

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



PRIORIZACIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS VEGETALES
MEDIANTE TPS-ISK PARA PROPUESTA DE SISTEMA DE COMANDO DE
INCIDENTES (SCI) Y DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN
AMBIENTAL EN PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE A. B. P. NUEVO LEÓN,
MÉXICO.

POR

BIOL. NORA GUADALUPE NIÑO OLGUÍN

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN, FAUNA SILVESTRE Y SUSTENTABILIDAD

2025

PRIORIZACIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS VEGETALES MEDIANTE TPS-
ISK PARA PROPUESTA DE SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES
(SCI) Y DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL
EN PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE A. B. P.
NUEVO LEÓN, MÉXICO.

Comité de Tesis



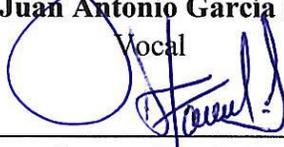
Dr. Roberto Eduardo Mendoza Alfaro
Presidente



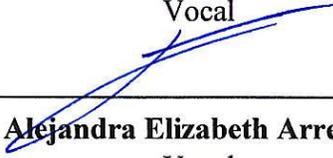
Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez
Secretario



Dr. Juan Antonio García Salas
Vocal



Dra. Susana Favela Lara
Vocal



M. C. Alejandra Elizabeth Arreola Triana
Vocal



Dra. Katiushka Arévalo Niño
Subdirectora de posgrado

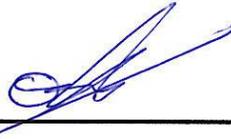
PRIORIZACIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS VEGETALES MEDIANTE TPS-
ISK PARA PROPUESTA DE SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES
(SCI) Y DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL
EN PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE A. B. P.
NUEVO LEÓN, MÉXICO.

Dirección de Tesis



Dr. Roberto Eduardo Mendoza Alfaro

Director



M. Cs. Ximena Omar Muñoz Eluani

Asesor externo

DERECHOS RESERVADOS©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta Tesis está protegido, el uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material contenido que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde se obtuvo mencionando al autor o autores.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a la Facultad de Ciencias Biológicas y al Laboratorio de Ecofisiología por permitirme crecer académica y profesionalmente mediante la realización de esta maestría, y por ayudarme a recordar mi pasión por la ciencia, recibíendome siempre con cariño y nuevos retos.

Al Parque Ecológico Chipinque A. B. P. por ofrecerme su apoyo para la aplicación del conocimiento obtenido durante el proyecto, y por permitirme utilizar su espacio para la realización de mi investigación.

A la Facultad de Artes Visuales en su Posgrado en Diseño Gráfico, al Dr. Jesús Eduardo Oliva por su apertura y accesibilidad para establecer conexiones entre las facultades, y especialmente a la Dra. Sandra Altamirano por su apoyo y guía para la realización no solo de mis estancias de investigación, pero su guía constante e interés en mi proyecto, volviéndose una pieza clave de mi formación.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por su apoyo económico a través de la beca otorgada.

Agradezco a mi comité de tesis, a mi director el Dr. Roberto Mendoza por su invaluable guía y estricta asesoría, al Dr. Marco Alvarado por su interés y guía en una ciencia tan importante como la botánica, y al Dr. Juan Antonio García Salas por su apoyo y por sus clases tan enriquecedoras.

Agradezco con especial cariño a mi mentora la Dra. Susana Favela Lara por su apoyo incondicional, la terapia emocional y las charlas motivacionales constantes. Sin su presencia y acompañamiento, jamás hubiera completado este grado. También con mucho cariño a la M. C. Alejandra Arreola, por su gran sentido del humor y su increíble percepción de la vida. Gracias por motivarme a aprender y hacer las cosas bien.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi mamá Cecilia Olguín y a mi papá Onorio Niño por estar siempre ahí creyendo en mí y apoyándome con todas y cada una de mis ideas, cuan pequeñas o grandes fueran. A mi hermano, Paco, por siempre estar ahí para darme un abrazo, un elote, o un hombro donde llorar. A mi hermana, Paty, por aconsejarme siempre sobre la vida misma, desde aquí en la casa y hasta el otro lado del mundo. A mi prima Jessica, por ser mi casi hermana y cómplice de muchas aventuras.

A mis amigos por ser un pilar increíble en mi historia: en el club de teatro, a mis amigos de generación de licenciatura y de maestría, los que hice en el trabajo, en los pasatiempos y en las casualidades de la vida.

A Mely, Lía, Adrián González y Adrián Ibarra, Jaz, Manuel, Roberto, Andrea y Guillermo, Isa, Mario, Grecia, Diego, Chely, y a todas esas amistades que tienen un espacio en mi corazón.

A Rex, que, aunque no pudo acompañarme en este cierre de aventura, siempre me acompaña en mi corazón.

Y por último a mí misma, por trabajar a pesar de todo, por vivir tantas experiencias, por soportar cada tropiezo y celebrar cada victoria.

ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	11
SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN	11
HIPÓTESIS	12
OBJETIVO	13
ÁREA DE ESTUDIO	14
CAPÍTULOS	15
CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE RIESGO DE PLANTAS TERRESTRES TPS-ISK	15
Resumen	15
Introducción	15
Material y Métodos	16
1.1 Selección de especies y preclasificación	16
1.2 Llenado de cuestionario	17
1.3 Desarrollo de mapas de distribución potencial	22
1.4 Curva ROC e índice de Youden “J”	24
Resumen metodología para análisis de riesgo	26
Resultados	27
1.1 Selección de especies y preclasificación	27
1.2 Llenado de cuestionario	28
1.3 Desarrollo de mapas de distribución potencial	29
1.4 Curva ROC e índice de Youden “J”	31
Discusión	33
CAPÍTULO 2. PROPUESTA DEL SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES SCI	37
Resumen	37
Introducción	37
Material y Métodos	38

2.1 Revisión bibliográfica de instituciones de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal, y de organismos externos.	38
2.2 Constitución del Comando.	38
2.3 Descripción de las atribuciones legales de las principales dependencias que participan en el sistema de comando de incidentes.	40
2.4 Papel de los organismos dentro del Protocolo de Respuesta Rápida (RR).	40
2.5 Ejecución del Plan de Acción.	41
Resultados	44
2.1 Revisión bibliográfica de instituciones de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal, y de organismos externos.	44
2.2 Constitución del Comando.	46
2.3 Descripción de las atribuciones legales de las principales dependencias que participan en el sistema de comando de incidentes.	50
2.4 Papel de los organismos dentro del Protocolo de Respuesta Rápida (RR).	57
2.5 Ejecución del Plan de Acción.	61
Discusión	75
CAPÍTULO 3. ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN PEC	77
Resumen	77
Introducción	77
Material y Métodos	78
3.1 Diseño de material gráfico y digital.	79
3.2 Diseño y aplicación de taller para niños y familias.	80
Resultados	85
3.1 Diseño de material gráfico y digital.	86
3.2 Diseño y aplicación de taller para niños y familias.	88
Discusión	100
CONCLUSIONES	103
PERSPECTIVAS	104
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de PEC, ubicada entre los municipios de Monterrey y San Pedro Garza García, Nuevo León.....	14
Figura 2. Pantalla de inicio del programa TPS-ISK.....	18
Figura 3. Pantalla de inicio al crear una nueva base de datos en el programa TPS-ISK. 18	
Figura 4. Datos solicitados por el sistema para comenzar un análisis de riesgo. Las casillas con asterisco (*) son obligatorias para continuar. Se recomienda llenar todas las casillas para futuras referencias.	19
Figura 5. Visualización de la pantalla de las preguntas. Arriba indica el número de pregunta, y se muestran las opciones para contestar los campos de “Respuesta” y “Confianza”.....	21
Figura 6. Ejemplo de pregunta relacionada a la distribución espacial del taxón.	22
Figura 7. Código para realizar los estadísticos: Curva ROC e Índice de Youden (J).	25
Figura 8. Se ordenan los pasos que se siguieron para completar la metodología del primer objetivo: priorización de especies exóticas invasoras.	26
Figura 9. Composición de la especie Potentilla indica o Falsa fresa. A) mapa de la distribución potencial actual. B) Mapa de distribución potencial futura. C) Diferencia entre la distribución potencial presente y futura, para comprender la evolución con el tiempo.....	30
Figura 10. Curva Característica Operativa del Receptor (ROC) para el análisis de 26 especies vegetales en PEC usando TPS-ISK.	31
Figura 11. Estructura básica del Sistema de Comando de Incidentes.....	40
Figura 12. Representación del proceso de planificación utilizando el gráfico “P”.....	42
Figura 13. Constitución del Comando para la atención de EEI vegetales en el PEC.	50
Figura 14. Paso uno - Inicio del protocolo de Respuesta con el avistamiento de las EEI prioritarias para el PEC.	61
Figura 15. Paso dos en el protocolo de Respuesta Rápida - Notificación del incidente..	62
Figura 16. Paso tres en el protocolo de Respuesta Rápida – Respuesta y Evaluación inicial.....	63
Figura 17. Paso cuatro en el protocolo de Respuesta Rápida – Informe sobre el incidente.	64
Figura 18. Paso cinco en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión inicial del Comando Unificado.	65
Figura 19. Paso seis en el protocolo de Respuesta Rápida – Definición de Objetivos de la Reunión.	66

Figura 20. Paso siete en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión del Comandante y personal general.	67
Figura 21. Paso ocho en el protocolo de Respuesta Rápida – Preparación para reunión táctica.	68
Figura 22. Paso nueve en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión táctica.	69
Figura 23. Paso diez en el protocolo de Respuesta Rápida – Preparación para la reunión de Planificación.	70
Figura 24. Paso once en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión de Planeación. ...	71
Figura 25. Paso doce en el protocolo de Respuesta Rápida – Preparación y aprobación del Plan de Acción del Incidente (PAI).....	72
Figura 26. Paso trece en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión Informativa de Operaciones.	73
Figura 27. Paso catorce en el protocolo de Respuesta Rápida – Ejecución del Plan y evaluación del progreso.....	74
Figura 28. (A) Representación de dobleces. (B) Maquetación de la información.	80
Figura 29. Fotografía del tablero, tomada durante el taller.	83
Figura 30. Frases del juego “acción contra invasión”, diseñado en Canva utilizando la fuente Rajdhani.	83
Figura 31. Ilustración para colorear del tabaquillo sudamericano.	87
Figura 32. Contenido de la miniguía en metodología.	88
Figura 33. Ilustraciones coloreadas utilizadas para iniciar la conversación con los asistentes al taller.	90
Figura 34. Fichas para el juego “gato invasor”.	92
Figura 35. Efectos al ecosistema causados por las especies nativas o invasoras.	93
Figura 36. Juego “Gato invasor” durante el taller “¡Eso no vivía aquí!”. Se observan las fichas colocadas y adheridas mediante velcro, y los listados de efectos al ecosistema cubiertos.	94
Figura 37. Ficha de la sombrilla japonesa para la actividad de identificación de especies. En la parte superior se encuentra la ficha del nombre, y debajo la ficha con la fotografía y efectos. Ambas fueron enmicadas para su uso durante el taller.	96
Figura 38. Fotografía del evento donde la familia asistente participó en el juego “acción contra invasión”.	96
Figura 39. Miniguía coloreada.	97
Figura 40. Respuestas de la encuesta tomada durante el sábado 19 de abril 2025.	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1. Listado de especies seleccionadas para el estudio.	27
Tabla 2. Taxones en orden alfabético.	28
Tabla 3. Priorización de especies exóticas de PEC.....	32
Tabla 4. Diseño de Encuesta de Impacto del taller educativo.....	84
Tabla 5. Especies utilizadas para juego “Gato Invasor”.	90
Tabla 6. Resultados de encuesta.....	99

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

BRA: *Basic Risk Assessment*. Análisis de Riesgo Básico.

BRA+CCA: *Climate Change Assessment*. Análisis básico de riesgo y análisis de cambio climático.

DRNSMOR-CONANP: Dirección Regional Noreste y Sierra Madre Oriental de la Comisión de Áreas Naturales Protegidas.

DTRR: Detección Temprana y Respuesta Rápida.

GEF: *Global Environmental Facility*. Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

MERI: Método de Evaluación Rápida de Invasividad.

PAI: Plan de Acción de Incidente.

PEC: Parque Ecológico Chipinque A. B. P.

PNCM: Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

SCI: Sistema de Comando de Incidentes.

SMA: Secretaría de Medio Ambiente de Nuevo León.

SSP: *Shared Socioeconomic Pathways*. Trayectorias socioeconómicas compartidas.

TPS-ISK: Terrestrial Plant Species Invasive Screening Kit. Análisis de Riesgo de Invasión de Plantas Terrestres.

WRA: *Weed Risk Assessment*. Análisis de Riesgo de Maleza.

RESUMEN

La pérdida de la biodiversidad es un problema ambiental alarmante, y una de sus principales causas son las especies exóticas invasoras (EEI). En el noreste de México, áreas naturales protegidas como el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) y el Parque Ecológico Chipinque (PEC) enfrentan amenazas por las EEI que incluyen implicaciones ecológicas, económicas, de salud y sociales. Debido a esto se han establecido marcos de trabajo para solucionar/mitigar las problemáticas ambientales, como lo es la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y el tratado de Kunming-Montreal por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).

Dentro de la búsqueda de soluciones están herramientas como el análisis de riesgo de plantas terrestres (TPS-ISK), una herramienta importante para la identificación y priorización de las especies exóticas según su nivel de invasividad. Para la parte del manejo de las EEI, se puede recurrir al Sistema de Comando de Incidentes (SCI), un modelo de manejo de emergencias que utiliza la estructuración de un comando (o líderes) de operación y un protocolo de respuesta rápida ante la evidencia de EEI. Para el éxito de estos planes de manejo es imprescindible contar con estrategias de comunicación y educación ambiental; además de generar conciencia en la sociedad sobre la problemática, nos permiten formar ciudadanos capaces de participar en la detección temprana y prevención de introducción de EEI. El presente estudio propone realizar un análisis de riesgo para priorizar especies exóticas invasoras de plantas en el PEC utilizando el análisis TPS-ISK, desarrollar un plan de manejo bajo el protocolo del SCI y diseñar actividades de educación ambiental para concientizar sobre la problemática de las EEI.

ABSTRACT

Biodiversity loss is one of the greatest environmental challenges we face today, and one of its main drivers is the presence of invasive alien species (IAS). In northeastern Mexico, natural protected areas such as Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) and Parque Ecológico Chipinque (PEC) are threatened by IAS, which have ecological, economic, health, and social impacts. In response to these threats, multiple international frameworks have been developed to address environmental issues, including the United Nations 2030 Agenda for Sustainable Development and the more recent Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework established by the Convention on Biological Diversity (CBD).

Addressing the IAS problem begins with tools such as the Terrestrial Plant Species Invasiveness Screening Kit (TPS-ISK), a key element for identifying and prioritizing exotic species based on their invasiveness potential. For the management of IAS, the Incident Command System (ICS) can be applied. This model establishes an operational leadership structure and enables a rapid response to IAS occurrences. For the successful implementation of management plans, communication and environmental education are essential; in addition to raising public awareness about the issue, they help build a population that is capable of participating in early detection and rapid response protocols. This study aims to conduct and analyze a plant risk assessment using the TPS-ISK tool to prioritize alien invasive species in the PEC, to develop a management plan based on the ICS protocol, and to design environmental education activities that raise awareness about the issue of invasive alien species.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana a nivel global ha generado una mayor demanda de recursos y del uso del espacio, resultando en múltiples problemas ecológicos como la pérdida de la biodiversidad. Una de las principales causas de la pérdida de la biodiversidad son las especies exóticas invasoras (EEI). La CONABIO (2023) las define como aquellas que se han desplazado más allá de su área de distribución original, se establecen, se dispersan descontroladamente, con repercusiones ecológicas, sociales, sanitarias y económicas.

