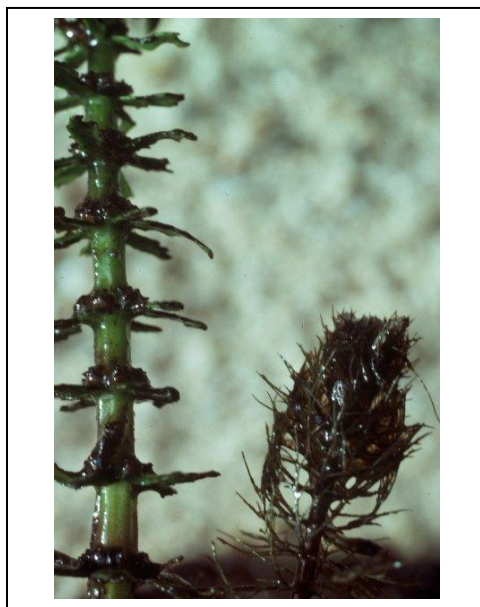


***Myriophyllum heterophyllum* Michx., 1803**

Fuente: Tropicos, Jessie Harris, (Tropicos, 2021).

*Myriophyllum heterophyllum* es una planta acuática perenne, nativa de Norteamérica (EPPO, 2016; Gross *et al.*, 2020). Considerada como especie invasora en Europa y parte del noreste de Estados Unidos (EPPO, 2016). En México es nativa de casi todo el país con excepción del noreste y de la península de Baja (POWO, 2021). Se reproduce por semillas y pequeños fragmentos de tallo. Puede crecer en un amplio rango de condiciones físicas y químicas, tolera altas y bajas temperaturas (EPPO, 2016). Su principal ruta de introducción ha sido como planta ornamental para acuarios y estanques (EPPO, 2016) de donde pueden ocurrir liberaciones accidentales o escapes (Thum *et al.*, 2010; Gross *et al.*, 2020). Esta especie provoca impactos negativos en actividades recreativas como la pesca y natación. Por otro lado, las densas matas de *M. heterophyllum* reducen la luz, afectan la calidad del agua reduciendo los niveles de oxígeno, modifica el pH del agua incrementando el estrés para las poblaciones de peces y reduce el hábitat para otras especies de macrófitos. Es capaz de hibridar con otras especies del mismo género y compite con especies nativas (EPPO, 2016).

**Información taxonómica**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Reino:             | Plantae  |
| Phylum:            | Tracheophyta                                   |
| Clase:             | Equisetopsida                                  |
| Orden:             | Saxifragales                                   |
| Familia:           | Haloragaceae                                   |
| Género:            | <i>Myriophyllum</i>                            |
| Nombre científico: | <i>Myriophyllum heterophyllum</i> Michx., 1803 |

**Nombre común:** colas de caballo (Naturalista, 2021); Two-Leaf Water-Milfoil, twoleaf watermilfoil (Red de herbarios del noroeste de México, 2021).

**Sinónimos:** *Myriophyllum mexicanum* S.Watson (POWO, 2021).

**Categoría de riesgo:** Muy alto

**Valor de invasividad:** 0.5273

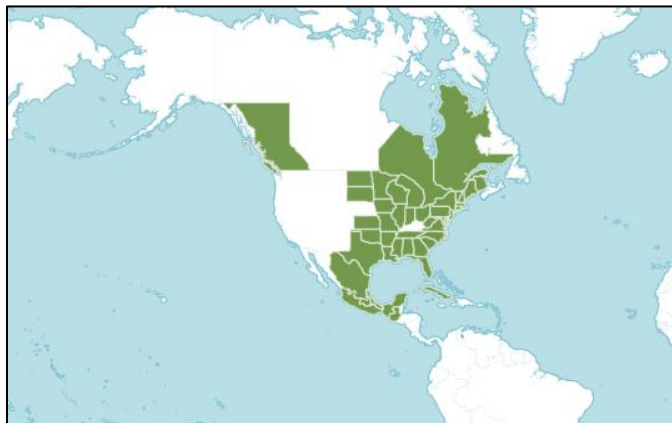
### Descripción de la especie

Planta acuática perenne. Tallo mayormente sumergido, 3 mm de grosor, entrenudos de menos de 1.5 cm de largo. Hojas en verticilos (4-6), hojas sumergidas (2- 5 cm de largo), pinnadas con siete a diez divisiones por lado; hojas sumergidas (0.4-0.3 cm de largo, 1-5 mm de ancho) con forma de lanza, cuchara o elípticas, no son dentadas y son firmes. Monoica; flores en espiga, salen por encima de la superficie del agua, las flores masculinas salen cerca de la punta de la inflorescencia; brácteas más del doble de largas que las flores masculinas; flores sin pedúnculos, verdes, pequeñas, cuatrimpartitas. Fruto: un racimo con forma de nuez de cuatro lóbulos profundos, de 1 a 1,5 mm de ancho, casi esférico, ligeramente verrugoso. Tiene brotes de invierno que surgen en la base del tallo o en rizomas. Florece a finales de junio y hasta agosto. Se encuentra en estanques y lagos tranquilos, generalmente calcáreos (SEINet, 2021).

