

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO(A) EN BIOLOGÍA

**Enriquecimiento del Sistema de Información sobre
Especies Invasoras (SIEI).**

QUE PRESENTA EL ALUMNO

Alexis Israel Carrasco Espinosa

Matrícula: 2152032910

ASESORES:

Dr. Jordan Kyril Golubov Figueroa

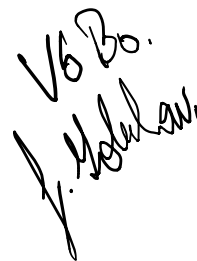
No. Económico: 28799

Asesor interno


M.A.P. Sheila Escalante Espinosa

Cédula No: 3971729

Asesor externo

V6 Bo.


México, D.F.

Fecha

II. Lugar y periodo de realización

El servicio social se realizó del 17 de Febrero del 2020 al 17 de Agosto del 2020 en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En la Dirección general de análisis y prioridades: Subcoordinación de especies invasoras.

La CONABIO se encuentra ubicada en la Liga Periférico-Insurgentes Sur No. 4903, Parques del Pedregal, 14010 Tlalpan, CDMX.



III. Unidad, División y Licenciatura que cursa o haya cursado

Unidad: Xochimilco

División: Ciencias Biológicas y de la salud

Licenciatura: Biología

VI. Introducción

Actualmente, la biodiversidad y los ecosistemas del país sufren de un profundo impacto antropogénico que se ha acelerado durante los siglos XIX y XX, y se ha agudizado a partir de 1950. Las tendencias de cambio en la biodiversidad están ancladas en cambios sociales, económicos y políticos, entre los que incluimos los cambios en la cobertura de y uso de suelo, la sobreexplotación de organismos, el cambio climático antropogénico, el aumento de productos contaminantes y la introducción de especies exóticas invasoras (CONABIO, 2009). Estas últimas son especies o poblaciones que no son nativas, se encuentran fuera de su rango de distribución natural, son capaces de sobrevivir, reproducirse y establecerse en un hábitat y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía y la salud pública (LGEEPA, 2010). Los costos asociados a las EEI a nivel mundial son muy grandes, se estiman en un total de US\$ 336 billones por año. En cuanto al control de las mismas es de más de US\$ 30 billones por año, la mayoría asociados al control en la agricultura (Pimentel, 1997).

Las especies exóticas se encuentran bien representadas en el árbol de la vida, hay ejemplos en todos los grupos taxonómicos. Los mecanismos por los cuales pueden afectar a especies nativas son muy variados como la hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, alteración del hábitat, desplazamiento de especies nativas, alteración de la estructura de los niveles tróficos, transferencia de patógenos e introducción de enfermedades (Pimentel et al., 2001; Goldburg y Triplett, 1997; Krueger y May, 1991).

Una herramienta que puede funcionar para justificar la exclusión de las especies invasoras y evaluar los posibles impactos que tendrían estas especies de establecerse son las evaluaciones de riesgo. Las evaluaciones cuantifican las consecuencias de la introducción y la probabilidad del establecimiento de una especie exótica utilizando información con una base científica. Los resultados de una evaluación de riesgo pueden ser utilizados para tomar decisiones y saber si se deben tomar medidas y de qué tipo. Estas evaluaciones también funcionan para establecer prioridades para el uso de recursos y tiempo, sobre todo tomando en cuenta si existen varias especies que representan una amenaza. El proceso de una evaluación de riesgo y sus resultados pueden servir para obtener el apoyo del público interesado y los fondos necesarios para la exclusión o erradicación de especies invasoras (FAO, 2007; Wittenberg y Cock, 2001).

La cuantificación del riesgo que puede tener una especie exótica invasora se compone de dos partes: 1) La probabilidad de que ocurra el establecimiento y propagación de la EEI y 2) Las consecuencias (ecológicas, sociales y/o de salud) del establecimiento y propagación.