En México se cuenta con múltiples Áreas Naturales Protegidas (ANP) distribuidas por toda la república, y cuyo objetivo principal es la conservación y restauración de los recursos naturales (DOF-LGEEPA-2023). El ANP Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) se ubica en la Sierra Madre Oriental en los estados de Nuevo León y parte de Coahuila, y es de gran importancia para la población neolonesa desde el punto de vista no solo económico y ecológico, sino también social y cultural (Cantú *et al.* 2013). Ubicado dentro del PNCM se encuentra el Parque Ecológico Chipinque A. B. P. (PEC) que es un área de gran valor cultural para el Área Metropolitana de Monterrey, debido a los servicios ecosistémicos que provee y a que es un espacio natural accesible para realizar actividades de conservación, investigación y recreativas. El Parque como objetivos la conservación, el turismo sostenible y la gestión del área (CONANP, 2006, 2020, DOF-2023; Willcockson-Álvarez, 2013). Estas dos zonas de gran valor están sujetas a amenazas tales como el cambio de uso de suelo, incendios, los conflictos fauna-humano, el turismo desordenado y las especies exóticas invasoras (Cantú *et al.* 2013).

En relación con estas amenazas, y a otras problemáticas, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan global de desarrollo humano que busca generar una sociedad sostenible, equitativa y con una relación más armoniosa para con la naturaleza. Basándose en esta agenda, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) estableció en 2022 el marco Kunming-Montreal cuyos objetivos son frenar la pérdida de la biodiversidad y enfrentar los efectos del cambio climático. En uno de sus objetivos se habla de la importancia de la identificación y manejo de las EEI para procurar su erradicación o control (CDB, 2023).

Una de las principales tareas para el manejo de las EEI es la identificación y priorización de éstas en las ANP, para esto se utilizan los Análisis de Riesgo (AR). Éstas son herramientas básicas de prevención, y son utilizadas en la toma de decisiones relacionadas con el control y manejo de las especies exóticas, para justificar y procurar la correcta priorización de los recursos, para maximizar la eficiencia de los resultados, siempre apoyándose en una base científica (Capdevila-Argüelles, 2006). Existen diversas metodologías y sistemas para realizar análisis de riesgo de plantas, siendo el más reciente el análisis de invasividad de plantas terrestres (TPS-ISK – *Terrestrial Plant Species Invasiveness Screening Kit*) (Vilizzi *et al.* 2024), que consiste en un cuestionario sobre la biología de la especie a evaluar, las condiciones del entorno y hábitat, sobre los daños ecológicos y socioeconómicos que ha causado, y considerando también escenarios de cambio climático.

En México, el marco legal del manejo, control y erradicación de EEI está asentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y sus reformas. Estas leyes son la base para las estrategias de manejo y protocolos de respuesta a invasiones, como el Sistema de Comando de Incidentes (SCI) (Burgiel, 2020; Reaser *et al.*, 2020). Éste es un modelo de gestión para el control y coordinación de respuesta a una situación de emergencia, con el objetivo de proteger a las personas, sus bienes y al medio ambiente (DOF-SCI-2018); y aunque puede aplicarse a incidentes como incendios, inundaciones o terremotos, también se ha aplicado para el manejo de EEI. Ninguna herramienta de análisis o de manejo podría ser funcional si no hay comunicación y transparencia, y ahí se encuentra la importancia de la comunicación sobre la problemática a la sociedad en búsqueda de la concientización para la toma de decisiones informada a través de la educación ambiental (Flores-Garza, 2005; Moon, 2018).

En este trabajo se creará un listado de priorización de especies vegetales exóticas invasoras, y se diseñarán estrategias de educación ambiental sobre esta problemática, con la finalidad de generar y proveer información relevante sobre las necesidades para cumplir los objetivos del marco de trabajo vigente.

ANTECEDENTES

El PNCM está ubicado dentro del sistema montañoso Sierra Madre Oriental, en la porción centro oeste del estado de Nuevo León, y colinda con los municipios de Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García. Cuenta con una superficie de más de 117,000 hectáreas. Dentro del área existe un gradiente altitudinal notorio, de alturas desde los 580 hasta los 2,940 msnm. Posee un clima variado, aunque predomina el Semicálido subhúmedo del grupo C (31.4%) (CONANP, 2023). Su vegetación representativa se divide en matorrales y bosques, aunque cuenta con al menos 13 variantes de estos grupos (Cantú *et al.*, 2013), como lo son los matorrales desérticos rosetófilos o los bosques de pino-encino, por mencionar un par de ejemplos. Alberga 423 especies de fauna silvestre, de las cuales al menos 56 especies están enlistadas bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2013 (CONANP, 2023). El número de especies de plantas está estimado en 1,246 especies (Estrada-Castillón, 2023) y, de éstas, al menos 55 se encuentran en alguna categoría de riesgo (CONANP, 2020). Debido a estas condiciones, tamaño, ubicación, tipo de vegetación y la cantidad de especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de los servicios ecosistémicos y culturales que presenta, el PNCM es un área de gran importancia biológica y cultural (Cantú *et al.* 2013).

Dentro del PNCM se encuentra un alto número asentamientos urbanos, así como ejidos, comunidades agrarias, propietarios privados, posesionarios, zonas federales de ríos, y propiedades del Gobierno Estatal de Nuevo León (CONANP, 2006). También se llevan a cabo actividades ganaderas con al menos 376 unidades de producción pecuaria cuyas zonas de pastoreo cubren hasta 21,481 hectáreas; también se destinan 890 hectáreas para la agricultura, principalmente siembra de cultivos. Otra actividad económica es el Turismo, pues la zona incluye caminos de senderismo, rutas de ciclismo, zonas para acampar, entre otras (Cantú *et al.* 2013).

El Parque Ecológico Chipinque A. B. P. (PEC – Asociación de Beneficencia Privada) tiene una superficie total de 1791 hectáreas, ubicada en altitudes desde 800 hasta 2,200 msnm, con flora representativa de bosque pino-encino, encino-pino, de encino, matorral submontano y matorral rosetófilo (DOF-PNCM-2023). Cuenta con cinco tipos de

vegetación de los 14 representados en el PNCM, con un registro de 568 especies de plantas (Parque Ecológico Chipinque ABP, 2024). Cabe mencionar que la importancia de su flora radica en la cantidad de especies del género *Quercus*, con presencia abundante en PEC y que su fruto forma parte importante de la dieta de la fauna (Cantú *et al.* 2013), además que en esta área de conservación se destaca la presencia de especies de mamíferos clave de la conservación: el ocelote *Leopardus pardalis* Linnaeus 1758 (Peligro de extinción NOM 059), el oso negro *Ursus americanus eremicus* Pallas, 1780 (Peligro de Extinción NOM-059) y el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi* Geoffroy, 1803 (Amenazada NOM-059) (Esqueda, Segura-Garza y Gómez-Ruiz, 2022). Ambas zonas, el PNCM y el PEC son zonas de alto valor tanto culturalmente como por la biodiversidad que albergan.

En 2015 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció un plan global de desarrollo humano llamado ‘Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible’ cuya visión es aumentar la calidad de vida de la población en los ámbitos de economía, desarrollo social y medio ambiente. Aquí se establecen 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) enlazados entre sí para que se vayan cumpliendo de manera sucesiva en la búsqueda de un desarrollo humano más sostenible y equitativo. Para asegurar el desarrollo humano sostenible, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) ha generado distintos planes estratégicos (como el Plan Estratégico por la Biodiversidad donde se incluyeron las metas Aichi para el periodo 2011-2020), y en 2022 durante la última reunión de las partes (COP15) presentó una estrategia para frenar la pérdida de la biodiversidad y enfrentar los efectos del cambio climático, conocida como el marco de trabajo Kunming-Montreal. El 6° de sus 23 objetivos habla sobre la importancia de la identificación de las rutas de introducción y establecimiento de especies exóticas invasoras (EEI) para procurar su erradicación o control (CDB, 2023).

Las EEI son un problema importante a nivel mundial, y algunos ejemplos de los impactos que causan son la modificación de la composición fisicoquímica del suelo y desplazamiento de especies nativas; en lo cultural pérdida de espacios recreativos y en consecuencia de las costumbres afectando la integración de comunidades. También afectan a la salud directamente ya que algunas provocan alergias, intoxicaciones o funcionan como vectores de enfermedades. ER; También causan pérdidas económicas,

considerando la inversión en el manejo, control y erradicación de las especies, así como la generación de impactos en la infraestructura hidráulica y urbana, y daños derivados de los niveles anteriores, entre otras, y cuyo impacto real es difícil de calcular (CONABIO, 2023).

Una de cada 10 especies en la lista roja de la UICN (2022) está amenazada por una especie exótica invasora. Los costos estimados en manejo y en pérdidas ambientales rondan los 160 mil millones de dólares al año (Pili, 2023), habiendo acumulado \$1.288 billones de dólares en 9 los últimos 50 años en manejos y daños (Zenni *et al.* 2021). En México, el coste estimado se encuentra alrededor de los 5.33 mil millones de dólares, equivalentes a 100.84 mil millones de pesos mexicanos (Rico-Sánchez *et al.* 2021). Aunque hace falta mucha colaboración y transparencia por parte de las organizaciones y dependencias de gobierno encargadas en el tema, pues los costos podrían ser mayores a los documentados (Haubrock *et al.*, 2021). Y no solo los costos están subestimados, sino también el número de EEI y sus impactos, por lo que necesario de realizar más estudios específicos para asegurar que la inversión y esfuerzo de los gobiernos sea suficiente y adecuada para reducir los daños (McGeoch *et al.* 2010). La dificultad de estos análisis es la documentación real de los impactos, sin caer en la subestimación de los valores.

Con relación a esto, en 2019 se identificaron 24 EEI dentro del PNCM, cuyo análisis arrojó una priorización de cinco especies de plantas pues se les considera con un alto grado de invasividad. Estas son la caña mala o carrizo gigante *Arundo donax* L, 1753, el trueno chino *Ligustrum lucidum* Aiton, 1810, la sombrilla japonesa *Koeleria paniculata* Laxm, 1772, la madre de mil hijos *Kalanchoe spp.* Adans, 1763, y el tabaquillo sudamericano *Nicotiana glauca* Graham, 1828. (CONANP, 2020). Mientras que, en el PEC, donde desde el 2011 se estableció un programa de control de EEI que involucra el diagnóstico de situación actual, parámetros ecológicos y control, destaca el manejo y control de dos de las EEI más relevantes: el trueno (*L. lucidum*) y sombrilla japonesa (*K. paniculata*), ya que su Índice de Valor de Importancia supera incluso a la de las especies nativas (Willcockson-Álvarez, 2013), lo que pone de manifiesto su potencial invasividad. El PEC cuenta actualmente con un listado de 47 especies de vegetación exótica (Departamento de conservación PEC, comunicación personal, 2023).

Una problemática para el manejo de las EEI es comprender el proceso de invasión biológica. Blackburn (*et al.* 2011) contempla la gran diversidad de terminología y propuestas de definición del proceso invasivo a lo largo de la historia. Es por esto por lo que crea un Marco de Trabajo Unificado donde compara múltiples sistemas de análisis de invasión (para distintos grupos taxonómicos) y propone la estandarización de terminología, las etapas de invasión, las barreras y obstáculos a los que se enfrentan las especies para ser invasoras, y las medidas de manejo con mayor factibilidad de éxito. Este marco es el actualmente aceptado y es válido para comprender la generalidad de las invasiones sin importar el taxón.

Se sabe que las áreas naturales protegidas ofrecen protección y tienen resistencia a las invasiones biológicas, pero también cuentan con las condiciones propicias para el establecimiento de las EEI, por lo que son un peligro latente que debe ser atendido mediante análisis y medidas de manejo, control y erradicación de estas especies (Liu *et al.* 2020). Así mismo, los recursos económicos y temporales son limitados, por lo que hacer un listado de prioridad basado en conocimiento científico permitirá el manejo efectivo de las EEI (Ziller *et al.* 2020). Estos listados de prioridad son obtenidos mediante los Análisis de Riesgo elaborados para áreas y taxones específicos.

Análisis de Riesgo

Los Análisis de Riesgo (AR) son herramientas básicas de prevención y son utilizadas en la toma de decisiones en cuanto al control y manejo de las especies exóticas. Sus objetivos son estimar si una especie exótica tiene potencial invasor o no, analizar los riesgos de las vías de entrada, analizar las propuestas de manejo o gestión, analizando a los receptores del impacto directo de una especie exótica invasora, y para hacer listados de especies que no deben entrar o salir de un área (Capdevila-Argüelles, 2006). Existen distintos sistemas para realizar los análisis de riesgo, variando entre el país de origen, el grupo de especies a estudiar, entre otros, como el Sistema de clasificación de Plantas exóticas (APRS – Estados Unidos), el Sistema de análisis de riesgos para malezas (WRA— *Weed Risk Assessment* - Australia), Análisis de Riesgos para aguas de lastre (BWRA – Organización Marítima Internacional) (Capdevila-Argüelles, 2006). En México se usa el Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI), que es una herramienta de preselección para

determinar el riesgo de invasión de cualquier grupo taxonómico exótico (CONABIO, 2015).

Los análisis de plantas exóticas se basan principalmente en el WRA (Pheloung *et al.* 1999, Espinosa-García y Villaseñor 2017), que consiste en un cuestionario sobre la biología de la especie a evaluar, las condiciones del entorno y hábitat, y sobre los daños ecológicos y económicos posibles a tratar. Aunque se han realizado modificaciones y adaptaciones de WRA para diversos países y áreas de estudio (Sifuentes 2020), este análisis no ha sido reevaluado en los últimos 25 años, por lo que a finales de 2023 se propuso el Análisis de riesgo de invasión de especies de Plantas Terrestres (TPS-ISK - *Terrestrial Plant Species Invasive Screening Kit*) por Vilizzi y colaboradores (2024).

Este modelo fue publicado en el Centro de Ciencias Ambientales, Pesca y Acuicultura (CEFAS - *Center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science*) que es una agencia ejecutiva del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) en el Reino Unido y se compone de un cuestionario de 55 preguntas que incluye información sobre biogeografía, biología y aspectos económicos, además de tomar en consideración escenarios de cambio climático. Esta herramienta fue desarrollada a partir de la evaluación de los análisis para especies acuáticas (AS-ISK) y para especies animales terrestres (TAS-ISK), los cuales han sido el resultado de múltiples mejoras y adaptaciones de análisis de riesgo de invasión basados en el WRA (Vilizzi *et al.* 2024).

Este cuestionario puede ser utilizado para evaluar cualquier taxón vegetal, incluso los que no están contemplados en las otras herramientas de evaluación (ISK - *Invasive screening kit*) pues se incluyen cuatro principales grupos vegetales: angiospermas, gimnospermas, helechos y licopodios, y briofitas, además de los hongos terrestres (esto para corresponder el análisis de hongos acuáticos considerados en el AS-ISK). Además, puede utilizarse en cualquier zona geográfica, ya que las preguntas están formuladas para adaptarse a las condiciones de las áreas de investigación específicas.

Como parte de este análisis de riesgo, se recomienda elaborar proyecciones presentes y futuras de las condiciones ambientales que permitan el establecimiento y permanencia de los taxones, y para esto son utilizados los mapas de distribución potencial a partir de modelado de nicho ecológico (Carrell *et al.* 2023). Este es un análisis estadístico que se

hace con programas computacionales (como R y Wallace) y utilizando algoritmos matemáticos y estadísticos (p. ej. MaxEnt y Random Forest) que permiten encontrar la correlación de las condiciones ambientales y los puntos de presencia del taxón evaluado a partir de análisis de colinealidad. Para esto se utilizan las variables bioclimáticas, que incluyen los promedios anuales de precipitación y temperatura, y pueden incluirse otras variables de interés (como tipo de suelo y elevación altitudinal). Los resultados de las pruebas estadísticas en los modelados otorgan un valor de eficacia, que asegura que ese modelo es el que mejor explica la relación entre las variables y la presencia del taxón.

A partir de este modelado, y tomando en cuenta estas variables, se hacen los mapas de distribución potencial utilizando un gradiente de color en valores de 0 a 1, ubicando aquellas áreas donde se conjuntan las condiciones apropiadas para la presencia del taxón.

