores, un parénquima esponjoso y los vasos conductores rodeados de una vaina de células típicas de las plantas con fotosíntesis C_4 , frecuentes en las especies tropicales que impiden la pérdida de CO_2 absorbido en clima calurosos, formando moléculas con 4 carbonos que frenan la salida de este gas, que es conducido a esta vaina envolvente donde se efectúa el ciclo de Calvin-Benson para sintetizar los glúcidos (Lámina 2).

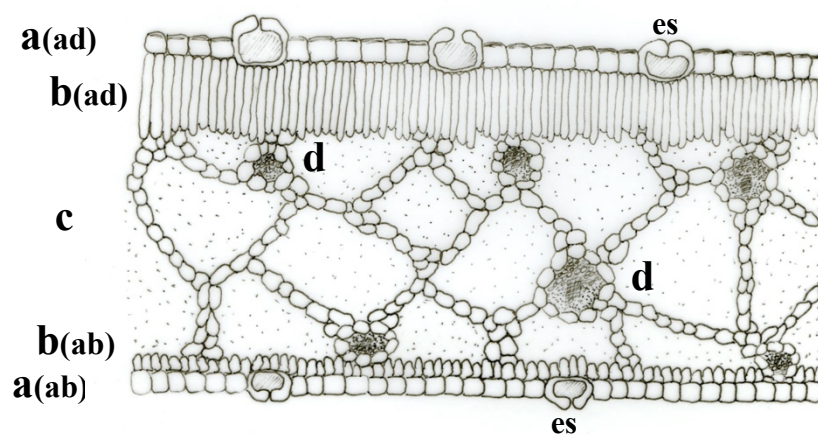


LÁMINA 2.- Corte de la hoja en *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: a): Epidermis con estomas (es) (ad: adaxial; ab: abaxial); b): Parénquima en empalizada asimilador (ad: adaxial; ab: abaxial); c): Mesófilo (Arénquima); d): Haces vasculares de tipo C_4 .

La inflorescencia es una espiga densa con 5-16 flores ($n=100$), que se abren todas a la vez a primeras horas de la mañana, cerrándose a último de la tarde, con una duración media de 10 horas ($n= 80$), pero que al final de la temporada prolongan hasta 36 horas ($n=20$), posiblemente por un fotoperiodo más corto (cuestión a investigar).

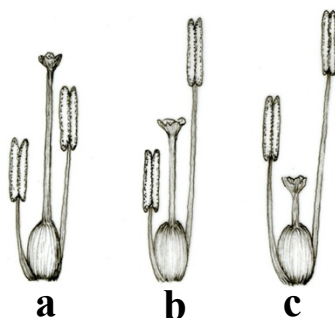


LÁMINA 3.- Distribución del estigma y los estambres en los distintos tipos de flores podemos encontrar en *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: a): Flores longistilas; b): Flores mesostilas; c): Flores brevistilas.

Todas las flores observadas, tanto en campo como las producidas en los estanques son mesostilas (estilo intermedio entre los dos pisos de estambres) y si la mayoría de las muestras son clones (Zhang, 2010) (Lámina 3), todas deben llevar la misma posición del estilo y su mismo genoma.

Estudio del polen:

Los estudios sobre la biología reproductiva de esta especie nos han revelado la existencia de dos elementos que limitarían la reproducción sexual de la especie: a) la presencia de un porcentaje de granos de polen estériles que puede llegar alcanzar 60-80%; y b) la incapacidad de generar tubos polínicos viables (<62%) en los granos de polen fértiles (Bhowmik & Datta, 2012, Anderson & Barrett, 1986). Estos dos aspectos junto con las condiciones óptimas para la germinación y viabilidad del grano de polen durante el proceso de polinización son factores básicos que frenarían o impedirían la reproducción sexual de la especie.

Estudios sobre las condiciones óptimas para la germinación del grano de polen nos indican que la temperatura ideal son los 37°C, con una humedad ambiental por encima del 80%, limitando la germinación los días con exceso de temperatura (>40°C), donde la humedad media en los entorno lacustres se incrementa, pero la excesiva temperatura impide la germinación del polen y su viabilidad; al igual que los días ventosos donde la temperatura y humedad ambiental se reducen y se impide la germinación del grano polínico, haciéndolos inviables (Agharkar & Banerji, 1930; Barret, 1978; Khatun & al., 2006; Bhowmik & Datta, 2012).