### Distribución original

Nativa de México (Centro, Golfo, Noreste, Sureste y Suroeste del país) este de Canadá (New Brunswick, Ontario, Quebec) y este de Estados Unidos (POWO, 2021; Gross *et al.*, 2020; EPPO, 2016).

**Estatus:** Nativa de México.



Distribución nativa de *Myriophyllum heterophyllum* (POWO, 2021)

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

La parte de México en la que la especie no es nativa tiene el mismo tipo de climas que las zonas en las que es nativa (SEMARNAT, 2021; POWO, 2021).

### **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

*M. heterophyllum* está registrada en la lista de especies invasoras de la Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas (EPPO, 2014). El análisis de riesgo de esta especie para los países miembros de la EPPO la cataloga como una especie de riesgo alto, se sugiere incluirla en la lista de especies cuarentenarias. Se ha introducido en Austria, Bélgica, Francia, Alemania, Hungría, Países bajos, España, Suiza, China, Guatemala (EPPO, 2016). En algunos estados del noreste de Estados Unidos es considerada una especie invasora (EPPO, 2016) debido a su capacidad de dispersión rápida y los costos ambientales y económicos elevados que resultan de su invasión (Gross *et al.*, 2020).

### **2. Relación con taxones cercanos invasores**

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.

*Myriophyllum aquaticum* es una especie nativa de Sudamérica, considerada como exótica invasora de alto riesgo para Australia (PIER, 2017), Gran Bretaña y el Pacífico (PIER, 2011a). En Irlanda esta especie presenta riesgo moderado; es considerada especie invasora en Zambia, Estados Unidos y Reino Unido. En México es considerada una especie exótica invasora de riesgo alto. Esta especie es capaz de obstruir el flujo de agua, altera las características físicas y químicas del agua alterando el equilibrio del ecosistema y afecta a la biodiversidad desplazando a las especies nativas (CONABIO, 2017).

*Myriophyllum spicatum* es nativa de Eurasia (PIER, 2011b) capaz de colonizar cuerpos de agua creando una densa cobertura, disminuyendo el hábitat y recursos alimenticios para aves y peces, además de que disminuye los niveles de oxígeno (GISD, 2021). Es considerada una especie invasora en Australia y Estados Unidos (PIER, 2011b).

### **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).

**Alto:** Evidencia de que la especie puede transportar especies dañinas para varias especies silvestres o de importancia económica. Daños a poblaciones de especies nativas en toda su área de distribución.

En Nebraska se encontró la presencia de tres cianotoxinas en reservorios en donde las especies de *Myriophyllum* estaban presentes, incluyendo a *M. heterophyllum*, lo anterior, sugiere que las macrofitas fueron colonizadas por cianobacterias epífitas, es probable que estos componentes no afecten a la especie huésped, pero estas plantas pueden ser tóxicas para los animales que se alimenten de ellas (Al-Sammak *et al.*, 2014).

### **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.



**Alto:** Evidencia de que la especie tiene una alta demanda o tiene la posibilidad de entrar al país (o a nuevas zonas) por una o más vías; el número de individuos que se introducen es considerable; hay pocos individuos con una alta frecuencia de introducción o se utiliza para actividades que fomentan su dispersión o escape. Las medidas para evitar su entrada son poco conocidas o poco efectivas.

*M. heterophyllum* ha sido introducida en los países miembros de la EPPO como planta ornamental para acuarios y estanques (EPPO, 2016) de donde pueden ocurrir liberaciones accidentales o escapes (Thum *et al.*, 2010; Gross *et al.*, 2020). Esta especie ha sido comercializada en Europa con nombres incorrectos o sinonimias (Gross *et al.*, 2020). La especie ha sido introducida en 10 países, y es considerada como traslocada en el noreste de Estados Unidos (EPPO, 2016). En México no se ha encontrado evidencia de su venta a través de internet, sin embargo, otras especies de *Myriophyllum* si son comercializadas por esta ruta (Mercado Libre, 2021).