Para la proyección a futuro, se utilizan los escenarios de emisión de carbono y desarrollo socioeconómico en décadas futuras, denominados también como Trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP – *Shared Socioeconomic Pathways*). Estas narrativas indican cómo podría seguir el avance de la sociedad y los desafíos que habría para la mitigación y adaptación al cambio climático (Escoto-Castillo *et al.* 2017). Se describen cinco escenarios con las distintas combinaciones de pocos o muchos retos para la adaptación o mitigación (O’Neill *et al.*, 2017; Riahi *et al.*, 2017).

Sistema de Comando de Incidentes

Una vez generado el listado de prioridad de las EEI se podrán poner en marcha estrategias de manejo para cada una de las especies de mayor riesgo de invasividad, asegurando el mejor uso de los recursos económicos. Para esto, se puede utilizar el Sistema de Comando de Incidentes (SCI) que es un modelo de manejo para el control y coordinación de respuesta a una situación de emergencia, con el objetivo de proteger a las personas, sus bienes y al medio ambiente (DOF-SCI-2018). Éste puede aplicarse a incidentes tales como incendios, inundaciones o terremotos, y también se ha aplicado para el manejo de EEI (Burgiel, 2020; Mendoza y Koleff, 2014; Mendoza-Alfaro *et al.*, 2021). En este sistema se busca proponer un Protocolo de Respuesta Rápida (RR) donde se asignen responsabilidades a las diferentes dependencias de gobierno, así como los departamentos

que los conforman, con el fin de asegurar una comunicación efectiva entre las partes siguiendo una estrategia que se modifica según las necesidades (DOF-SCI-2018).

Parte de este marco legal del manejo, control y erradicación de EEI lo encontramos en las reformas de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) en 2010, y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en la reforma del 2010 y 2023, donde se estipula la prohibición de la introducción de especies exóticas a zonas naturales protegidas, así como por vías marítimas. Hablando sobre especies vegetales, México es parte de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) (IPPC, 1997; SENASICA 2023) donde se le atribuye la función de la prevención, control y erradicación de plagas y malezas que pongan en riesgo la salud vegetal. Aquí encontramos la norma oficial mexicana NOM-043-FITO-1999 de la ley Federal de Sanidad Vegetal, que ofrece las especificaciones para prevenir la introducción de malezas cuarentenarias (exóticas, localizadas y reguladas oficialmente) a México y ofrece un listado, más no tiene rutas de manejo para las EEI (DOF-LFSV-2022).

Educación Ambiental

El marco de trabajo Kunming-Montreal y los ODS no solo discuten estrategias de control, manejo y priorización de EEI, sino que también resaltan la importancia de la educación ambiental hacia la sociedad en la solución de esta problemática mundial. Así se puede tener una base de conocimiento sólida en la población para la toma de decisiones que incidan directamente en el uso y manejo de los recursos naturales. En este sentido, la educación ambiental es un proceso para preparar al público con las herramientas y habilidades para manejar, resolver y prevenir problemas ambientales. Los objetivos incluyen el reconocimiento de problemas, adquisición de conocimiento técnico, generación de habilidades, actitud y participación en la toma de decisiones personales (Foss et al., 2023; Moon, 2018; Verbrugge et al., 2021).

Existe una estrategia de comunicación sobre las EEI para el PNCM (PNUD, 2017) que plantea una serie de recomendaciones y lineamientos para transferir de manera efectiva los conocimientos, iniciando con los análisis del público a quien irá dirigido el programa,

los objetivos particulares, los resultados esperados y finalizando con la observación de los indicadores de éxito de retención del conocimiento.

Los esfuerzos en educación ambiental se han comenzado a implementar en el PEC desde 1994, con visitas guiadas y el uso de las explanadas para pláticas educativas. En 2005 (Flores-Garza) se hicieron recomendaciones para la aplicación de estrategias de educación, como por ejemplo el no enfocarse exclusivamente en los niños, realizando eventos y talleres para adultos como los de observación de aves y otros grupos indicadores como polinizadores, mariposas, helechos y líquenes, y para estudiantes a nivel preparatoria para iniciarlos en los campos de la investigación (Chipinque, 2023). Se resalta también la importancia del análisis de efectividad de estas estrategias, para asegurar que sigan dando los resultados esperados y adaptando las estrategias a las más novedosas corrientes pedagógicas y de temas de importancia actual (Flores-Garza, 2005).

A nivel mundial, existen diversas estrategias de educación ambiental sobre EEI. Diversos países han implementado estrategias de educación que involucran activamente a la comunidad, incluyendo a la comunidad indígena. Estas estrategias deben ser constantemente reevaluadas y reconsideradas para poder asegurar su comunicación con un mayor entendimiento (Pérez-Bedmar y Sanz-Pérez, 2003; Morandi, 2022).

En 2010, a través de la CONABIO, se estableció un Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras para la creación de una herramienta federal que permitiera comprender la introducción, dispersión, establecimiento, e impactos que traen las invasiones biológicas. Se presenta entonces la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras, donde también se identifican acciones prioritarias para atacar el problema. La estrategia cuenta con tres objetivos estratégicos: (1) prevenir, detectar y reducir el riesgo de las invasiones a través del desarrollo de capacidades científicas y técnicas; (2) establecer programas de manejo y coordinación entre poderes y organismos; e (3) informar eficazmente a la sociedad generando conocimiento para una mejor toma de decisiones informadas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Estos tres objetivos se alinean con los presentes en este proyecto, representando entonces un aporte significativo y estructurado que sigue las recomendaciones de expertos en todo el país.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la problemática que involucra el manejo de las especies exóticas invasoras a nivel global, el presente estudio proporcionará información relevante, primero sobre la situación actual de las especies vegetales exóticas invasoras del PEC, contribuyendo con la actualización del conocimiento e identificando aquellas más importantes de atención, esto para poder tener las bases para la creación de un plan de acción como segundo punto. Este plan responderá ante la estructura de un protocolo organizado, basado en la legislación pública y en la intervención de actores interdisciplinarios como parte de las mejores estrategias de aplicación práctica del manejo. Por último, para asegurar que el conocimiento teórico y práctico del manejo de las EEI se establezca en la sociedad, se implementarán actividades de educación ambiental y difusión de la ciencia hacia los visitantes del PEC, asegurando su intervención en las prácticas de detección temprana y monitoreo.

HIPÓTESIS

La aplicación del análisis de riesgo TPS-ISK permitirá identificar y priorizar especies vegetales exóticas con mayor potencial invasor en el Parque Ecológico Chipinque, y su integración en una propuesta de plan de manejo basado en el Sistema de Comando de Incidentes (SCI), complementado con estrategias de educación ambiental, contribuirá a mejorar la capacidad de respuesta ante EEI y a la sensibilización de la comunidad frente a esta problemática.

OBJETIVO

General

Contribuir a la prevención y manejo de especies vegetales exóticas con potencial invasor en el Parque Ecológico Chipinque (PEC) mediante la evaluación del riesgo de invasividad de las distintas especies reportadas en el parque a través de la herramienta TPS-ISK para su priorización, la formulación de un plan de manejo basado en el Sistema de Comando de Incidentes (ICS), y el diseño de estrategias de educación ambiental orientadas a la sensibilización y participación de la comunidad.

Particulares

1. Realizar la priorización de especies de plantas exóticas con potencial invasor para el PEC, utilizando el método de análisis de riesgo para plantas terrestres TPS-ISK.
2. Generar una propuesta de manejo bajo el protocolo del Sistema de Comando de Incidentes y el plan de Respuesta Rápida para las especies prioritarias.
3. Desarrollar talleres e intervenciones educativas sobre la concientización sobre Especies Exóticas Invasoras utilizando como material de apoyo los resultados de los capítulos anteriores.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Ecológico Chipinque A. B. P. (PEC – Asociación de Beneficencia Privada) es un área de conservación ubicada dentro de Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), con una extensión de 1,791 ha, ubicado en las coordenadas 100° 23' y 100° 18' longitud Oeste y 25°37' y 25°34' latitud Norte. El área de estudio está ubicada en altitudes desde 800 hasta 2,200 msnm, con flora representativa de bosque pino-encino, encino-pino, de encino, matorral submontano y matorral rosetófilo (DOF-PNCM-2023). Cuenta con cinco tipos de vegetación de los 14 representados en el PNCM, con un registro de 568 especies de plantas (Parque Ecológico Chipinque ABP, 2024).

El tipo de clima predominante corresponde a Cwa – subtropical cálido con invierno seco y verano cálido (Peel *et al.* 2007), donde la temperatura media anual oscila entre los 17.5°C y 29.7°C con una precipitación media anual de 676.9 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 2024). los tipos de suelo predominantes son litosoles, regosoles calcáricos poco desarrollados, rendzinas, luvisoles y xerosoles (INEGI, 2010). El PEC cuenta carreteras, veredas y senderos interpretativos que son utilizados por los visitantes para realizar actividades deportivas, educativas y de esparcimiento (Parque Ecológico Chipinque ABP, 2024).

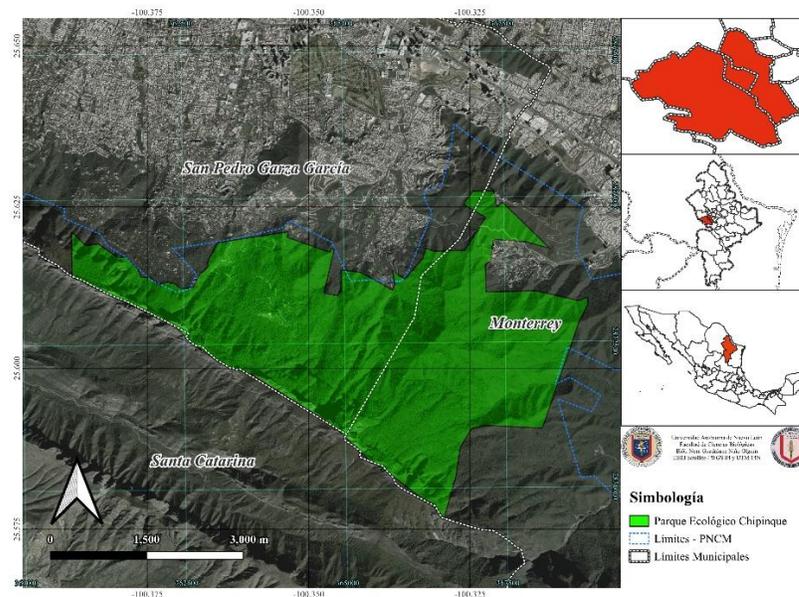


Figura 1. Delimitación de PEC, ubicada entre los municipios de Monterrey y San Pedro Garza García, Nuevo León.

CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE RIESGO DE PLANTAS TERRESTRES TPS-ISK

Resumen

Las especies exóticas invasoras son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad a nivel global, especialmente en ecosistemas naturales. Dado que los recursos disponibles para su control suelen ser limitados, resulta fundamental priorizar aquellas especies que representan un mayor riesgo. En este estudio se evaluaron 26 especies exóticas presentes en el Parque Ecológico Chipinque mediante la herramienta de análisis de riesgo TPS-ISK (*Terrestrial Plant Species Invasiveness Screening Kit*). Los resultados indicaron que 14 especies presentan un riesgo alto de invasión, entre las cuales destacan *Nicotiana glauca* (tabaquillo sudamericano), *Hedera helix* (hiedra inglesa) y *Ricinus communis* (higuerilla). Once especies fueron clasificadas con riesgo medio y una con riesgo bajo. Estos hallazgos permiten establecer una base científica para orientar la toma de decisiones y enfocar los esfuerzos de manejo sobre las especies con mayor impacto potencial. Este trabajo constituye una de las primeras aplicaciones del TPS-ISK, demostrando su utilidad como herramienta preventiva para la gestión de especies vegetales invasoras en contextos de conservación.

Introducción

Una de las principales causas de la pérdida de la biodiversidad son las especies exóticas invasoras (EEI). La CONABIO (2023) las define como aquellas que se han desplazado más allá de su área de distribución original encontrando las condiciones ambientales para establecerse, se dispersan descontroladamente impactando a distintos niveles naturales y antropogénicos.

Los Análisis de Riesgo (AR) son herramientas básicas de evaluación, y son utilizadas en la toma de decisiones para el control y manejo de las especies invasoras. Sus objetivos son estimar si una especie exótica tiene potencial invasor o no, analizar los riesgos de las vías de entrada, analizar las propuestas de manejo o gestión, analizando a los receptores del

impacto directo de una especie exótica invasora, y para hacer listados de especies que no deben entrar o salir de un área (Capdevila-Argüelles, 2006). Un ejemplo de ellos es el Análisis de riesgo de invasión de plantas terrestres TPS-ISK (*Terrestrial Plant Species Invasive Screening Kit*), que consiste en un cuestionario de 55 preguntas sobre biogeografía e historia, biología y ecología y considera escenarios de cambio climático (Vilizzi et al., 2024), y ofrece un puntaje que indica el nivel de riesgo de volverse invasora. Este puntaje permite crear una priorización de especies invasoras en un área de estudio como lo es el Parque Ecológico Chipinque.

El objetivo de este estudio fue analizar algunas de las especies exóticas registradas en PEC para obtener un listado ordenado según las especies de mayor importancia de atención y manejo, buscando ser entonces una herramienta de prevención y planeación.

Material y Métodos

1.1 Selección de especies y preclasificación.

Se tomaron de referencia los listados de especies invasoras registradas y publicadas en el (*DOF - Diario Oficial de la Federación*, 2016) el servicio de consultoría del proyecto GEF-EEI reportando las especies para el PNCM (Martínez et al., 2018), y los reportes del personal del PEC (Equipo de conservación PEC 2024, comunicación personal).

Se hizo una revisión bibliográfica en fuentes sobre especies invasoras como la Base Global sobre Especies Invasoras (GISD – *Global Invasive Species Database*), el Centro de Biociencia Agrícola Internacional (CABI – *Centre for Agriculture and Biosciences International*), y en otras plataformas de investigación gubernamentales como los gobiernos de Victoria, Australia, y California, Estados Unidos. Se utilizaron como criterios de búsqueda las palabras “Weed Risk Assessment/Analysis” y su traducción al español “Análisis de Riesgo de Maleza”. En las fuentes anteriores, se consultó la información disponible de cada uno de los taxones reportados para clasificar a los taxones como “invasor”, “no invasor” o “sin suficiente información” (Anexo 1.1). Las especies “invasoras” son aquellas para las que se han reportado impactos y/o se han hecho análisis de

riesgo que permitan clasificarlas como tal. Las especies “no invasoras” son aquellas que, aunque se han hecho análisis, no se han reportado impactos. También porque sus características biológicas no representan una amenaza al entorno (p. ej. Porque tienen un ciclo de vida largo, o no tienen una alta tasa reproductiva). Por último, se identificaron especies “sin suficiente información” que son aquellas para las que no se han hecho análisis o no hay información suficiente para poder clasificarlas.

A parte de seleccionar aquellas especies ampliamente reconocidas por ser o no ser invasoras, se escogieron también especies para las que no hay información ni clasificación, esto mediante consultas con los asesores del proyecto (comunicación personal). Esto nos permitió conocer más sobre las especies del PEC y poder priorizar aquellas especies más importantes de atención.

La categorización *a priori* sirve para calcular el umbral de categorización (Vilizzi, Piria, & Copp, 2022; Vilizzi & Piria, 2022) utilizando el índice de Youden (“J”) (descrito en sección 1.4 de esta metodología) (Mendoza et al., 2015).

1.2 Llenado de cuestionario.

Para el análisis de riesgo se seleccionó el Análisis de Riesgo de Invasión de Especies de Plantas Terrestres (TPS-ISK v4), una herramienta macro de Excel disponible de manera gratuita en la página del Centro por el Ambiente, Pesca y Ciencias de la Acuicultura (CEFAS- *Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science*) del Gobierno de Reino Unido (<https://www.cefas.co.uk/expertise/research-advice-and-consultancy/non-native-species/decision-support-tools-for-the-identification-and-management-of-invasive-non-native-aquatic-species/>, consultado en 06/08/2024). Esta herramienta consiste en un cuestionario de 55 preguntas sobre las características y comportamiento del taxón evaluado dentro y fuera del área de invasión y del área de estudio.