Para evaluar la viabilidad de los granos de polen en dos poblaciones silvestres (Guadajira, Torremayor) del río Guadiana en 2019, se utilizó el medio de cultivo y la

técnica utilizada por Bhowmik & al., 2012. Los resultados nos muestran un porcentaje de granos de polen viables en el 9 de Julio de 47%-58% en Guadajira (n=27 flores) y Torremayor (n=34 flores) respectivamente, mientras que el 23 de Agosto se obtuvo un porcentaje de viabilidad que osciló entre 26%-38% en Guadajira (n=37 flores) y Torremayor (n=31 flores) respectivamente (Lámina 4). Datos coincidentes con otros estudios como los de Bhowmik & al. (2012); o Khatum & al. (2006).



LÁMINA 4.- Imagen de granos de polen viables (e) y granos de polen estériles (a, b, c, d) en *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. (barra indica 0,25 μm)

En esas condiciones tan estrechas y con los porcentajes de granos de polen fértil que conocemos en la cuenca del Guadiana la polinización efectiva de *Eichhornia crassipes* se ve limitada y consecuentemente los procesos de fecundación y producción de frutos viables, se desarrollarían en los periodos estivales con temperaturas medias (<38°), carentes de vientos desecantes.

Polinización:

Según investigaciones las plantas tristilas se fecundan con el polen de los estambres de la misma o parecida altura, como se ha comprobado en *Lytrum salicaria* L.; y si esto es cierto para *E. crassipes*, sólo formaría semillas con los estambres más apropiados y entonces la posibilidad de autogamia sería difícil (estaría limitada). En nuestra investigación que se prolonga durante los últimos 15 años y cuenta con un

seguimiento a 2293 flores, sólo 23 formaron frutos (estando todas las flores aisladas de polinizadores) en un 1% que prácticamente excluía la autogamia.

En todos los estudios realizados de biología reproductiva para la especie se han detectado la autocompatibilidad en la especie, habiéndose generado frutos con semillas viables en las flores encapsuladas, donde se limitó la visita de insectos. La polinización cruzada ha sido el modelo con mejores resultados en la producción de frutos como lo ponen de manifiesto los estudios de Barret, 1980 y Ruiz & al., 2008. En todos los casos la producción de frutos por alogamia suponía más de seis veces la producción de frutos por autogamia; reduciéndose el número de semillas viables por cápsula en los frutos de origen autógeno frente a los de origen alógeno (Barret, 1980; Ruiz & al., 2008).

En cuanto a la polinización de *E. crassipes* en Extremadura se ha observado la presencia de *Apis mellifera*. La flor tiene síndrome militófilo y la disposición de los estambres cortos debajo del sépalo interno superior con una vistosa guía del néctar debe atraer a himenópteros (abejas, avispas, ...) (Liu & al., 2013; Ruiz & al., 2008). En Brasil se han observado abejas de probóscide larga (*Anagloscelis gigas* Friese) polinizando a *E. azurea* (especie muy próxima a *E. crassipes*), de la familia Apodidae.

La producción de frutos y semillas:

La producción de frutos en buena parte de los estudios revisados nos pone de manifiesto que sólo un 30% de las flores producen frutos (Rodríguez & al., 2013). Sin embargo, la producción de frutos globalmente no es un dato relevante dentro del sistema reproductivo de la especie, porque el número de semillas que contienen las cápsulas son el verdadero elemento que determina el éxito de la reproducción sexual en *E. crassipes*.

En el seguimiento realizado en el Guadiana desde 2016, se han detectado lugares con 10%-12% de formación de frutos (Mérida (2016, 2018)), 25%-32% de formación de frutos (Torremayor (2018)), a zonas con menos del 4% (Valdefuentes (2016, 2017)). La disparidad de resultados y su contraste permite entender que la formación de frutos depende de los condicionantes ambientales previamente expuestos y coinciden con resultados previos para la especie en diferentes zonas donde se comporta como invasora (Nilo (Tag el Seed & Obeid, 1975); Paraná (Lallana & Marta, 1980); Orinoco (Rodríguez & al., 2013)).

Los resultados son muy dispares en el número de semillas contenidos en cada cápsula, llegándose a encontrar cápsulas con cerca de 700 semillas. Lo más habitual en los frutos de *E. crassipes* es encontrar entre 1-11 semillas viables (87% de los casos), en menor medida se pueden alcanzar frutos con hasta 100 semillas que supondrían el 98% de los frutos, mientras que escasamente el 2% puede superar el centenar de semillas por cápsula (Mulcahy, 1975; Lallana & Marta, 1980; Khatun & al., 2006; Rodríguez & al., 2013).