Cada componente se subdivide en diversas preguntas que son:

Componente 1): a. Origen de la introducción: ¿Por qué medio puede introducirse el organismo? b. Potencial de ingreso: ¿El organismo puede ser liberado en la ruta de introducción y sobrevivir? c. Potencial de colonización: ¿El organismo tiene los recursos alimenticios necesarios y factores ambientales apropiados para desarrollarse? d. Potencial de propagación: ¿Qué capacidad de dispersión tiene el organismo? ¿Qué medios naturales o artificiales favorecen la propagación? Componente 2): a. Potencial de impacto económico:

Una vez establecido el organismo ¿Qué organismos nativos de importancia comercial está afectado o qué servicios del ecosistema de importancia económica afecta? b. Potencial de impacto ambiental: ¿Qué impacto ocasiona sobre la biodiversidad nativa y qué efectos ocasiona en el entorno humano? c. Potencial de impacto socio-cultural: ¿Qué efectos ha ocasionado en la cultura como mascota, producto comercial, acuacultura, pesca comercial? (Orr y Fischer, 2009).

El proceso de una invasión biológica pasa por diferentes estados que son transporte, introducción, establecimiento y dispersión (Robertson et al., 2020). Dentro de los primeros estados existen 3 mecanismos por los cuales las especies invasoras pueden ser introducidas: la importación de un producto, la llegada de un vector de transporte o la propagación natural desde una región vecina, donde la especie exótica ya está establecida. La ruta mediante la cual la especie es introducida en una nueva localidad se conoce como vía, que es el medio por el cual la especie es introducida fuera de su rango natural de distribución. Las vías pueden dividirse en dos grandes grupos: aquellas vías naturales como el viento o las corrientes y las artificiales que son creadas por el ser humano (Hulme, 2008).

En México existen más de 1,100 especies exóticas de las cuales 200 están bajo monitoreo por diversas autoridades, debido a que causan múltiples impactos si logran establecerse dentro del país (CONABIO, 2020). De las más de 1,100 especies exóticas, hay 348 consideradas como especies invasoras de acuerdo a los análisis de riesgo para México. A partir de los criterios y el análisis de las especies consideradas como exóticas invasoras se publica el acuerdo por el que se determina la lista de especies exóticas para el país que publicó la SEMARNAT que utiliza una metodología estandarizada para evaluar cuantitativamente el grado de riesgo que tiene una especie (CONABIO, 2020; SEMARNAT, 2020).

Dado que hay un déficit importante entre las especies exóticas conocidas y las evaluadas, es que se necesita un esfuerzo constante para evaluar las especies restantes y actualizar las ya evaluadas. Las actividades del servicio social fueron encaminadas a captura de información sobre especies invasoras para su disponibilidad y con la misma información identificar a las especies que representen un mayor riesgo en diferentes sectores económicos, sociales, ambientales y a la salud pública usando un método de evaluación estandarizado y desarrollado para México.

VII. Objetivos generales y específicos

Contribuir al enriquecimiento y desarrollo del Sistema de Información sobre Especies Invasoras (SIEI) de la CONABIO a través de la búsqueda de datos y la captura de información de fichas de especies invasoras en la plataforma de información de especies de la CONABIO.

- 1) Identificar al ambiente en el que las EEI completan su ciclo de vida y documentar las fuentes de información y asignar nombres comunes utilizados a nivel mundial a las EEI de mayor interés.

- 2) Evaluar el riesgo de tres especies de EEI usando la metodología elaborada por CONABIO.
- 3) Evaluar las vías de introducción de EEI usando criterios establecidos e integrando la base de datos sobre EEI.