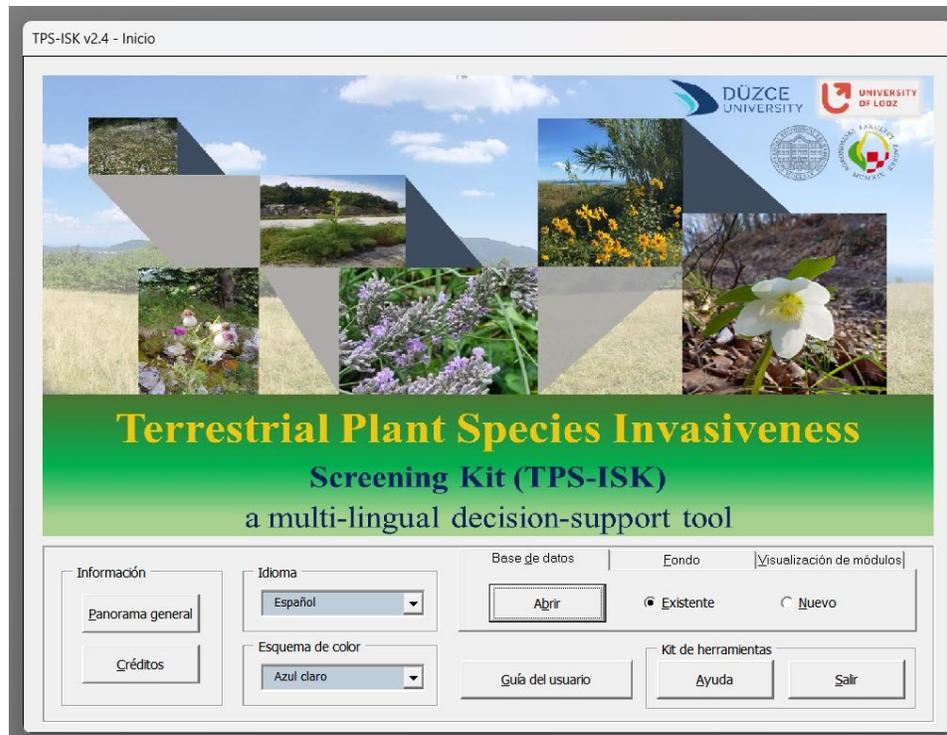


Figura 2. Pantalla de inicio del programa TPS-ISK

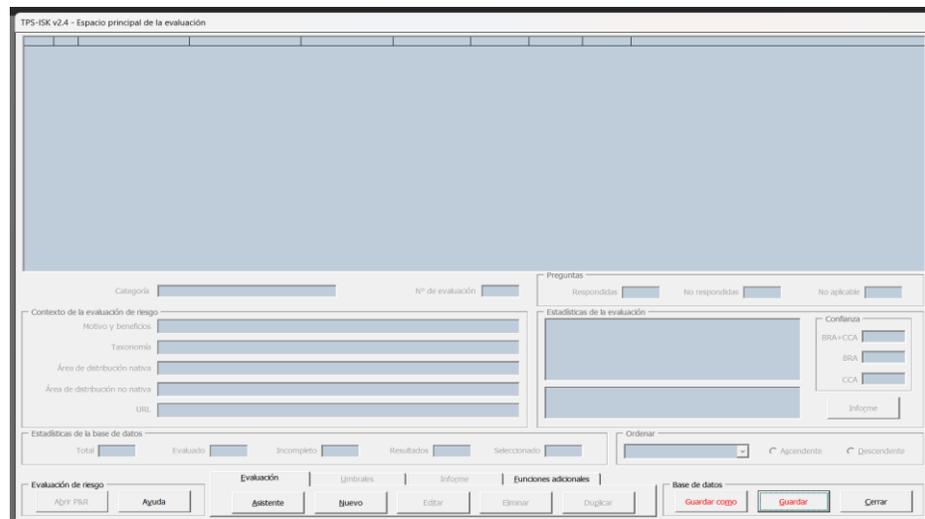


Figura 3. Pantalla de inicio al crear una nueva base de datos en el programa TPS-ISK.

Para iniciar, se debe definir la región del área de estudio, así como otros datos de referencia (Fig. 4) que permitirán al asesor, o a cualquier interesado, poder consultar o replicar los análisis. Aunque solo algunos campos son requeridos por el sistema, es recomendado por los creadores del análisis (Vilizzi & Piria, 2022) que se llenen todos los campos para que así el asesor se pueda retomar o replicar el análisis en un futuro.

The image shows a software window titled "TPS-ISK v2.4 - Nuevo". It contains two main sections: "Detalles del taxón y del evaluador" and "Contexto de la evaluación de riesgo".

Detalles del taxón y del evaluador

- Categoría***: A dropdown menu with the text "Por favor seleccione".
- Nombre del taxón***: A text input field.
- Nombre común***: A text input field.
- Evaluador***: A text input field.

Contexto de la evaluación de riesgo

- Motivo y beneficios socioeconómicos**: A large text input area.
- Área de análisis de riesgo***: A text input field.
- Taxonomía**: A large text input area.
- Área de distribución nativa**: A large text input area.
- Área de distribución no nativa**: A large text input area.
- URL**: A text input field.

At the bottom of the window are three buttons: "Ayuda", "Cancelar", and "Guardar".

Figura 4. Datos solicitados por el sistema para comenzar un análisis de riesgo. Las casillas con asterisco (*) son obligatorias para continuar. Se recomienda llenar todas las casillas para futuras referencias.

Para contestar 47 de las 55 preguntas del análisis se revisaron diversas fuentes, desde revistas científicas hasta blogs de internet, utilizando las palabras clave que contestaran la pregunta (por ejemplo, “domesticación”, “cultivar”, y sus traducciones al inglés, para responder la pregunta 1 “¿Se ha sometido el taxón a un proceso de domesticación por, al menos, 20 generaciones?”), y relacionando al taxón de interés, consultando también en múltiples idiomas.

El análisis ofrece tres opciones de respuesta, “Sí”, “No” y “No aplicable”. Cuando se contesta “Sí” o “No” a una pregunta, se espera que la respuesta esté basada en evidencia documentada. En caso de que la respuesta sea “No aplicable”, puede ser porque no hay evidencia documentada que sustente una respuesta positiva o negativa, o bien que la pregunta no aplica al taxón evaluado.

Dentro del programa también se encuentra un apartado donde se debe escribir la justificación a la respuesta, la información que sustente la selección y las referencias bibliográficas donde se consultó.

También se debe seleccionar un nivel de confianza de tu respuesta. Para abordar la incertidumbre, se utilizó la guía del Panel Internacional en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) (*IPCC Guía de incertidumbre - reporte de análisis.*, 2005) según lo establecido por Vilizzi et al. (2022). El programa te ofrece cuatro posibles opciones para este apartado: “Bajo”, “Medio”, “Alto”, y “Muy alto”. La selección de la respuesta se basó tanto en la cantidad de evidencias que confirmaban la respuesta, o bien, el consenso entre investigadores considera la respuesta apropiada, aunque hubiera poca/limitada evidencia.

Para esto, se seleccionó el nivel más alto de confianza (“Muy alto”) cuando la respuesta y justificación se obtuvieron de artículos científicos. Para un nivel “Alto” se consideraban artículos que no eran concluyentes pero los autores consideraban posibles (juicio experto). El nivel “Medio” se utilizó cuando los artículos consultados hablaban de taxones cercanos al taxón de interés (subespecie, variedades, híbridos, especies del mismo género), y el “Bajo” cuando

la información provenía de fuentes de información informales como blogs de internet sobre jardinería.

Se deben llenar los tres campos (Respuesta, Confianza y Justificación) (Fig. 5) para que el sistema te permita continuar con las preguntas. El programa es navegable, por lo que es posible saltar entre preguntas pudiendo regresar a cualquiera en cualquier momento.

The screenshot displays the 'Evaluación de riesgo básica (BRA) - Pregunta 1 de 55' interface. The main question is: '¿Se ha sometido el taxón a un proceso de domesticación por, al menos, 20 generaciones?'. Below the question is a 'Guía de Preguntas' section with instructions: 'El taxón debe de haber sido cultivado de manera deliberada y sujeto a selección humana sustancial por al menos 20 generaciones, o está documentada su existencia o dispersión en áreas confinadas (p. ej. jardines botánicos, parques nacionales). Esto puede ser en el área de distribución nativa o en el área de distribución no nativa del taxón.' The 'Respuesta' dropdown menu is open, showing options: 'Por favor seleccione', 'Sí', 'No', and 'No aplicable'. The 'Confianza' dropdown menu is also open, showing options: 'Por favor seleccione', 'Baja', 'Media', 'Alta', and 'Muy alta'. A large red text area is present for justification. At the bottom, there are navigation buttons ('<<Primera', '<Previa', 'Siguiente>', 'Última>') and evaluation buttons ('Borrar campos', 'Borrar evaluación', 'Cancelar', 'Guardar'). A progress bar at the bottom shows 55 questions, with question 1 highlighted as answered.

Figura 5. Visualización de la pantalla de las preguntas. Arriba indica el número de pregunta, y se muestran las opciones para contestar los campos de “Respuesta” y “Confianza”.

Para responder la pregunta 26 “¿Puede el taxón poner bajo presión competitiva a especies nativas amenazadas o protegidas en el área de análisis de riesgo?” se utilizó la información contenida en el Anexo 1.2, donde se recopilaron los

nombres de las especies que estén bajo alguna categoría protección bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 o en alguna categoría de riesgo según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Al finalizar este cuestionario, se obtendrán dos valores: el de las condiciones actuales o el Análisis de Riesgo Básico (BRA – *Basic Risk Assessment*) y el Análisis de Riesgo Básico y Análisis de Cambio Climático (BRA+CCA – *Basic Risk Assessment and Climate Change Assessment*).

1.3 Desarrollo de mapas de distribución potencial.

Ocho de las 55 preguntas están relacionadas a la distribución espacial y riesgo de establecimiento (Fig. 6). Para contestarlas se sugiere que se elaboren mapas de distribución potencial a partir del modelado de nicho ecológico.

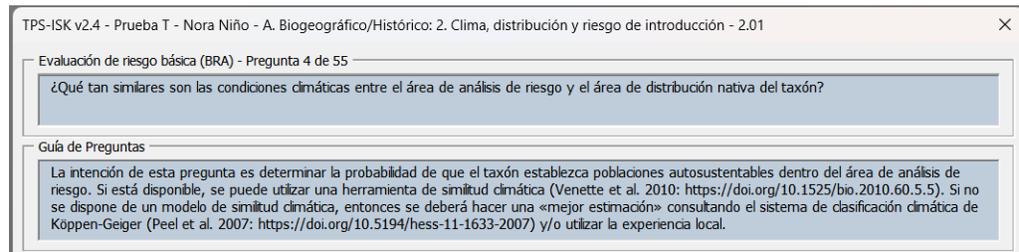


Figura 6. Ejemplo de pregunta relacionada a la distribución espacial del taxón.

Se utilizaron múltiples paquetes en R Studio, como el paquete “enmSdmX: Species distribution modeling and ecological niche modeling” (Modelado de distribución de las especies y modelado de nicho ecológico). En el programa QGIS se obtuvo la proyección espacial y se desarrollaron las composiciones de los mapas de distribución.

Se obtuvieron los puntos de observación de los taxones (consultados y obtenidos de GBIF) y las 19 variables bioclimáticas obtenidas de WorldClim con una resolución espacial de 1 km² al ecuador (30 segundos arco). El área de calibración

se realizó utilizando las coordenadas 0° N a 42° N y 70° O a 125° O. Con el programa R se realizó un análisis de Colinealidad que identifica las variables bioclimáticas de mayor importancia para el establecimiento del taxón según los datos de presencia obtenidos de GBIF. Para obtener el modelado de la distribución potencial se utilizó el algoritmo *Random Forest*. Así entonces, se obtienen los lugares que tienen mayor probabilidad de establecimiento y, por ende, las zonas más susceptibles a la invasión.

Una vez obtenidos los modelados en el programa, se guardan en un archivo compatible (*.geopackage*) con el programa de proyección espacial QGIS, para su reclasificación en la probabilidad de presencia o establecimiento, y, por consiguiente, la elaboración de los mapas de distribución potencial.

Para la modelación en escenarios futuros, se utilizaron las coberturas bioclimáticas de las “Simulaciones climáticas globales” en su sexta fase (CMIP6 – *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6*), bajo el modelo MPI-ESM1-2-HR, en la Trayectoria Socioeconómica compartida (SSP – *Shared Socioeconomic Pathways*) 5 – 8.5 que predice altas emisiones de carbono para el periodo 2041-2070; estas fueron recuperadas de la plataforma CHELSEA con una resolución aproximada de 1 km² al ecuador.

Una vez teniendo ambos modelos, se realiza una reclasificación y resta de las capas ráster para poder evaluar si hubo un cambio positivo (incremento de la idoneidad de hábitat), negativo (decremento de la idoneidad) o no hubo cambios. Esto permite responder las últimas 5 preguntas del cuestionario, en conjunto con revisión bibliográfica que pueda sustentar las respuestas.

En el Anexo 1.3 se encuentra la tabla con el listado de los predictores que mayor influencia tuvieron para cada modelado de las especies, incluyendo los valores estadísticos obtenidos.

1.4 Curva ROC e índice de Youden “J”.

Para poder calibrar la efectividad del TPS-ISK se utilizó la curva Característica Operativa del Receptor (ROC - *Receiver Operating Characteristic*), que determina la habilidad del análisis para discriminar verdaderos positivos (invasores) de falsos positivos (no invasores). Este es un método estadístico que compara especificidad (proporción de falsos positivos identificados) y sensibilidad (proporción de verdaderos positivos identificados). Al calcularlo, se obtiene un área bajo la curva (AUROC – *Area Under the ROC curve*) que se representa con valores de 0 a 1, donde más cercano a uno indica una mejor capacidad de discriminación, y menor o igual a 0.5 una discriminación no mejor que el azar (Mendoza et al., 2015).

Posteriormente se calculó el índice de Youden “J”; que representa el valor donde la sensibilidad y la especificidad están en el punto máximo. Este valor permite clasificar el nivel de riesgo de invasión en “Riesgo bajo”, “Riesgo medio” y “Riesgo alto”.

Se utilizó el paquete pROC en el programa R, y se diseñó y utilizó un código (Fig. 7) para el cálculo de ambos estadísticos. Para esto, se utilizó la preclasificación realizada en la sección 1.1 y los puntajes obtenidos para la evaluación básica (BRA) (Vilizzi, Piria, & Copp, 2022; Vilizzi et al., 2024; Vilizzi & Piria, 2022).

```

# Cargar la librería pROC
library(pROC)

# Datos con la preclasificación como bajo y alto; y se usan los puntajes de riesgo y las
categorías de la preclasificación.
especies <- data.frame(
  puntaje = c(-5, 30),
  categoria_real = c("bajo", "alto") ) # Categorías de la preclasificación.
# Convertir las categorías a una variable binaria (Alto = 1, Bajo = 0)
especies$real_binaria <- ifelse(especies$categoria_real == "alto", 1, 0)
# Calcular la curva ROC
roc_resultado <- roc(especies$real_binaria, especies$puntaje)
roc_resultado
#Intervalos de confianza
ci(roc_resultado)
# Obtener el índice de Youden (máxima sensibilidad + especificidad - 1)
youden_index <- coords(roc_resultado, "best", ret = c("threshold", "sensitivity",
"specificity"))
print(youden_index)
# Clasificación de las especies según el umbral
umbral_optimo <- youden_index$threshold
especies$clasificacion <- ifelse(especies$puntaje >= umbral_optimo, "alto", "bajo")
# Mostrar el resultado
print(especies)
# Graficar la curva ROC
options(scipen=999)
plot(roc_resultado, main = "Curva ROC", xlab = "Especificidad", ylab = "Sensibilidad",
legacy.axes=TRUE)

```

Figura 7. Código para realizar los estadísticos: Curva ROC e Índice de Youden (J).