Habitualmente la producción de semillas no es la causa fundamental de la dispersión y modelo de colonización de la especie en la mayoría de los espacios que ha

invadido en todo el mundo y por esta vía se ha contabilizado menos del 2% del impacto de la colonización por efecto de la reproducción sexual (Penfound & al., 1948; Khatun & al., 2006).

Se observa que cuando las flores se cierran el tallo florífero se dobla hacia abajo para entrar en el agua. Esto lo interpretamos como que al madurar las semillas y abrirse los frutos (cápsulas), éstas están en un medio donde pueden flotar y vivir algún tiempo mientras son arrastradas por la corriente. Todo ello posible por la estructura de la esclerotesta con protuberancias longitudinales con pequeños salientes para ser mejor arrastradas por el agua (Albano & al., 2015).

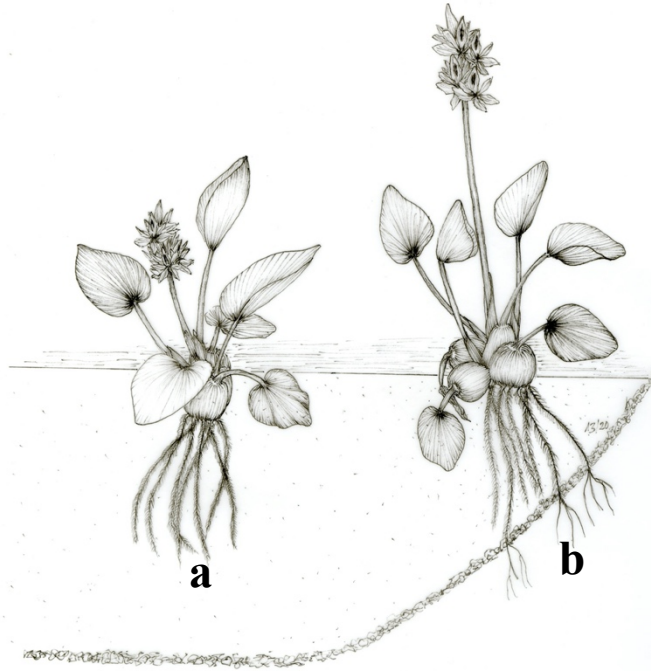


LÁMINA 5.- Plantas flotantes en aguas libres (a) y enraizadas en aguas de orillas (b). Cuando la planta se inmoviliza en remansos de aguas someras, los pecíolos son lisos sin abultamientos y las inflorescencias sobrepasan las hojas.

En cuanto a enemigos naturales no parece tenerlos en el Guadiana. En Brasil, dos coleópteros curculiónidos, *Neochetina cichhorniae* y *N. bruchi*, de sólo 3,5 mm de longitud, se alimentan de las hojas de *Eichhornia crassipes* y al parecer sus larvas son destructoras eficaces (Jayanth, 1988), habiéndose empleado con éxito en el lago africano Victoria, donde había invadido la planta (Alves dos Santos, 1999). Podría pensarse en poder combatir de esta manera biológica a la planta en Extremadura.

La planta no es tóxica y es consumida por animales folívoros acuáticos como el manatí (*Trichechus* sp.) y el capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en América, elefantes tanto africano (*Loxodonta africana*) como asiático (*Elephas maximus*). Aquí se podría aprovechar como alimento para nuestros animales domésticos (Albano & al., 2015).

Como todos conocemos, *E. crassipes* es una gran plaga de nuestras aguas, difícil de erradicar, al permanecer inactiva dentro del agua durante el invierno, siendo difícilmente detectable. También sus semillas son muy resistentes, y al parecer tienen una larga dormancia (inactivas sin germinar), y la posibilidad de activarse en primavera en aguas contaminadas (Jones, 2018; Lavarda, 2010), tanto por los restos de abonos N y P (Lavarda, 2010) e insecticidas y herbicidas, que es el caso del Guadiana, siendo finalmente arrastrada por la corriente debido a su alta reproducción vegetativa y a su elevada flotabilidad.