VIII. Metodología utilizada

Búsqueda y captura de información de especies para el sistema de información de Especies Invasoras de la CONABIO

Para esta actividad la Dra. Ana Isabel González, proporcionó una base de datos en Microsoft Access del SIEI que contenía un total de 1,789 especies de varios grupos taxonómicos, entre los que se encontraban animales, plantas, protoctistas, hongos, procariontes y virus. La base de datos se construyó a partir del sistema de información sobre biodiversidad de México albergado en CONABIO (<https://www.snib.mx/>). Se realizó una búsqueda en internet en artículos científicos o páginas de internet sobre el ambiente en el que habitan estas especies y se vació en una columna de nombre “ambiente”, asignándole a cada especie una categoría que podía ser terrestre, marina, dulceacuícola, parásito/terrestre, parásito/dulceacuícola, parásito/marino y salobre (Figura 1). En una segunda columna de información se colocó la referencia bibliográfica utilizada. La base se trabajó en principio en modalidad presencial y posteriormente en modalidad a distancia por razones de salud pública. Se capturó la información de los ambientes de todas las especies de la base con su respectiva referencia.

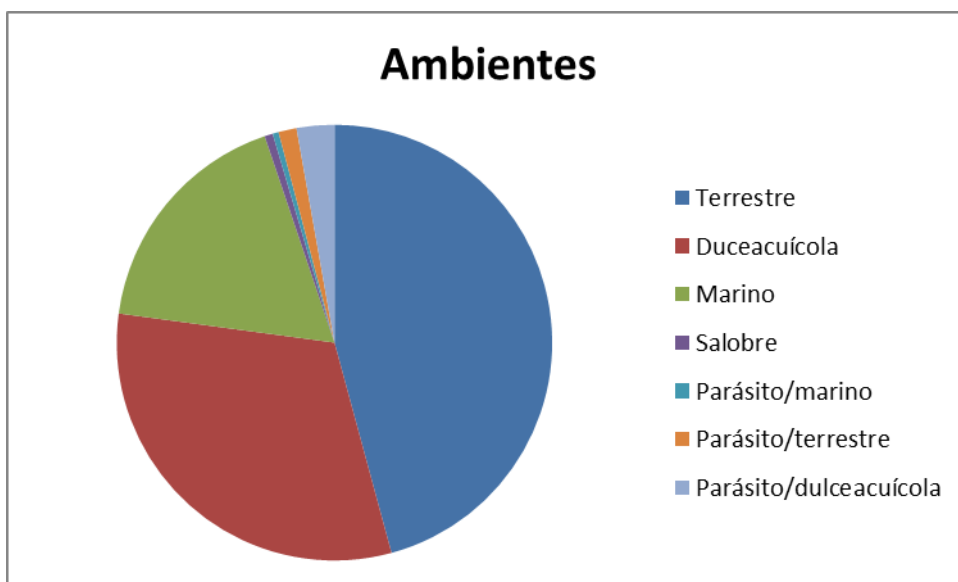


Figura1. Ambientes encontrados en referencias bibliográficas para 1,789 especies de la base de datos del SIEI en CONABIO.

Por otra parte, se trabajó sobre una segunda base de datos que contenía un total de 245 especies de animales, insectos, reptiles y plantas con su nombre científico. Este subconjunto de especies corresponde los que se encuentran catalogados como de importancia dentro del sistema de evaluación de CONABIO. Se realizó una búsqueda en artículos científicos o páginas web sobre el o los nombres comunes con los que se denominaba a cada especie y se colocaba la información en una columna llamada “nombre común”. Si era el caso de encontrar diversos nombres comunes en una especie estos se separaban por comas dentro de una misma celda. En otra columna se colocaba la referencia bibliográfica de la información utilizada en formato APA. Se capturaron los nombres comunes de todas las especies contenida en la base de datos

Captura de referencias bibliográficas

En una tercera base de datos proporcionada por la Dra. Ana Isabel Gonzalez se realizó solamente la captura de referencias bibliográficas de diversos artículos científicos, notas periodísticas y libros en inglés, español, francés y portugués. Estas referencias se capturaron en español en formato APA en una base de datos en Excel. La base estaba estructurada en columnas entre las que se encontraba el año de la publicación, la cita completa en formato APA, la cita corta que solo contiene el autor y el año y una última columna que contiene el nombre del pdf de cada documento. Se capturaron un total de 582 referencias.