Resumen metodología para análisis de riesgo.

Síntesis de metodología de Análisis de Riesgo TPS-ISK

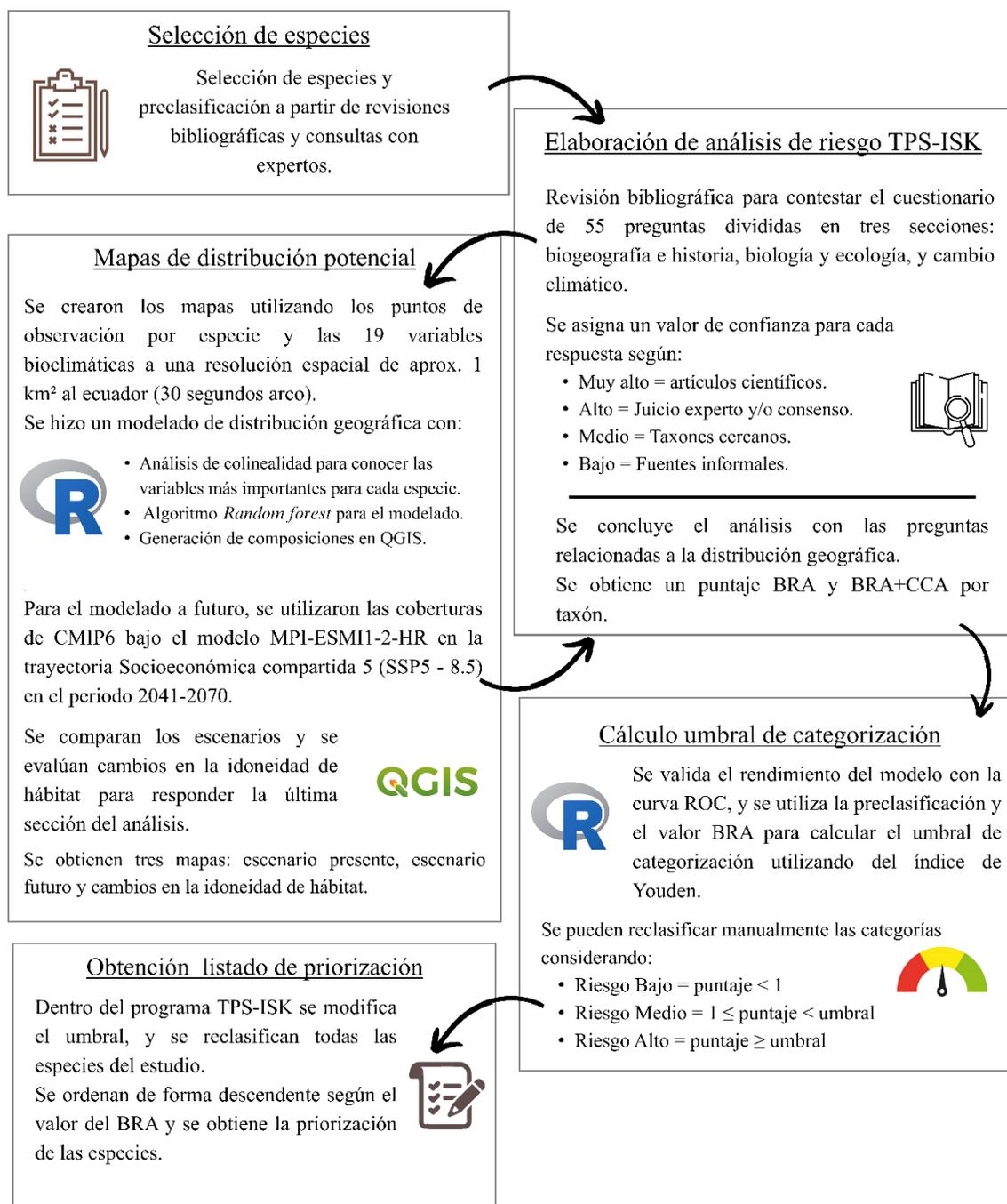


Figura 8. Se ordenan los pasos que se siguieron para completar la metodología del primer objetivo: priorización de especies exóticas invasoras.

Resultados

1.1 Selección de especies y preclasificación

De las 47 especies reportadas para PEC se consideraron seis especies como no invasoras, 28 son invasoras reconocidas, y 13 son especies que no han sido evaluadas y por ende no pueden ser preclasificadas, o son posiblemente nativas o de origen incierto.

Se analizaron un total de 26 especies (Tabla 1), seleccionadas mediante la preclasificación y la consulta con el comité asesor.

Tabla. 1. Listado de especies seleccionadas para el estudio.

Selección y preclasificación de especies			
Bajo potencial invasor		Alto potencial invasor	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	común
<i>Jasminum mesnyi</i>	Jazmín amarillo	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín del mediterráneo
<i>Lysimachia arvensis</i>	Jabonera europea	<i>Bromus catharticus</i>	Zacate de rescate
<i>Malus domestica</i>	Manzano	<i>Cynodon dactylon</i>	Gallitos
<i>Prunus persica</i>	Durazno	<i>Hedera helix</i>	Hiedra
<i>Pyracantha koidzumii</i>	Piracanto taiwanés	<i>Hyparrhenia hirta</i>	Cerillo
<i>Torilis nodosa</i>	Barandilla	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Sombrilla japonesa
<i>Coronilla varia</i> *	Coronilla rosa	<i>Lactuca serriola</i>	Lechuga silvestre
<i>Oxalis corniculata</i> *	Agritos o Acedera	<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno chino

<i>Potentilla indica</i> *	Falsa fresa	<i>Linaria vulgaris</i>	Linaria
<i>Pteris vittata</i> *	Helecho chino	<i>Melinis repens</i>	Zacate africano rosado
		<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo sudamericano
		<i>Plantago major</i>	Cancerina euroasiática
		<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla
		<i>Tropaeolum majus</i>	Mastuerzo sudamericano
		<i>Vinca major</i>	Hierba doncella del mediterráneo
	<i>Youngia japonica</i>	Arpa de halcón oriental	

* Especies que no tienen información de impactos, pero que serán consideradas de bajo impacto para el análisis estadístico “J” de Youden.

1.2 Llenado de cuestionario.

Al finalizar el análisis de riesgo el sistema proporciona los resultados o puntajes por especie, uno para un escenario presente (BRA) y otro que considera el cambio climático (BRA+CCA). En la Tabla 2 se muestran los taxones en orden alfabético con sus puntajes; y en la última sección (1.4 índice de Youden) se encuentra el listado ordenado por prioridad de atención.

Tabla 2. Taxones en orden alfabético.

Listado de puntajes del análisis de riesgo TPS-ISK		
Nombre del taxón	BRA	BRA+CCA
<i>Asphodelus fistulosus</i>	29	27
<i>Bromus catharticus</i>	27	25
<i>Coronilla varia</i>	23.5	17.5

<i>Cynodon dactylon</i>	39	41
<i>Hedera helix</i>	53	49
<i>Hyparrhenia hirta</i>	37	43
<i>Jasminum mesnyi</i>	-5	-11
<i>Koelreuteria paniculata</i>	30	32
<i>Lactuca serriola</i>	18	18
<i>Ligustrum lucidum</i>	48	52
<i>Linaria vulgaris</i>	30.5	18.5
<i>Lysimachia arvensis</i>	15	27
<i>Malus domestica</i>	3	-3
<i>Melinis repens</i>	42	46
<i>Nicotiana glauca</i>	54	54
<i>Oxalis corniculata</i>	30	30
<i>Plantago major</i>	27	27
<i>Potentilla indica</i>	25	13
<i>Prunus persica</i>	5	5
<i>Pteris vittata</i>	15	15
<i>Pyracantha koidzumii</i>	8	2
<i>Ricinus communis</i>	49	61
<i>Torilis nodosa</i>	17	11
<i>Tropaeolum majus</i>	22	12
<i>Vinca major</i>	38	26
<i>Youngia japonica</i>	19	27

1.3 Desarrollo de mapas de distribución potencial.

A continuación, se muestra un ejemplo de la composición de los mapas de distribución potencial o similitud climática (Fig. 9). Se pueden observar la distribución actual, la distribución considerando el cambio climático, y un mapa de cambios en el tiempo en el que se pueden observar la variación entre escenarios presente y futuro.

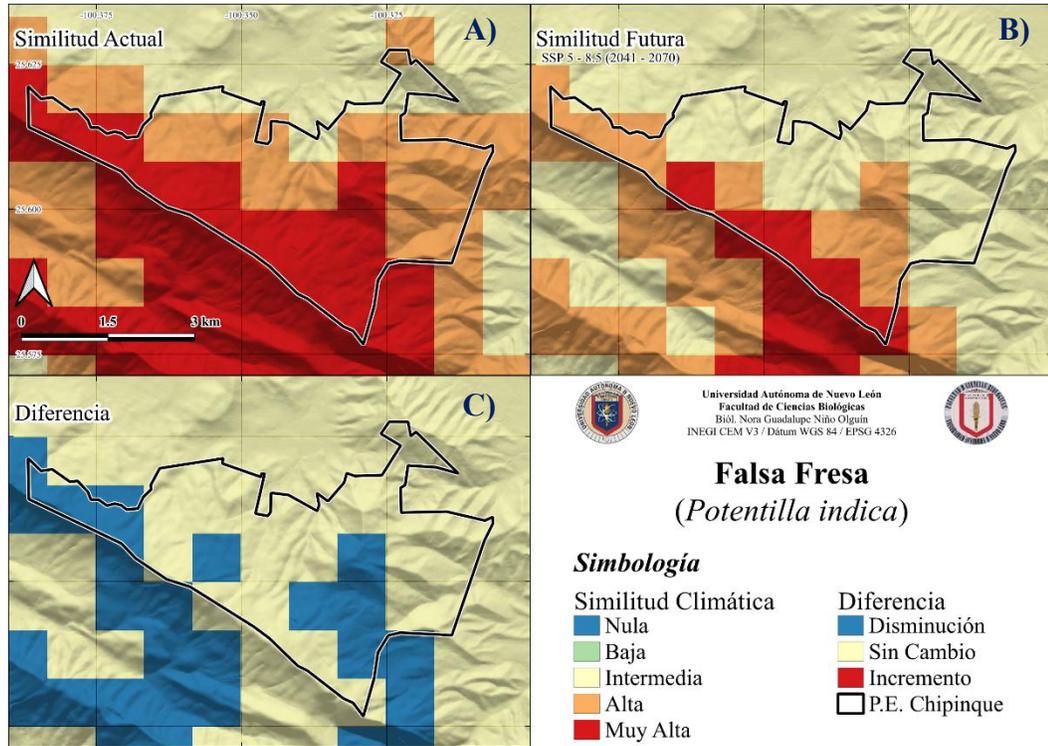


Figura 9. Composición de la especie *Potentilla indica* o Falsa fresa. A) mapa de la distribución potencial actual. B) Mapa de distribución potencial futura. C) Diferencia entre la distribución potencial presente y futura, para comprender la evolución con el tiempo.

1.4 Curva ROC e índice de Youden “J”.

Se utilizó el código diseñado (metodología sección 1.4) para el desarrollo de la curva ROC (Fig. 10), obteniendo un valor de 0.9219 (0.8183-1; 95%); que significa que el análisis de riesgo TPS-ISK fue de utilidad para discriminar las especies invasoras de las no invasoras vegetales en el PEC, con una alta significancia estadística.

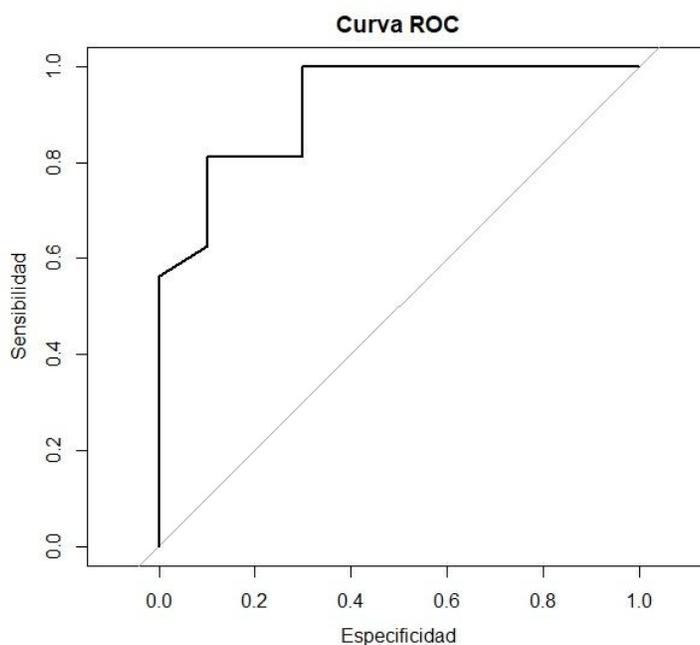


Figura 10. Curva Característica Operativa del Receptor (ROC) para el análisis de 26 especies vegetales en PEC usando TPS-ISK.

El índice de Youden establece el umbral de clasificación con valor de 26. Este valor representa la máxima la sensibilidad (0.8125) y la especificidad (0.9), que permiten discriminar las especies de alto nivel de invasión.

Posteriormente, se designó este umbral dentro del programa de Análisis de Riesgo, y automáticamente se generó una nueva clasificación. Así se generó el siguiente listado con las especies prioritarias para su atención dentro de PEC (Tabla 3).

Tabla 3. Priorización de especies exóticas de PEC.

Priorización de especies exóticas del Parque Ecológico Chipinque					
Especies		Valor TPS-ISK			
Nombre común	Nombre científico	BRA	Nivel de riesgo presente	BRA+CCA	Nivel de riesgo futuro
Tabaquillo sudamericano	<i>Nicotiana glauca</i>	54	Alto	54	Alto
Hiedra	<i>Hedera helix</i> * -	53	Alto	49	Alto
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i> * -	49	Alto	61	Alto
Trueno chino	<i>Ligustrum lucidum</i> /	48	Alto	52	Alto
Zacate africano rosado	<i>Melinis repens</i> * -	42	Alto	46	Alto
Gallitos	<i>Cynodon dactylon</i>	39	Alto	41	Alto
Hierba doncella del mediterráneo	<i>Vinca major</i>	38	Alto	26	Alto
Cerillo	<i>Hyparrhenia hirta</i> * -	37	Alto	43	Alto
Linaria	<i>Linaria vulgaris</i> +	30.5	Alto	18.5	Medio
Sombrilla japonesa	<i>Koeleria paniculata</i> /	30	Alto	32	Alto
Agritos o acedera	<i>Oxalis corniculata</i>	30	Alto	30	Alto
Cebollín del mediterráneo	<i>Asphodelus fistulosus</i> * -	29	Alto	27	Alto
Cancerina euroasiática	<i>Plantago major</i>	27	Alto	27	Alto
Zacate de rescate	<i>Bromus catharticus</i>	27	Alto	25	Medio
Falsa fresa	<i>Potentilla indica</i>	25	Medio	13	Medio
Coronilla rosa	<i>Coronilla varia</i> * -	23.5	Medio	17.5	Medio
Mastuerzo sudamericano	<i>Tropaeolum majus</i>	22	Medio	12	Medio
Arpa de halcón oriental	<i>Youngia japonica</i>	19	Medio	27	Alto
Lechuga silvestre	<i>Lactuca serriola</i>	18	Medio	18	Medio
Bardanilla	<i>Torilis nodosa</i>	17	Medio	11	Medio
Jabonera europea	<i>Lysimachia arvensis</i>	15	Medio	27	Alto
Helecho chino	<i>Pteris vittata</i>	15	Medio	15	Medio
Piracanto taiwanés	<i>Pyracantha koidzumii</i>	8	Medio	2	Medio
Durazno	<i>Prunus persica</i>	5	Medio	5	Medio
Manzano	<i>Malus domestica</i>	3	Medio	-3	Bajo
Jazmín amarillo	<i>Jasminum mesnyi</i>	-5	Bajo	-11	Bajo

(*) Especies reportadas en el decreto de Especies Exóticas Invasoras (DOF - Diario Oficial de la Federación, 2016). (-) Especies con análisis de riesgo MERI (CONABIO, 2015). (+) Especies reportadas como Malezas Reglamentadas por SENASICA. (/) Especies en el reglamento para protección ambiental y desarrollo sustentable del Municipio de SPGG.