## 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 traslocadas se debe evaluar el riesgo de establecimiento en nuevos sitios donde no se han reportado previamente.

**Alto:** Evidencia de que al menos una población de la especie se ha establecido exitosamente y es autosuficiente fuera de su rango de distribución conocido. Especies con cualquier tipo de reproducción, especies que presenten cuidado parental, especies que presenten estrategia r. Las medidas de mitigación para evitar su establecimiento son poco conocidas o poco efectivas.

La especie está establecida en Austria, Bélgica (1993), Francia (2011), Alemania (1960), Hungría, Países Bajos (1999), España y Suiza. Se reproduce por semillas y pequeños fragmentos de tallo que contienen al menos un nodo (1 cm), este tipo de estrategia reproductiva ha resultado en el éxito del establecimiento de esta especie en Europa (EPPO, 2016). *M. heterophyllum* puede crecer en un amplio rango de condiciones físicas y químicas, tolera altas y bajas temperaturas (EPPO, 2016).

En cuanto a las medidas de control y erradicación, puede aplicarse el control mecánico, este consiste en arrancar las plantas y eliminar la biomasa, el momento indicado para implementar este tipo de control es en otoño, para proteger a las

macrófitas nativas y eliminar la competencia. Otra técnica sugerida para el género *Myriophyllum* es el control biológico, se han utilizado adultos y larvas de insectos acuáticos, bacterias, hongos y virus, sin embargo, no se ha demostrado especificidad, por lo que hacen falta más estudios. Por otro lado, el uso de control químico ha sido evaluado, aunque con éxito limitado (Gross *et al.*, 2020). Es importante que antes de aplicar cualquier método de control se analice el caso, el área y se obtengan los permisos necesarios.

## **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.

**Alto:** Evidencia de que la especie es capaz de establecer nuevas poblaciones viables lejos de la población original. Las medidas de mitigación son poco conocidas o poco efectivas.

Su principal estrategia de reproducción es a través de la fragmentación de los tallos, esta fragmentación ocurre de manera natural por la acción de las olas o por actividades en barcos (Kimball, 1981). Los fragmentos pueden ser dispersados por las corrientes y los equipos de deportes acuáticos (Gross *et al.*, 2020).

Para evitar la dispersión, se ha recomendado la incorporación a reglamentos que prohíban su uso comercial. También se han usado campañas de ciencia ciudadana para concientizar y reducir la propagación de ésta y otras especies acuáticas, por ejemplo, en Estados Unidos, Nueva Zelanda, Reino Unido y Canadá se implementaron las campañas "Stop Aquatic Hitchhikers" y "Clean, Check and Dry" (Gross *et al.*, 2020).

## **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.).

**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.

**Alto:** Existe evidencia de que la especie provoca o puede provocar daño considerable en alguna parte del proceso productivo; puede afectar tanto el área como el volumen de producción. Los costos de las medidas de control y contención son elevados.

El crecimiento de esta especie en cuerpos de agua afecta actividades recreativas como la pesca y natación, además de que resta al valor estético de los cuerpos de agua, por ejemplo, en Estados Unidos los precios de las casas que se encuentran cercanas a lagos infestados de *M. heterophyllum* han disminuido su precio entre 20-40% (Halstead et al., 2003 en EPPO, 2016). Por otro lado, la presencia de esta especie puede obstruir los cuerpos de agua disminuyendo el caudal y causando una disminución en los servicios como disponibilidad de agua potable y energía eléctrica (EPPO, 2016).

## **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.

Las densas matas de *M. heterophyllum* reducen la luz, afectan la calidad del agua reduciendo los niveles de oxígeno, modifica el pH del agua incrementando el estrés para las poblaciones de peces y reduce el hábitat para otras especies de macrófitos. La presencia de esta especie disminuye la turbidez del agua, esta retención de sedimentos puede impedir los ciclos de vida de los niveles tróficos más altos (EPPO, 2016).

## **10. Impactos a la biodiversidad**

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

**Alto:** Existe evidencia de que la especie tiene alta probabilidad de producir descendencia fértil por hibridación o provoca cambios reversibles a largo plazo (> de 20 años) a la comunidad (cambios en las redes tróficas, competencia por alimento y espacio, cambios conductuales) o causa afectaciones negativas en el tamaño de las poblaciones nativas.