Apoyo con búsqueda de información para evaluación de riesgo y opiniones técnicas de especies invasoras.

Se trabajó de acuerdo a la Metodología de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas, cuyo fundamento se puede revisar en el Anexo 1. La metodología corresponde a un sistema de análisis multicriterio desarrollado en la CONABIO y se usa como guía rápida de evaluación de especies exóticas invasoras principalmente prefontera, aunque se aplica también para especies ya presentes en México.

Se apoyó a responder las preguntas y llenar los datos generales en MERI de 3 especies: *Centaurea solstitialis*, *Epipremnum pinnatum* y *Vicia villosa*, que pertenecen a las más de 1100 especies exóticas que requieren de una evaluación de riesgo.

En cada una de las MERI se llenaron los apartados de información general y se respondieron las 10 preguntas, utilizando información procedente de artículos científicos y páginas de internet como CABI, sinavimo, gbif, etc. y se le asignó un valor a cada pregunta (Ver Anexo 1) y otro de acuerdo a la incertidumbre de la información (Anexo 1).

En la parte final de la MERI se colocaron todas las referencias bibliográficas usadas para responder las preguntas.

Por último el valor de invasividad se obtuvo de manera automática utilizando un análisis multicriterio (Anexo1).

Revisión de rutas de introducción de especies invasoras.

Se apoyó en buscar información sobre la posible ruta de introducción de especies catalogadas como exóticas. La búsqueda consistió en artículos científicos y sitios web sobre la posible venta de la especie o si fue introducida con algún fin y se transcribió dentro de un Excel. Se proporcionó un Word (Anexo 2) que contenía claves que especificaban diversas rutas intencionales de introducción de especies exóticas, este documento (construido por la especialista Zenia Ruíz de CONABIO) se utilizó para asignar una clave a cada una de las especies dentro de la base de datos. La clave se seleccionaba de acuerdo con la información encontrada. La información se separó colocando primero la ruta de introducción, información acerca de la presencia o comercialización de la especie dentro del país y por último la referencia utilizada para generar información. Se capturaron rutas de introducción de 60 especies en una base de datos de un total de 515 especies, de las cuales 50 eran peces, 6 reptiles 3 mamíferos y un ave (Figura 2). De 440 de las especies en la base no fue encontrada información sobre su introducción o presencia en el país. Entre estas especies destacan las plantas (360) y los peces (101). La ruta predominante para las especies estudiadas fue la introducción intencional (liberación, acuicultura y mascotas), mientras que hay un grupo de especies que se encuentra en México con cierto nivel de riesgo y que no cuentan con una vía de introducción definida. Es importante recalcar la falta de información para la gran mayoría de las especies aún cuando conocer su vía de introducción es una de las estrategias más efectivas de costo-beneficio para disminuir el riesgo.