De las 26 especies analizadas, 14 fueron clasificadas como de alto riesgo de invasión y de estas cinco se encuentran dentro del decreto que establece las especies exóticas invasoras en el país (DOF - Diario Oficial de la Federación,

2016). La especie *Linaria vulgaris* aparece en el listado de malezas reglamentadas por la SENASICA, y la especie *Coronilla varia* que, aunque se encuentra dentro del decreto del Diario Oficial, en el presente análisis se clasificó como de riesgo medio de invasión. Las especies *Koeleria paniculata* y *Ligustrum lucidum* no se encuentran en el Diario Oficial, pero sí en el reglamento orgánico de SPGG.

Discusión

Los análisis de riesgo (en inglés *risk analysis*) se dividen en tres secciones: evaluación preliminar o *risk screening*, evaluación de riesgo o *risk assessment*, y comunicación y manejo de riesgo o *risk communication and management* (Panetta & Grigg, 2021; Robertson et al., 2021; Vilizzi et al., 2024). Los términos se han usado de manera intercambiable, y debido a que hay cierta incertidumbre en su uso, en el presente párrafo se sintetizan las definiciones y usos. La evaluación preliminar de riesgo (*risk screening*) es una evaluación rápida, usualmente con preguntas con respuesta binaria (sí” o “no”), que pueden utilizarse con poca información pero que, al no profundizar, no permiten clasificar de manera precisa las especies por prioridad de atención. Un ejemplo de esta herramienta es el Método de Evaluación Rápida de Invasividad - MERI (CONABIO, 2015). La evaluación de riesgo (*Risk assessment*) es una herramienta más compleja, que profundiza en los impactos de una EEI en los aspectos económico, social, sanitario, y también revisa las estrategias de manejo. Utiliza información disponible a la fecha y la información específica del área de estudio, como los números poblacionales de las EEI, impactos específicos, magnitud de éstos, y otros datos cuantitativos. Es una herramienta que requiere información específica y precisa, y aunque es excelente para priorizar especies, resulta demandante en tiempo para aplicarla a todas las especies necesarias de un área de estudio, lo que podría retrasar las acciones para la prevención y manejo. Algunos ejemplos de estas herramientas son el análisis de riesgo de maleza (*Weed Risk Assessment – WRA*, [(Pheloung et al., 1999) y sus modificaciones (*Sifuentes Torres, 2020*).

Se han desarrollado muchas herramientas y estrategias para atacar un problema tan amplio como lo son las invasiones biológicas, y ese es el caso del TPS-ISK. Esta es una herramienta de evaluación preliminar con características de una evaluación formal, es decir combina ambos pasos (*screening* y *assessment*), y busca balancear la eficiencia de la priorización y la profundidad de investigación, lo que permite enfocar de mejor manera los esfuerzos y recursos limitados para poder manejar la problemática de las invasiones biológicas ((Vilizzi, Hill, et al., 2022; Vilizzi, Piria, & Copp, 2022; Vilizzi et al., 2024).

El uso de herramientas de análisis de riesgo para especies invasoras ha sido un tema de discusión por mucho tiempo, ya que los resultados podrían estar sesgados por los investigadores, las zonas de riesgo, motivos socioeconómicos y sobre todo por la complejidad intrínseca de la naturaleza (Hulme, 2012). Aun así, se ha demostrado su efectividad como una de las mejores herramientas y estrategias utilizadas en el manejo de las invasiones biológicas, pues se ha utilizado en cultivares, híbridos, taxones infraespecíficos (Gordon et al., 2016), y se han hecho propuestas y análisis de casos para organismos genéticamente modificados (Keese et al., 2014).

En el PEC se realiza el manejo de dos especies: el trueno chino y la sombrilla japonesa. Por un lado, se han realizado múltiples análisis para el trueno chino, pues es un taxón ampliamente reconocido como invasor (GISD, 2006; CABI 2016). El análisis WRA modificado para Hawái le dio un puntaje de 19 (Plant Pono, 2017), y el WRA para Japón, un puntaje de 20.35 (Egawa & Matsuhashi, 2022), mientras que en el WRA modificado para México obtuvo puntaje de 27 (PNUD, 2019). Para este estudio se obtuvo un valor TPS-ISK de 48. Es una notoria diferencia, y puede deberse a que la metodología novedosa del TPS-ISK considera escenarios de cambio climático, además de que, desde la última evaluación en 2022 al presente, se ha actualizado la información sobre los impactos de esta especie (Dreyer et al., 2019).

La sombrilla japonesa es un árbol que se reconoce por ser invasor y su manejo está regulado por las leyes de las ANPs y las del gobierno municipal de San Pedro Garza García en Nuevo León (Gobierno municipal de SPGG, 2024). El análisis de riesgo de malezas para Parque Nacional Cumbres de Monterrey otorgó un valor de WRA de 6 (PNUD, 2019), por otra parte, en Serbia se le asignó un puntaje de 35/39 en un análisis

que modificaron Ljubojević et al. (2021), y en el presente análisis se obtuvo un puntaje de TPS-ISK de 30. Aunque en los tres casos se caracteriza al taxón como invasor de alto riesgo, las diferencias en los puntajes pueden deberse a la diferencia de la modelación de similitud climática y a las características del sitio de estudio.

La clasificación en categoría de riesgo “alto” de otros taxa coincide con otros estudios, como el caso de la higuera (*Ricinus communis*) en Florida (Gordon et al. 2011), o del trueno chino (*Ligustrum lucidum*) y la hierba doncella del mediterráneo (*Vinca major*) en Japón (Egawa y Matsubishi 2022).

El presente estudio demostró que otras especies por el elevado riesgo que representan, como el tabaquillo sudamericano (*Nicotiana glauca*, valor TPS-ISK = 54) y la hiedra inglesa (*Hedera helix*, valor TPS-ISK = 53) deberían ser consideradas como prioritarias para atención. Considerando lo anterior, en la calibración realizada para la evaluación de la función del TPS-ISK se obtuvo un valor de 59 para la hiedra inglesa, lo que nuevamente denota el potencial invasor de este taxón (Vilizzi et al., 2024). En relación con los puntajes de estas dos especies, en análisis realizados en EE. UU., la hiedra obtuvo un puntaje de 11 (*University of Florida*, 2016) y el tabaquillo, 17 (*Plant Pono*, 2018). A este respecto cabe mencionar que, aunque los puntajes son distintos, la categoría de riesgo alto prevalece. Estas diferencias de puntajes, nuevamente, tendrían que ver con la modelación de la similitud climática, la delimitación del área de estudio y la disponibilidad de nueva información.

Se han utilizado distintas aproximaciones estadísticas para analizar la efectividad del análisis de riesgo y la priorización de las especies, uno de ellos es el índice de Youden que sirve para diferenciar verdaderos positivos (invasores) de verdaderos negativos (no invasores). Este índice tiene valores de 0 a 1, donde 1 es una clasificación perfecta. El valor obtenido para el trabajo fue de 0.9219 (0.8183-1; 95%), que denota una buena capacidad del programa para diferenciar especies invasoras de riesgo medio y alto (Mendoza, Luna y Aguilera 2015). Uno de los puntos interesantes a considerar sobre la interpretación de los estadísticos en los análisis de riesgo es que los estadísticos prueban la aplicación del análisis y no la funcionalidad de éste (Hulme, 2012), por lo que, aunque se haya conseguido un valor estadístico alto, no puede darse por hecho que la predicción

vaya a cumplirse. Al final, eso es parte de la gran variabilidad inherente y complejidad del clima, las especies vegetales, y los ecosistemas naturales en general.

Una característica distintiva del presente análisis son los puntajes obtenidos que superan los 50 puntos. Esto no se observa comúnmente con análisis dedicados a especies animales acuáticas (To et al., 2022) o terrestres (Vilizzi, Piria, Pietraszewski, et al., 2022) cuyos valores suelen rondar los 30 y 40 puntos. A la fecha son escasos los análisis que utilizan el TPS-ISK, y la comparativa con herramientas basadas en WRA, o con herramientas *ISK* en animales puede ser inapropiada considerando las distintas metodologías, preguntas, y comportamientos de los distintos grupos. Por otro lado, la utilización de una nueva herramienta sin posibilidad de realizar comparaciones apropiadas puede también destacar el sesgo del investigador, pues los análisis de riesgo son herramientas flexibles, y aunque cuentan con guías para su utilización, pueden dar lugar a confusión o subestimación de las respuestas si no hay una preparación en la terminología técnica y la capacitación en su uso (Hulme, 2012). No obstante, esto fue considerado por los autores del TPS-ISK, y el diseño de preguntas y guías está enfocado para poder ser utilizado por distintos actores (Vilizzi et al., 2025), lo que sustenta la selección de este análisis para su aplicación en el presente trabajo.

Los análisis de riesgo han demostrado ser una excelente herramienta para la priorización de especies, aunque se recomienda su constante reevaluación y mejora (Egawa & Matsuhashi, 2022; Gordon et al., 2011, 2016; Hill et al., 2025; Hulme, 2012; Panetta & Grigg, 2021; Vilizzi et al., 2024, 2025).

Algo muy importante a destacar en todas estas propuestas, es la necesidad de generar herramientas interdisciplinarias, que consideren otros factores distintos a los ecológicos, como políticas públicas, economía, aspectos sociales.

CAPÍTULO 2. PROPUESTA DEL SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES SCI

Resumen

Las invasiones biológicas son procesos complejos que impactan distintas áreas e involucran factores ecológicos, sociales y económicos, lo que dificulta su prevención y control. Para enfrentarlas, se han propuesto metodologías que permiten generar planes de manejo y respuesta enfocados en especies invasoras prioritarias. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una propuesta para la implementación del Sistema de Comando de Incidentes (SCI) y un protocolo de Respuesta Rápida desplegable ante la presencia de especies exóticas invasoras prioritarias en el Parque Ecológico Chipinque (PEC). Se revisó el marco legal aplicable, identificando dependencias gubernamentales y organismos privados cuyas atribuciones los facultan para participar en la respuesta. Como resultado, se estableció una planeación en la que cada actor puede actuar conforme a sus responsabilidades legales, optimizando recursos y capacidades. Se obtuvo un mapa conceptual que define los actores clave y su rol dentro del SCI y del protocolo de respuesta. La propuesta del SCI brinda un marco estructurado, coordinado y eficiente para responder a eventos de invasión biológica. Este trabajo aporta una herramienta práctica, flexible y replicable que fortalece la capacidad de manejo de especies invasoras en contextos de conservación como el PEC.

Introducción

Las invasiones biológicas son procesos complejos e impredecibles cuyas afectaciones inciden en factores naturales (como las relaciones ecosistémicas) y antropogénicos (como la economía, la salud y otros factores sociales) (Roura-Pascual et al., 2024). Se ha recomendado la implementación de protocolos de Detección Temprana y Respuesta Rápida, diseñados con la intención de maximizar los recursos y esfuerzos necesarios para el manejo de las especies invasoras antes de que avancen en sus etapas y se vuelvan cada vez más costosas y complejas. Además, se ha recomendado el desarrollo y aplicación de protocolos de acción interdisciplinarios como el Sistema de Comando de Incidentes, que es un modelo de manejo y gestión que elimina conflictos de autoridad y asigna roles y

tareas según atribuciones legales para así orquestar una respuesta más eficiente ante el avistamiento de las EEI más importantes de un área (Burgiel, 2020; Reaser et al., 2020; Vaz et al., 2017).

Se diseñó un Plan de Acción Rápido y una propuesta de un Sistema de Comando para el manejo efectivo de las EEI prioritarias para PEC, buscando aportar en el desarrollo de habilidades y estrategias y atacar la problemática desde un enfoque integral y organizado.

Material y Métodos

2.1 Revisión bibliográfica de instituciones de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal, y de organismos externos.

Se revisaron las atribuciones legales de las dependencias de los diferentes niveles de gobierno, incluyendo el Gobierno Federal, el Gobierno Estatal de Nuevo León y el Gobierno Municipal de San Pedro Garza García, así como de las organizaciones independientes que pudieran ser partícipes; esto con la finalidad de analizar el marco legal imperante para el establecimiento de un sistema de Detección Temprana y Respuesta Rápida (DTRR). Se seleccionaron únicamente aquellos que pudieran tener relación con el manejo de las invasiones biológicas o sus impactos inmediatos como lo puede ser el bienestar, la economía y el comercio.

2.2 Constitución del Comando.

En esta sección se describen los componentes del comando, y la manera en la que cada uno debe participar. Esto se hace con la información obtenida de la revisión bibliográfica de las atribuciones legales de las diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

2.2.1. Comandante del incidente. – Este es el líder y responsable del despliegue del sistema ante una eventualidad.

2.2.2. Sección operaciones. – Encargado del despliegue táctico de las operaciones, de la organización y la dirección de los recursos (económicos, de personal o materiales).

- 2.2.3. Formación de equipos de trabajo con expertos. – Asignación de personal técnico experto en distintas áreas y disciplinas para poder consultar pasos clave.
- 2.2.4. Sección de planeación. – Encargado del diseño del Plan de Acción de Incidente (PAI), de la evaluación de la información, de que se cumplan los objetivos y mantiene el estado del recurso registrado y bajo cuidado.
- 2.2.5. Sección de logística. – El personal de logística se encarga de apoyar en las necesidades y proporcionar los servicios y recursos que sean necesarios para el despliegue del plan de acción.
- 2.2.6. Sección de Finanzas y Administración. – Se encarga de los análisis de gastos, de la contabilidad, de las adquisiciones y lleva un registro del recurso adquirido.
- 2.2.7. Funcionario de Información Pública. – Se encarga de la comunicación con medios masivos, es la imagen del SCI ante las eventualidades. Se encarga de informar a la población de la problemática, de los despliegues del plan de acción y de los logros obtenidos.
- 2.2.8. Funcionario de Seguridad. – Se encarga de velar por el bienestar del personal involucrado en el despliegue del plan de acción.
- 2.2.9. Funcionario de Enlace. – Su función es la de facilitar la comunicación entre las distintas dependencias y organismos que conforman el SCI.
- 2.2.10. Asesor legal. – Expertos en materia política, se encargan de obtener los permisos, concesiones y papelería necesaria para el despliegue de las acciones de manejo.
- 2.2.11. Asesor científico. – Expertos en la información para la identificación, monitoreo y definición de acciones específicas de manejo. Constituido por institutos, universidades y centros de investigación.

Al finalizar, se obtiene un diagrama con la jerarquía del SCI.