*M. heterophyllum* hibrida con *M. laxum* y *M. hippuroides*, en Estados Unidos hibrida con *M. pinnatum*, el híbrido resultante es *M. heterophyllum* x *pinnatum* y es considerado agresivo, produce más biomasa, es más grande y más ramificado (Gross, et al., 2020). Se cree que debido al número de especies que actualmente son comercializadas la hibridación podría tener como consecuencia especies invasoras más agresivas (EPPO, 2016).

Por otro lado, tiene efectos negativos en interacción depredador- presa entre peces, esto es debido a que impide la depredación albergando a los peces presa y cubre las áreas de desove (EPPO, 2016). Además, se ha observado en las zonas invadidas es una especie dominante que compite con especies nativas (EPPO, 2015).

## REFERENCIAS

Al-Sammak, M.A., Hoagland, K.D., Cassada, D. & Snow, D.D. 2014. Co-occurrence of the cyanotoxins BMAA, DABA and anatoxin-a in Nebraska reservoirs, fish, and aquatic plants. *Toxins* (Basel). 6(2):488-508. doi: 10.3390/toxins6020488.

CONABIO. 2017. Análisis de riesgo rápido de *Myriophyllum aquaticum*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CDMX.

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2014. PM 9/19 (1) Invasive alien aquatic plants. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 44 (3): 457–471.

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2015. Pest risk analysis for *Myriophyllum heterophyllum*. EPPO, Paris. Consultado en febrero 2021 en [http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest\\_Risk\\_Analysis/PRA\\_intro.htm](http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRA_intro.htm)

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2016. *Myriophyllum heterophyllum* Michaux. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 46 (1), 20–24.

GISD (Global Invasive Species Database). 2021. *Myriophyllum aquaticum*. Consultado en febrero 2021 en <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Myriophyllum+spicatum>



Gross, E., Héléne, G., Pestelard, C. & Hussner, A. 2020. Ecology and Environmental Impact of *Myriophyllum heterophyllum*, an Aggressive Invader in European Waterways. Diversity. 12, 127; doi:10.3390/d12040127

Invasive Species in Belgium. 2021. *Myriophyllum heterophyllum*. Consultado en febrero de 2021 en <https://ias.biodiversity.be/species/show/117>

Kimball, K. D. 1981. The ecology of a submersed macrophyte, *Myriophyllum heterophyllum*: competition for nutrients with phytoplankton and seasonal changes in tissue mineral content. Doctoral Dissertations University of New Hampshire. Consultado en febrero 2021 en <https://core.ac.uk/download/pdf/215518948.pdf>

Naturalista. 2021. Colas de Caballo (*Myriophyllum heterophyllum*). Consultado en febrero de 2021 en <https://www.naturalista.mx/taxa/165603-Myriophyllum-heterophyllum>

PIER. 2011a. *Myriophyllum aquaticum*. Consultado en febrero 2021 en [http://www.hear.org/pier/wra/pacific/Myriophyllum\\_aquaticum.pdf](http://www.hear.org/pier/wra/pacific/Myriophyllum_aquaticum.pdf)

PIER. 2011b. *Myriophyllum spicatum*. Consultado en febrero 2021 en [http://www.hear.org/pier/species/myriophyllum\\_spicatum.htm](http://www.hear.org/pier/species/myriophyllum_spicatum.htm)

PIER. 2017. *Myriophyllum aquaticum*. Consultado en febrero 2021 en <http://www.hear.org/pier/wra/australia/myaqu-wra.htm>

POWO, 2021. Plants of the World Online. Consultado en septiembre 2021 en <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:430415-1>

Red de Herbarios del Noroeste de México. 2021. *Myriophyllum heterophyllum* Michx. Consultado en febrero de 2021 en <https://herbanwmex.net/portal/taxa/index.php?taxon=18447&clid=#>

SEMARNAT, 2021. Atlas digital geográfico. Consultado septiembre 2021 en [http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm\\_climas.html](http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm_climas.html)

SEINet. 2021. *Myriophyllum heterophyllum*. Consultado en febrero de 2021 en 2021 en <https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?taxon=18447&clid=2946>

Thum, R., Zuellig, M., Johnson, R., Moody, M. & Vossbrinck, C. 2010. Molecular markers reconstruct the invasion history of variable leaf watermilfoil (*Myriophyllum heterophyllum*) and distinguish it from closely related species. Biological Invasions. DOI 10.1007/s10530-010-9927-0

Tropicos. 2021. *Myriophyllum heterophyllum*. Consultado en febrero de 2021 en <http://legacy.tropicos.org/Image/100782838>