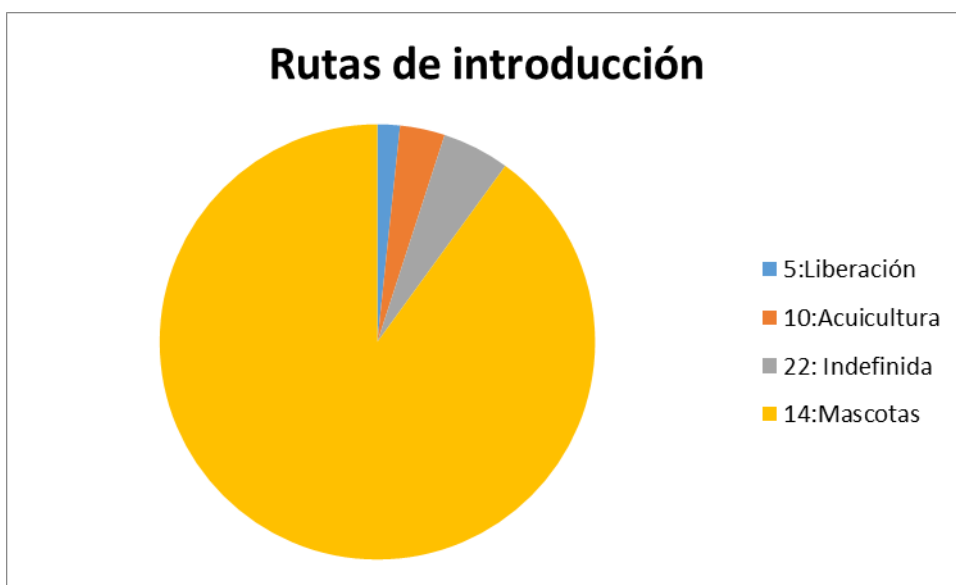


Figura2. Rutas de introducción encontradas en referencias bibliográficas para 60 especies de la base de datos del SIEI en CONABIO.

Comunicación social

Se apoyó en una conferencia celebrada en el zoológico de los coyotes con participación de la Dra. Ana Isabel González CONABIO. La ponencia fue dirigida a de INIFAP, Ecoguardas, SEDEMA y personal del zoológico. La plática consistió en una exposición sobre las especies invasoras, ejemplos de ellas. Se respondieron dudas sobre casos puntuales de personal de cada dependencia sobre estas especies y también de posibles casos en donde tuvieran interacción o fueran de competencia de alguna dependencia. En la parte final de la conferencia se realizaron actividades lúdicas para integración del personal presente como un memorama y unas serpientes y escaleras con especies invasoras.

IX. Actividades realizadas

La duración del servicio social fue de un total de 480 horas, se realizaron 4 horas diarias de lunes a viernes, la fecha de inicio fue el 17 de febrero del 2020 y las actividades terminaron el 17 de Agosto del 2020. Debido a la pandemia de COVID-19 solo se realizaron actividades presenciales durante un mes, hasta el 17 de Marzo del 2020, el resto del tiempo fue en modalidad a distancia.

De acuerdo al plan de trabajo la captura de referencias bibliográficas se llevó a cabo de Febrero a Mayo, la revisión de rutas de introducción de especies invasoras se realizó de Febrero a Mayo, el apoyo con búsqueda de información para análisis de riesgo y opiniones técnicas de especies invasoras de Marzo a Agosto y la búsqueda y captura de información de especies y coordenadas para el Sistema de Información de Especies Invasoras de la CONABIO de Junio a Agosto.

Actividad	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Búsqueda y captura de información de especies para el Sistema de Información de Especies Invasoras de la CONABIO.	X	X	X	X			
Apoyo con búsqueda de información para análisis de riesgo y opiniones técnicas de especies invasoras.		X	X	X	X	X	X
Captura de referencias bibliográficas.	X	X	X	X	X	X	X
Revisión de rutas de introducción de especies invasoras.	X	X	X				

X. Objetivos y metas alcanzados

Se realizaron algunos ajustes considerando el cronograma de actividades propuesto en el protocolo. En principio se descartó la preparación de material educativo y de difusión o de otras actividades ya que no se realizó nada relacionado en consecuencia a la pandemia por COVID-19 dado las limitaciones de actividades presenciales y de convivencia a solo un mes. Por otra parte, las demás actividades se realizaron de acuerdo a lo propuesto. En cuanto a la búsqueda de información de especies para el sistema de información de especies invasoras se capturaron un total de 1789 especies con su respectivo ambiente y 245 nombres comunes de especies, todo lo anterior con su cita correspondiente. Respecto a la captura de referencias bibliográficas se realizaron un total de 582 referencias. En cuanto a las MERI se trabajó con tres especies *Centaurea solstitialis*, *Epipremnum pinnatum* y *Vicia villosa*, se respondieron todas las preguntas con su respectivo valor y se anexaron las referencias bibliográficas de la información consultada. La información generada para los MERI será de acceso público en el portal de especies invasoras de la CONABIO.