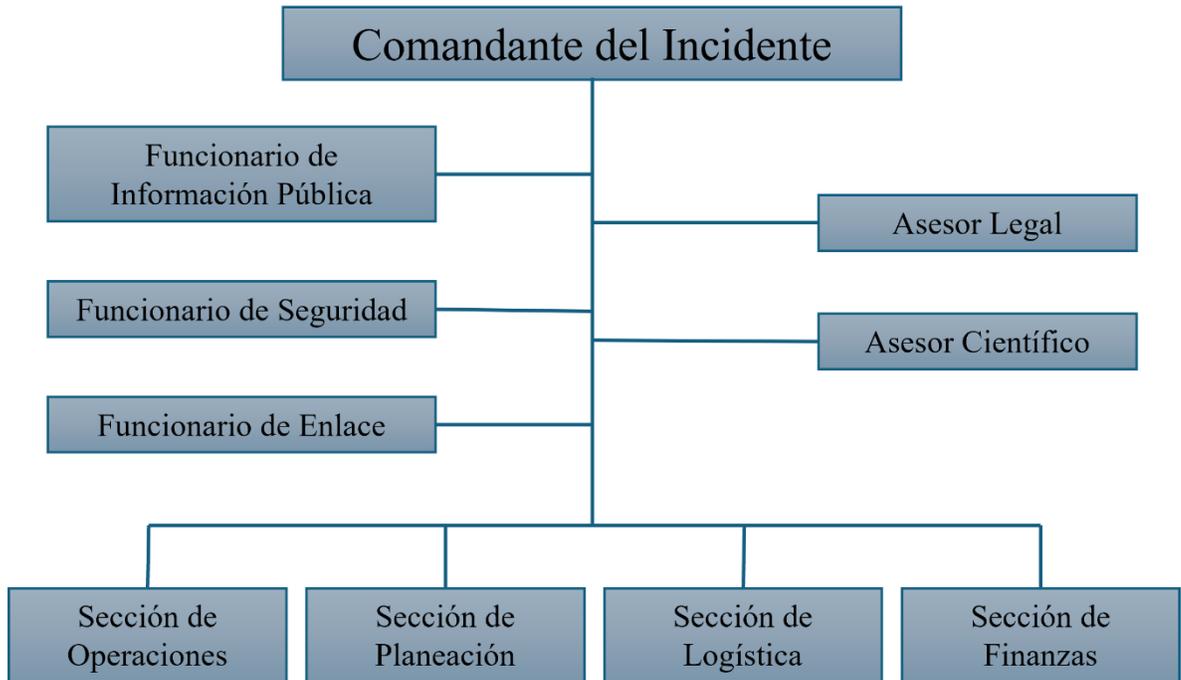


Figura 11. Estructura básica del Sistema de Comando de Incidentes.

2.3 Descripción de las atribuciones legales de las principales dependencias que participan en el sistema de comando de incidentes.

Una vez seleccionados los organismos que pueden conformar el SCI, se describieron las principales atribuciones legales de cada una, y se hicieron propuestas de cómo cada una puede ofrecer, según sus facultades, un apoyo al despliegue del plan de acción.

2.4 Papel de los organismos dentro del Protocolo de Respuesta Rápida (RR).

Utilizando la información obtenida de las secciones anteriores, se hace la propuesta del SCI donde se describe cómo los distintos organismos pueden ser partícipes al momento de presentarse un reporte de las especies exóticas invasoras prioritarias dentro del PEC.

Para esto, se describen las siguientes secciones:

- Fondo de Contingencia.
- Creación de capacidades en SCI.

- Descubrimiento de la especie.
- Alerta.
- Plan de Acción.
- Respuesta rápida.
- Movilización.
- Aplicación de medidas de contención, control o erradicación.
- Acciones trans jurisdiccionales.
- Participación social.

2.5 Ejecución del Plan de Acción.

Es necesario la utilización de un lenguaje en común para que todos los agentes involucrados puedan conocer el momento de entrada y salida al plan de respuesta rápida del SCI, asegurando la correcta y óptima utilización de los recursos. Para esto, se utiliza un gráfico llamado “P de Planeación” (Fig. 12) que muestra visualmente los pasos a seguir desde el momento de reporte de la contingencia (en este caso observación del taxón invasor) hasta la evaluación de resultados y cierre del despliegue de acción.

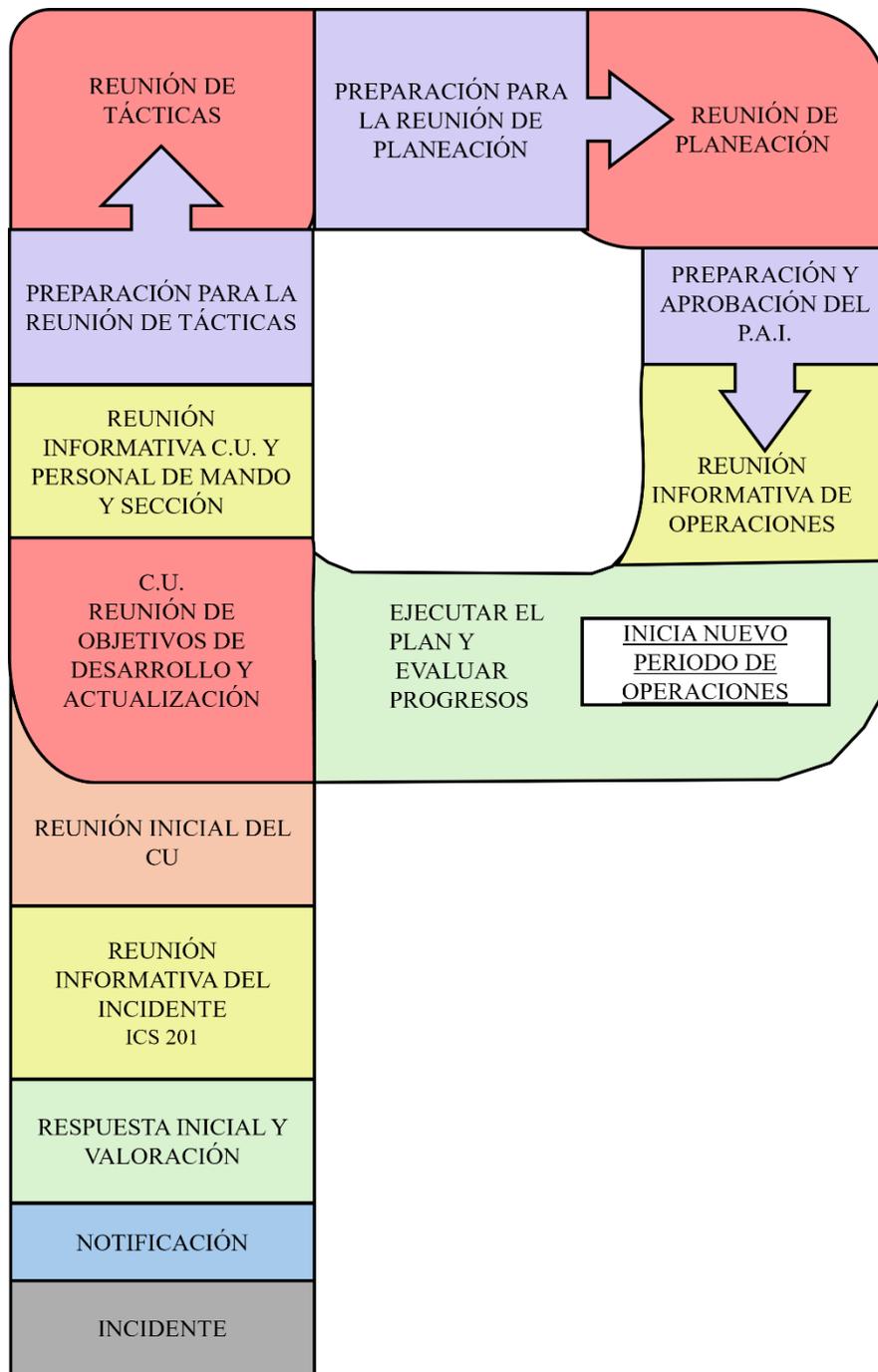


Figura 12. Representación del proceso de planificación utilizando el gráfico “P”.

Para esto, se describe cada uno de los catorce pasos del Plan de Acción, respondiendo para cada uno a las preguntas “quién”, “qué” y “cómo” indicando las acciones a realizar por la institución asignada según sus atribuciones legales.

1. Identificación del incidente. Quién y cómo se descubre una población de EEI prioritaria.
2. Notificación del incidente. Describe los pasos para la notificación a la autoridad ambiental correspondiente.
3. Respuesta y evaluación inicial. Aquí se deben establecer las rutas de consulta a expertos para registrar el avistamiento y para la correcta identificación taxonómica.
4. Informe sobre el incidente. En este paso, se debe informar al Comando del Incidente (C. I.) sobre el reporte, para comenzar la conformación del SCI.
5. Reunión inicial del Comando Unificado. Se designa la línea jerárquica de autoridad siguiendo la Estructura Básica del SCI, así como los objetivos de respuesta.
6. Objetivos de la Reunión. El C. I. define y pule los objetivos del Plan de acción.
7. Reunión del comandante del Incidente y personal general. En esta sección todo el Comando, es decir, los responsables, abren la comunicación entre ellos para asegurar la transparencia en las líneas de acción y asegurar el pleno entendimiento de sus funciones.
8. Preparación para la reunión táctica. Aquí se describen las acciones a llevar a cabo, las metas y objetivos para la creación de un plan de acción contra el incidente.
9. Reunión táctica. Aquí se asignan las tareas a los diversos agentes y áreas que participarán, asegurando que las metas y objetivos sean cumplidos en tiempo y forma.
10. Preparación para la reunión de Planificación. Aquí se desarrolla el escrito conteniendo el Plan de acción describiendo las acciones, metas y objetivos, así como los agentes y áreas participantes.
11. Reunión de Planeación. En esta reunión se reunirán los comandantes, y los líderes de la sección de planeación con los participantes clave para revisar el plan táctico.

12. Preparación y aprobación del Plan de Acción del Incidente. Los líderes y agentes involucrados prepararán, revisarán y aprobarán el Plan de Acción, asegurándose de contar con los recursos (personales, de equipos y económicos) necesarios.
13. Reunión informativa de operaciones. En esta sección, todos los integrantes del SCI deberán reunirse, y se presentará el plan de acción aprobado. La intención es que todos los involucrados conozcan el plan, y la manera en que se ven involucrados, incluyendo el momento de entrada y salida donde deberán presentarse informes y retroalimentación.
14. Ejecución del plan y evaluación del progreso. Una vez llevadas a cabo las acciones, se deberá evaluar y revisar retroalimentaciones a todos los equipos; con la intención de evaluar un próximo despliegue del Plan de Acción con las modificaciones necesarias.

Resultados

2.1 Revisión bibliográfica de instituciones de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal, y de organismos externos.

Se revisaron las atribuciones legales de las dependencias de los diferentes niveles de gobierno, incluyendo al Gobierno Federal, al Gobierno Estatal de Nuevo León y al Gobierno Municipal de San Pedro Garza García y de Monterrey, definiendo las siguientes para afrontar el problema de las EEI en PEC:

- Gobierno Federal
 - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
 - Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
 - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
 - Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)
 - Secretaría de Bienestar
 - Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI)
- Gobierno de Nuevo León
 - Secretaría General de Gobierno de Nuevo León
 - Secretaría de Turismo (SECTUR-NL)
 - Secretaría de Medio Ambiente (SMA-NL)
 - Secretaría de Educación
 - Secretaría de Salud (SSA-NL)
 - Parques y Vida Silvestre de Nuevo León (PVSNL)
- Gobierno Municipal de San Pedro Garza García (GOB-SPGG)
 - Secretaría General de Gobierno
 - Secretaría de Seguridad Pública
 - Secretaría de Desarrollo Urbano y Movilidad
 - Secretaría de Servicios Públicos y Mantenimiento de la Ciudad
 - Secretaría de Participación Ciudadana y Gobierno Abierto
- Gobierno Municipal de Monterrey (GOB-MTY)
 - Secretaría General de Gobierno
 - Secretaría del Ayuntamiento
 - Secretaría de Finanzas y Administración
 - Secretaría de Seguridad y Protección a la Ciudadanía
 - Secretaría de Servicios Públicos
 - Secretaría de Desarrollo Urbano Sostenible
 - Secretaría de Desarrollo Humano e Igualdad Sustantiva
- Organigrama de PEC
 - Comité de Gobierno
 - Comité de Planeación y Finanzas
 - Comité de Auditoría y Riesgos
 - Comité de Nominaciones y Talento
 - Comité Programático

- Comité de Turismo Sostenible
- Comité de Conservación
- Comité de Cultura de la Sostenibilidad
- Organismos externos
 - Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
 - Facultad de Ciencias Biológicas (UANL-FCB)
 - Facultad de Ciencias Forestales (UANL-FCF)
 - Instituto Tecnológico de Monterrey (ITSM)

2.2 Constitución del Comando.

Se constituyó el siguiente grupo de acción conformado por las distintas dependencias y organismos mencionados en la sección anterior, cuyo fin será el de ejecutar la Respuesta Rápida (RR).

- 2.2.1. Comandante del incidente. – La responsable del Comité de Conservación del PEC deberá ser la encargada de dirigir la respuesta, ya que todo el despliegue se llevará a cabo dentro de las instalaciones del parque.
- 2.2.2. Sección de Operaciones. –En la RR deberían ser partícipes en esta sección los guardabosques a cargo del Comité de Conservación del PEC, en conjunto con personal de la Dirección Noreste y Sierra Madre Oriental (DRNSMOR), CONANP, PNCM, PyVSNL y Dirección de Conservación de la Biodiversidad y del Suelo (DCBS-SMA), para poder llevar a cabo las acciones del despliegue táctico, además de la organización y dirección de recursos. Se sugiere que la Secretaría de Seguridad Pública del Estado y Protección Civil también participen en la capacitación y organización de respuesta, esto por la experiencia en los despliegues de Protección Civil y otros departamentos de seguridad.
- 2.2.3. Formación de equipos de trabajo con expertos:
 - Biología de organismos invasores y métodos de control y erradicación (UANL, ITSM).

- Aprobación de métodos de Control (Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental, SMA)
- Personal de Protección Civil (DPC-NL y SEGOB)
- Concesión de permisos, atribuciones legales y control de acceso (Dirección Jurídica, SMA; PNCM; Dirección de Inspección y Vigilancia, SMA, Consejo de Participación Ciudadana, PyVS)
- Control e inspección de avistamientos (Procuraduría Estatal del Medio Ambiente, SMA)

2.2.4. Sección de Planeación. – El PEC en sus comités de Conservación y Planeación y Finanzas deberán de dirigir la Planeación de la respuesta, auxiliados por la Dirección Noreste y Sierra Madre Oriental (DRNSMOR-CONANP) y la Unidad de Enlace de Proyectos (UEP-SMA). Y también la participación de los distintos Asesores Científicos (UANL, ITSM) que permitan planear rutas críticas específicas de acción para los distintos taxones prioritarios. Con fines de asesoría y aprobación de proyectos podría participar la Secretaría Técnica de la SMA (ST-SMA) y la Unidad de Enlace de Comunicación Social de la SMA (UECS-SMA).

2.2.5. Sección de Logística. – En esta sección se sugiere la participación de la SMA-NL desde la Dirección de Conservación de la Biodiversidad y del Suelo en conjunto con PyVSNL para el seguimiento de las políticas públicas y sanciones administrativas en referencia a los reglamentos que prohíban la dispersión de EEI en áreas naturales protegidas. Las secretarías de Turismo, Educación, Desarrollo Urbano y movilidad de SPGGI, de Servicios públicos de MTY y de Desarrollo Urbano de MTY, para apoyo en el transporte y también podrán participar en esta sección la Unidad de Enlace y Comunicación Social de la SEGOB-NL, para el plan de comunicaciones con la sociedad en general como para los integrantes del Comando. Por otra parte, se podría contar con el apoyo del Hospital Universitario, el IMSS Bienestar, para la provisión de servicios médicos en caso de presentarse un accidente.

- 2.2.6. Sección de Finanzas y Administración. – Para esta sección, se sugiere la guía del Comité de Planeación y Finanzas de PEC, en conjunto con la SMA-NL en su Dirección Administrativa, y la Secretaría de Finanzas y Administración Municipal de Monterrey y la Unidad de Administración y Finanzas de la SADER. Estas podrán coordinar la gestión de los recursos, repartiéndolos adecuadamente según las necesidades del plan de acción, contando con la experiencia suficiente para llevar el registro y la contabilidad.
- 2.2.7. Funcionario de Información Pública. – Para esta sección se sugiere que el Comité de Cultura de la Sostenibilidad de PEC y Unidad de Enlace y Comunicación Social de la SMA puedan fungir como comunicadores de las acciones del plan de respuesta, asesorados por la Secretaría de Participación Ciudadana y Gobierno Abierto de SPGG, de la Dirección de Participación Ciudadana del Ayuntamiento de Monterrey, y de la Secretaría General del Gobierno de Nuevo León.
- 2.2.8. Funcionario de Seguridad. – Para asegurar el bienestar del personal atendiendo el Comando, se sugiere que la Dirección de Protección Civil de Nuevo León, en conjunto con la Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental de la SMA, puedan participar en las tareas de cuidado y protección. Así podrán guiar la ruta de acción en el caso de incidentes con plantas tóxicas, aquellas potencialmente letales y métodos de control que impliquen algún riesgo.
- 2.2.9. Funcionario de Enlace. – Para mantener una comunicación abierta entre las distintas dependencias y organismos en el comando, se sugiere la participación de la Dirección de Enlace y Desarrollo Municipal de la SMA y la Unidad de Enlace y Comunicación Social de la SMA. También pueden participar la Secretaría de Desarrollo Urbano Sostenible de Monterrey desde la Dirección de Atención del Cambio Climático por su atribución en Enlace entre dependencias; y la Dirección de Educación de la Secretaría de Desarrollo Humano e Igualdad Sustantiva del Municipio de Monterrey.