Bibliografía:

- Agharkar, S.P. & Banerji, I. 1930. Studies in the pollination and seed formation of water-hyacinth (*Eichhornia speciosa* Kunth). *Agric. J. India* 25: 286-296.
- Albano Pérez, E.; Ruiz Téllez, T.; Ramos Maqueda, S.; Casero Linares, P.J.; Vázquez Pardo, F.M.; Rodríguez Medina, P.L.; Labrador Moreno, J.; López Gallego, F.; González Cortés, J. & Sánchez Guzmán, J.M. 2015. Seed germination and risks of using the invasive plant *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laub. (water hyacinth) for composting, ovine feeding and biogas production. *Acta Botanica Gallica (Bot. Letters)*, 162(3): 203-214.
- Alves-dos-Santos, I. 1999. Aspectos morfológicos e comportamentais dos machos de *Ancyloscelis latreille* (Anthophoridae, Apoidea). *Rev. Bras. Zool.*, 16(2): 37-43. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751999000600005>.
- Anderson, J.M. & Barrett, S.C.H. 1986. Pollen tube growth in tristylous *Pontederia cordata* (Pontederiaceae). *Can. J. Bot.*, 64: 2602-2607.
- Barret, S.C.H. 1980. Sexual reproduction in *Eichhornia crassipes* (water hyacinth) fertility of clons of several regions. *J. Appl. Ecol.*, 7(1): 101-112.
- Barrett, S.C.H. 1978. Floral biology of *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae). *Aquat. Bot.*, 5: 217-228.
- Bhowmik, S. & Datta, B. K. 2012. In Vitro Pollen Germination of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: An Insight into its Preferred Mode of Clonal Reproduction. *Notulae Scientia Biologicae*, 4(2): 65-71. DOI: 10.15835/nsb427419
- Jayanth, K.P. 1988. Successful biological control of water hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) by *Neochetina eichhorniae* (Coleoptera: curculionidae) in Bangalore, India. *Tropical Pest Management*, 34(3): 263-266, DOI: 10.1080/09670878809371254
- Jones, J.L.; Jenkins, R.O. & Haris, P.I. 2018. Extending the geographic reach of the water hyacinth plant in removal of heavy metals from a temperate Northern Hemisphere river. *Sci Rep.*, 8: 11071. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29387-6>.
- Khatun, K.; Islamb, A.S. & Majida, F.Z. 2006. Comparative Study of Pollen Grains and Development of Seed in Both Long and Short Petioled Forms of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.*, 41(3-4), 189-202.
- Lallana, V.H., Marta, M. 1980. Biología floral de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, en el río Paraná medio. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 11(1-2): 73-81.
- Lavarda, F.L. 2010. *Estudo do Potencial de Bioissorção dos Íons Cd (II), Cu (II) e Zn (II) pela Macrófita Eichhornia crassipes*. Universidade Est. Do Oeste do Paraná (Brasil) Tesis. Toledo (Brasil) 114 pp.
- Liu, W.; Wang, Y.; Chen, Q. & Yu, S. 2013. Pollination of invasive *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) by the introduced honeybee (*Apis mellifera* L.) in South China. *Plant Systematics and Evolution* 299(5) DOI: 10.1007/s00606-013-0764-3
- Mulcahy, D.L. 1975. The Reproductive Biology of *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 102(1): 18-21.
- Penfound, W.T. & Earle, T.T. 1948. The Biology of the Water Hyacinth. *Ecological Monographs*, 18(4): 447-472.
- Rodríguez, J.C.; Chire, M.; Rodríguez, S. & Guilarte, A. 2013. Crecimiento y potencial reproductivo de la bora (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) (Pontederiaceae) en algunas lagunas de la planicie de inundación del tramo medio, río Orinoco, Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente*, [Venezuela], 25(2): 142-150.

- Rudall, P. J.; Cribb, P.J.; Cutler, D.F.; & Humphries, C.J. 1995. Monocotyledons: Systematics and Evolution: 2-Volume. Royal Botanic Gardens Kew. London. 750 pp.
- Ruiz Téllez, T.; Martín de Rodrigo López, E.; Lorenzo Granado, G.; Albano Pérez, E.; Muñoz Rodríguez, A. & Sánchez Guzmán, J.M. 2008. Biology and reproduction of the water hyacinth in the River Guadiana (Badajoz, Spain). *How to manage Invasive Alien Plants: The case studies of Eichhornia crassipes and E. azurea*. Póster.
- Sosenski, P.; Fornoni, J. & Dominguez, C.A. 2015. ¿Es la disolución evolutiva de la tristilia un proceso frecuente?. *Bot. sci.*, vol.93(3): 419-428. <https://doi.org/10.17129/botsci.2015>.
- Tag el Seed, M.; Obeid, M. 1975. Sexual reproduction of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in the Nile. *Weed Research*, 15(1): 7-12.
- Zhang, Y.Y.; Zhang, D.Y. & Barrett, S.C.H. 2010. Genetic uniformity characterizes the invasive spread of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), a clonal aquatic plant. *Molecular Ecology*, 19(9):1774-86. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04609.