XI. Resultados y conclusiones

La información generada en las MERI sobre las especies trabajadas, en este caso *Centaurea solstitialis*, *Epipremnum pinnatum* y *Vicia villosa*, constituyen un punto de referencia para saber si incluir a estas especies en una categoría de especie invasora para el país y de futuras acciones que se deben tomar en cuenta para su control y manejo. Esto toma vital importancia cuando al revisar la información, observamos que las tres especies poseen un valor alto de acuerdo al sistema de MERI (anexo 1) principalmente por su riesgo de introducción y establecimiento. Puntualizando por ejemplo en *Vicia villosa*, que de acuerdo a la información consultada se encontró como contaminante en semilla importada de lenteja. Es una especie de gran tolerancia a frío y sequías y que se puede establecer en carreteras, campos en tiempo de barbecho y áreas perturbadas, lo que significan un riesgo importante para la agricultura.

Por otra parte, *Centaurea solstitialis* se encontró en semilla importada de alfalfa que se utiliza como forraje para alimentar el ganado y se establece con éxito en zonas perturbadas, pastizales abiertos, cerca de caminos, zonas de deshecho, etc.

Por último, *Epipremnum pinnatum* es una especie introducida de manera intencional para uso ornamental, pero que posee un gran riesgo de escapar de jardines y establecerse en entornos naturales, causando diferentes impactos ya que compite y desplaza a especies nativas y altera la estructura de la comunidad. Las 3 especies estudiadas coincidieron en presentar un valor alto (Anexo1) de impactos a la biodiversidad, compitiendo y desplazando a especies nativas y especies en cultivo.

El uso de herramientas de evaluación de riesgo como las MERI realizadas, permiten evaluar el potencial de introducción, dispersión y de establecimiento en el país y los respectivos impactos que pueden generar en diversos ámbitos. Como consecuencia de la evaluación, se pueden establecer acciones y mecanismos que eviten la entrada de especies exóticas invasoras, precisando en este caso en las especies trabajadas.

En cuanto a las rutas de introducción de especies invasoras, una de las problemáticas que se pudo detectar es la gran cantidad de acuarios que ofrecen a la venta

especies de peces catalogados como invasores, aunque la CONABIO está haciendo un esfuerzo importante mediante esta herramienta para detectar la ruta de introducción o dispersión de estos peces. Tomando en cuenta que de las especies que se encontró información un total de 48 provenían de la ruta de introducción 14 (Anexo2) que se refiere a especies comercializadas en acuarios será importante tomar las medidas adecuadas para evitar posibles escapes o liberación al medio silvestre. Por otra parte aunque solo 2 peces provenían de la ruta 10 (Anexo 2) que se refiere a especies provenientes de la acuicultura, son dos especies (*Oreochromis niloticus* y *Cyprinus carpio*) que poseen una categoría de riesgo muy alta y son reconocidas como altamente invasivas (CONABIO, 2014), por lo cual es igualmente importante tener las medidas adecuadas para evitar escapes de criaderos de estas especies. Para otros grupos taxonómicos igualmente prevaleció la ruta de introducción 14 con 4 reptiles y 1 ave, por lo cual habrá que tener muy en cuenta la venta de mascotas como una importante ruta de introducción de especies exóticas, además de que el uso de información de páginas de internet para encontrar especies de esta ruta resulta adecuado. Por otra parte, muchas de las especies de las que se buscó información eran plantas y no se encontró mucha información acerca de este grupo, por lo cual habría que tomar en cuenta otras fuentes de investigación.

XII. Recomendaciones

La información generada en las MERI debe funcionar como un marco referencial que permita la elaboración de metodologías de prevención de entrada al país y entendimiento de los riesgos de su establecimiento y los impactos posibles. El personal que esté a cargo del manejo de importaciones de semilla, que en este caso sería de SENASICA debe ser bien informado y capacitado sobre el manejo de semilla contaminada con especies como *Centaurea solstitialis* y *Vicia villosa*. Por otro lado igual se debe concientizar a la sociedad civil sobre el adecuado manejo de especies utilizadas como ornamentales como el caso de *Epipremnum pinnatum* y las repercusiones de un escape de esta especie en la biodiversidad local.

En cuanto a las rutas de introducción de especies considero importante el uso de otras fuentes para obtener información además de páginas de internet o artículos científicos. Muchas de las especies de las que se buscó su vía de entrada no se encontró información, como en el caso de muchas plantas, de las que había 360 especies en la base de datos sin información. Es factible buscar registros de su presencia de alguna otra manera, como directamente en viveros.

Igualmente es importante hacer llegar esta información a la gente que reproduce y comercializa estas especies, para que se concientice al público general sobre su manejo y riesgos al ser liberadas al medio silvestre. Por ejemplo, *Oreochromis niloticus* y *Cyprinus carpio*, son dos especies de las que se encontró información como ampliamente reproducidas en acuicultura, pero que también son especies muy invasivas, por lo que se deben establecer protocolos de bioseguridad en las granjas como mecanismos de prevención de escapes. El pez conocido como “terror verde” (*Andinoacara rivulatus*) se reproduce y comercializa como pez de ornato y que está incluida en una guía visual para identificar especies invasoras pero que tiene poca difusión.

XIII. Anexos

Anexo 1. Sistema de MERI

El Método de Evaluación rápida de Invasividad (MERI) es una herramienta que puede ser utilizada en cualquier grupo taxonómico y funciona para determinar el riesgo de invasión que tiene una especie exótica para el país. Esta metodología consta de 10 preguntas que se subdividen en tres secciones que son:

- 1) Estatus
- 2) Proceso de invasión
- 3) Impactos

Cada pregunta tiene un valor que va de nulo a muy alto y se le asocia un valor numérico, igualmente cada pregunta se le asocia un grado de incertidumbre, dependiendo de la confiabilidad de la información que responde a la pregunta. La información debe estar respaldada por referencias verificables y las categorías de incertidumbre se catalogarán de mínima a máxima de acuerdo a la confiabilidad de las fuentes de información.

Al final se combinan los valores de incertidumbre y el valor de cada pregunta mediante un análisis multicriterio para obtener el valor de invasividad de la especie. De acuerdo a este valor se clasificará a la especie en un nivel de riesgo de invasividad que ira de bajo a muy alto (CONABIO, 2015; Golubov et al. 2014).

Anexo 2. Resultados de invasividad de las MERI

Centaurea solstitialis:

Valor de invasividad = 0.5367

Categoría de riesgo = Muy alto

Epipremnum pinnatum:

Valor de invasividad = 0.47578125

Categoría de riesgo= Alto

Vicia villosa:

Valor de invasividad = 0.5296875

Riesgo de invasividad= Muy alto

Anexo 3. Rutas intencionales

A. *Productos/Liberación en el medio*_ P_L

B. *Productos/Escapes* P_E

1. P_L Caza (incluyendo carnada viva)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
2. P_L Control biológico
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
3. P_L Control de la erosión/estabilización de dunas (cortavientos, setos...)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
4. P_L Introducción para fines de conservación o gestión de vida silvestre (incluyendo repoblaciones, reintroducciones)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
5. P_L Liberación en la naturaleza con fines de consumo o uso humano (ajenos a los antedichos por ejemplo peletería, transporte, uso medicinal, alimentación, otro...)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
6. P_L Mejora de paisajes/flora/fauna en la naturaleza, sociedades de aclimatización
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
7. P_L Otras liberaciones intencionales (manejo de desperdicios, biorremediaciones)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
8. P_L Pesca en la naturaleza (incluyendo pesca recreativa y carnada viva)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
9. P_L Indefinida
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
10. P_E Acuicultura/maricultura
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
11. P_E Agricultura (incluyendo materias primas para biocombustible)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
12. P_E Alimentos vivos y carnada viva
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
13. P_E Animales de criadero/granjas (incluyendo animales libres en condiciones restringidas)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet

14. P_E Especies para mascota/acuario/terrario (incluyendo los alimentos vivos para tales especies)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 15. P_E Explotación de animales para peletería
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 16. P_E Fines ornamentales diferentes a la horticultura
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 17. P_E Horticultura/comercio de plantas
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 18. P_E Investigación y reproducción ex-situ (en instalaciones o en pruebas de campo) de plantas o animales
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 19. P_E Jardín botánico/zoológico/acuario (excluyendo los acuarios domésticos)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 20. P_E Otros escapes de cautiverio (por ejemplo plantas usadas para cercas vivas, especies forrajeras, etc...)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 21. P_E Silvicultura (incluyendo la forestación o reforestación)
 - i. Contrabando o comercio ilegal
 - ii. Correo- Internet
 22. P_E Indefinida
 - i. Contrabando o comercio ilegal
- Correo- Internet

XIII. Bibliografía

CONABIO. 2009. Capital natural de México, vol. II : Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2014. Ponderación de Invasividad de Especies Exóticas en México (SIEI)
Cyprinus carpio carpio Linnaeus, 1758.

CONABIO. 2014. Ponderación de Invasividad de Especies Exóticas en México (SIEI) *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758.

CONABIO, 2015. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. México DF.

CONABIO. 2020. Especies Exóticas Invasoras. Consultado en Marzo del 2020 en <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>

FAO. 2007. Panorama general y marco para el análisis de riesgos para la Bioseguridad, en Instrumentos de la FAO sobre la bioseguridad. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1140s/a1140s09.pdf>.

Goldburg, R. y Triplett. 1997. Murky waters. Environmental Defense Fund, Nueva York.

Golubov J., M.C. Mandujano, S. Guerrero-Eloisa, R. Mendoza, P. Koleff, A.I. González, Y. Barrios y G. Born-Schmidt. 2014. Análisis multicriterio para ponderar el riesgo de las especies 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. 123-133.

Hulme, P., Bacher, S., Kenis, M., Klotz, S., Kuhn, I., Minchin, D., Nentwig, W., Olenin, S., Panov, V., Pergl, J., Pysek, P., Roques, A., Sol, D., Solarz, W. y Vila, M. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: A framework for integrating pathways into policy. *J. Apply. Ecol.* 45(2): 1-12.

Krueger, C. y May, B. 1991. Ecological and genetical effects of salmonoid introductions in Norht America. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48:66-77.

Orr, R. y J. P. Fisher. 2009. Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species, pp 9-15 En: B. Cudmore, R. Orr y P. Koleff. Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species: Test Cases for the Snakeheads (*Channidae*) and Armored Catfishes (*Loricariidae*) in North American Inland Waters. Commission for Environmental Cooperation. Montreal, 98 pp. Disponible en: <http://tinyurl.com/kw36hzz>.

Pimentel, D., Greiner, A., 1997. Environmental and socioeconomic costs of pesticide use. In: Pimentel, D. (Ed.), *Techniques for Reducing Pesticide Use: Economic and Environmental Benefits*. Wiley, Chichester, UK, pp. 51-78.

Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russell, L., Zern, J., Aquino, T. y Tsomondo, T. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 84: 1-20.

Robertson, P.A., Mill, A., Novoa, A. et al. A proposed unified framework to describe the management of biological invasions. *Biol Invasions* 22, 2633–2645 (2020).

SEMARNAT. 2020. Conoce diez de las más de mil 100 especies invasoras que amenazan a nuestros ecosistemas. Consultado en marzo del 2022 en <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/conoce-diez-de-las-mas-de-mil-100-especies-invasoras-que-amenazan-a-nuestros-ecosistemas>

SEMARNAT. 2010. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente. Por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y de la Ley General de Vida Silvestre.

Wittenberg, R. y Cock, M.J.W. (eds.) 2001. *Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, xvii - 228.