- 2.2.10. Asesor legal. – Para esta sección, La Dirección jurídica de la SMA, la PROFEPA, y la SMA-NL desde la Subsecretaría de Gestión Integral y a través de la Dirección de Conservación de la Biodiversidad y del Suelo, podrán fungir como asesores legales en el seguimiento de las políticas adecuadas al manejo y gestión tanto de áreas naturales protegidas, especies silvestres, manejo de residuos o cualquier otro tema legal como otorgamiento de permisos relacionados al manejo de EEI.
- 2.2.11. Asesor científico. – Para esta sección se necesitarán de expertos en la problemática de las invasiones biológicas por lo que la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León podrá participar, en conjunto con la Facultad de Ciencias Forestales y el ITSM, para la identificación de especies prioritarias, y proponer estrategias de manejo adecuadas al ecosistema donde ocurra el incidente.

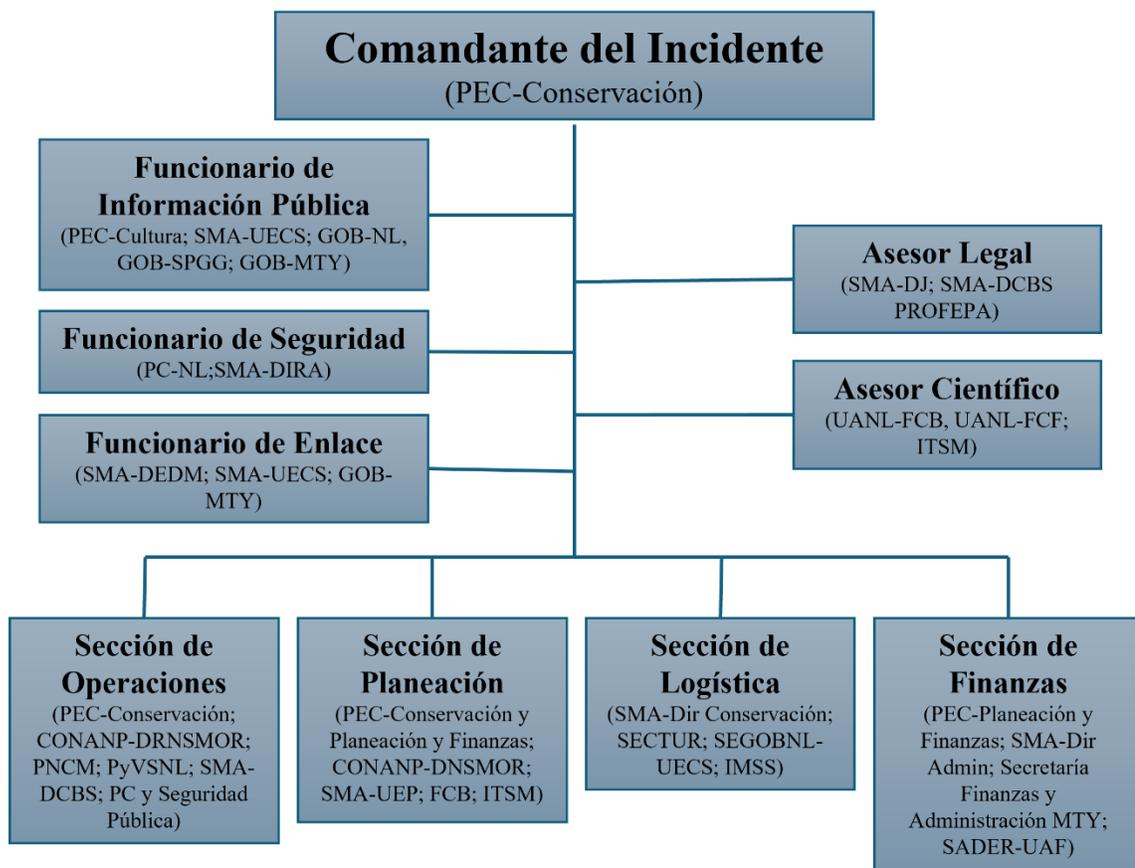


Figura 13. Constitución del Comando para la atención de EEI vegetales en el PEC.

2.3 Descripción de las atribuciones legales de las principales dependencias que participan en el sistema de comando de incidentes.

Atribuciones de la Asociación de Beneficencia Privada (ABP) “Parque Ecológico Chipinque” (PEC) según su Portal de Transparencia y la Ley de Beneficencia Privada del Estado de Nuevo León (LBP-NL)

Las responsabilidades del Patronato y los distintos Comités del PEC, reguladas por la Ley, deberán ser seguidas para cumplir el objetivo con el cual se estableció la Asociación y deberán proveer lo necesario para la atención, buen trato y mejor formación de las personas bajo su cuidado (Artículo 51 LBP-NL). Se deberá procurar la capacitación del personal para elevar sus niveles de atención y labor (Artículo 59 LBP-NL) dirigiendo sus recursos y sistemas hacia estos objetivos (Artículo 52 LBP-NL). Esto obliga al Patronato

a incentivar y proveer de los recursos y experiencia a su personal en la capacitación de atención a la problemática de las invasiones biológicas y en la aplicación del Sistema de Comando de Incidentes. Además, es importante considerar la instauración de un Equipo de Trabajo dedicado a las EEI, y crear una base de datos o plataforma de registro y monitoreo de las poblaciones de EEI presentes en el PEC. Esto permitiría involucrar a los visitantes y a la ciudadanía en general para el monitoreo de estas especies en el PEC, estableciendo mejores rutas de manejo.

El presidente de la Junta de Beneficencia tiene las atribuciones de realizar diligencias necesarias (artículo 87 Bis, I LBP-NL) y de convocar a sesiones a la Junta de Beneficencia (Artículo 87 Bis, VIII LBP-NL). Esto le da la autoridad y responsabilidad de dirigir el comando de acción, además de que todo el despliegue del SCI ocurre dentro de los límites del ABP, por lo que cualquier acción deberá regresar a los objetivos sociales específicos.

Atribuciones de la Dirección Noreste y Sierra Madre Oriental de la CONANP (DRNSMOR-CONANP) a cargo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey de acuerdo con el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (RI-SEMARNAT) y al Manual de Organización Específico de la Dirección Regional Noreste y Sierra Madre Oriental (MOE-DRNSMOR).

Dentro de las atribuciones de la DRNSMOR-CONANP se menciona la coordinación para la formulación de programas para protección, vigilancia comunitaria y para la capacitación comunitaria para la conservación (Artículo 74, RI-SEMARNAT). También se hace mención del apoyo para coordinar estrategias de cooperación y obtención de fondos para la conservación de las ANP Federales (Artículo 79, RI-SEMARNAT). Por último, es parte de sus atribuciones la promoción de la celebración de instrumentos jurídicos con sectores público, social y privado, para ejercer acciones de administración, conservación e investigación; así como la dirección y ejecución de programas para la atención de contingencias ambientales (Artículo 80, RI-SEMARNAT).

Atribuciones legales de la Secretaría de Medio Ambiente de Nuevo León (SMA-NL) de acuerdo con la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León (LA-NL), el Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León (RLA-NL) y el Reglamento Interno de la Secretaría de Medio Ambiente (RISMA-NL).

Dentro de las atribuciones de la SMA-NL, se menciona que se pueden constituir comisiones de trabajo para realizar estudios, análisis e investigaciones de determinada materia o problemática (Artículo 269, RLA-NL). También que se podrán hacer coordinaciones con las Secretarías de Salud, Educación, Protección Civil y otras dependencias necesarias para elaborar e implementar los programas de contingencia ambiental (artículo 240, RLA-NL). Esto permitiría a la secretaría a involucrarse activamente en el SCI. Permitiría también a la SMA-NL la formulación de Normas Ambientales Estatales con el fin de atacar emergencias que pongan en inminente desequilibrio ecológico o riesgo ambiental grave (Artículo 67, RLA-NL), como podrían considerarse a las invasiones biológicas.

La SMA-NL también debe promover ante organismos dedicados a la investigación tecnológica y científica el desarrollo de planes para la formación de especialistas, y puede participar y promover la capacitación y adiestramiento para el trabajo en materia de protección al ambiente (Artículo 65 y 66, LA-NL), lo que la faculta para fomentar el apoyo otorgando los recursos, espacios u oportunidades para la capacitación en investigación de EEI y del uso del SCI.

La autoridad ambiental que puede ejercer y hacer valer los reglamentos y normativas está constituido por el titular de la Secretaría de Gobierno del Estado y los Municipios a través de los ayuntamientos (Artículo 6, I LA-NL), así como la SMA-NL a través de la Subsecretaría de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Organismo Público Descentralizado Parques y Vida Silvestre de Nuevo León (Artículo 3, RLA-NL). La autoridad ambiental antes descrita, en conjunto con otras dependencias como CONANP, deberán dar autorización para realizar el manejo y control de ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales (Artículo 121, III RLA-NL) como lo son las EEI.

Otra autoridad ambiental descrita es la Procuraduría Estatal del Medio Ambiente (PEMA-SMA) cuyas atribuciones en materia de Protección al Medio Ambiente incluyen la

atención de denuncias ciudadanas (Artículo 31, I h, RISMA-NL), esto permitiéndole formar parte del equipo de expertos para manejar la inspección y control de avistamiento de las EEI.

El Estado, los Municipios, a través de distintas direcciones y la SMA-NL deberán de promover los incentivos económicos o estímulos fiscales para organizaciones privadas que participen en la administración y vigilancia de áreas naturales protegidas (Artículo 88, III LA-NL), además que deberán de destinar parte de los ingresos recaudados por concepto de otorgamiento de permisos a la realización de acciones de mantenimiento del equilibrio ecológico (Artículo 96 LA-NL). Esto puede realizarlo en conjunto con el Patronato del PEC que puede solicitar donativos y organizar eventos para incrementar el capital y destinar estos productos para la ejecución de sus objetivos (Artículo 69, LBP-NL), así podrán entonces producirse y comercializarse cursos y talleres de monitoreo ambiental y de educación ambiental directamente relacionados con la problemática, para incentivar el interés de la sociedad.

Relacionada a la Educación Ambiental y concientización a la sociedad, los gobiernos municipales deberán establecer y ejecutar de forma continua y permanente campañas educativas (artículo 9, XII LA-NL) para informar y proveer de herramientas a los habitantes para participar en las acciones de contingencia ambiental. Esto también se sustenta con la atribución de promoción de la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental y de los recursos naturales (Artículo 202, LA-NL), invitando a la ciudadanía a unirse a campañas educativas, de capacitación, monitoreo e identificación de EEI.

Para asegurar las labores de enlace entre las dependencias, manteniendo la comunicación y orden de las acciones del Plan, la SMA-NL en su Dirección administrativa deberá fungir como enlace ante la Secretaría de Administración General del Estado y la Secretaría de Finanzas y Tesorería Gral. Del Estado para efectos de los requerimientos de personal, recursos, servicios (Artículo 16, I RISMA-NL) así como la Unidad de Enlace y Comunicación Social que deberá establecer las estrategias de difusión de los programas de la SMA-NL en coordinación con la Unidad de Comunicación del Poder Ejecutivo del

Estado (Artículo 17, II RISMA-NL). Estas habilidades y experiencia servirán para mantener las líneas de comunicación abierta entre los distintos elementos del SCI.

Atribuciones de la Dirección y el Consejo de Protección Civil del Estado de Nuevo León según la Ley de Protección Civil del Estado de Nuevo León (LPC-NL) y el Reglamento Interno del Consejo de Protección Civil del Estado de Nuevo León (RICPC-NL).

En las atribuciones descritas para el Consejo de Protección Civil se encuentra la de proponer, coordinar y ejecutar acciones de auxilio para hacer frente a las consecuencias de una emergencia (Artículo 26, III y XVII, LPC-NL), lo cual indica la facultad del Consejo para poder actuar con sus elementos para la organización de la respuesta ante un incidente de invasión biológica. También se menciona la coordinación con Dependencias Federales y con las instituciones privadas y del sector social para ordenar la integración y coordinación de equipos de trabajo para dar respuesta a emergencias y desastres (Artículo 19, VIII, IX, XII, LPC-NL), lo que permitiría al Consejo organizar equipos de trabajo y coordinar acciones en conjunto, aumentando las capacidades de respuesta (Artículo 23, I, II, LPC-NL).

Así también, es responsabilidad de la Dirección de Protección Civil el organizar y capacitar a la sociedad, proponiendo medidas e instrumentos para establecer canales eficientes y oportunos de colaboración entre la Federación, el Estado y los Municipios, informando y asesorando a asociaciones privadas para promover su participación en acciones de protección civil (Artículo 26, V, VII, X, LPC-NL). A su vez, el Consejo podrá coordinar respuesta con otras dependencias para poder responder ante contingencias de origen sanitario y forestal (Artículo 9, 2, 2.2, RICPC-NL), lo que permitiría a la instancia poder ampliar la red de contactos y mejorar la comunicación y acción ante contingencias como las EEI.

Atribuciones legales de Parques y Vida Silvestre de Nuevo León (PyVS-NL) según la Ley que crea al Organismo Descentralizado denominado Parques y Vida Silvestre de Nuevo León (LPVSNL).

El organismo PVS es la autoridad competente para la aplicación de las normas y atribuciones encomendadas en las leyes del Estado (LA-NL, y Ley Orgánica de la Administración Pública para el Estado de Nuevo León) (Artículo 4, LPVSNL) además de aquellas elaboradas por el gobierno federal. Dentro de sus atribuciones aplicables al despliegue del SCI, se encuentra la de emitir órdenes de inspección, aplicación de medidas de seguridad y sanciones administrativas en las áreas naturales protegidas (Artículo 8, V LPVSNL).

Atribuciones legales del Instituto Mexicano del Seguro Social según la Ley de Seguro Social (LSS) y del Hospital Universitario según la Ley Orgánica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” (LOHU).

Dentro de las atribuciones de los hospitales pertenecientes al Instituto Mexicano del Seguro Social y al hospital Universitario adjunto a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se encuentra la celebración de convenios de cooperación e intercambio en materia de medicina preventiva en los sectores públicos federal, estatal o municipal (Artículo 81, XXXII, LSS) así como la atención y prestación de servicios médicos que el Estado requiera para los servidores, y de beneficencia y asistencia que el gobierno determine (Artículo 14, LOHU). Es importante considerar estas atribuciones para la participación efectiva de los sistemas de salud en los despliegues de los planes de respuesta ante EEI.

Atribuciones de los Gobiernos Municipales de San Pedro Garza García (GOB-SPGG) y de Monterrey (GOB-MTY).

Dentro de las atribuciones legales de los gobiernos municipales (GOB-SPGG y GOB-MTY) está la de participar en la prevención y control de emergencias y contingencias ambientales que puedan presentarse en su circunscripción territorial (Artículo 9, XVII LA-

NL), por lo que no solo es su obligación, sino que los faculta para actuar en los programas que puedan desarrollarse dentro del PEC.

A través de la Secretaría de Participación Ciudadana y Gobierno Abierto de San Pedro Garza García se deberán organizar y participar en pláticas, conferencias y cursos sobre temas de interés público que propicien la Reconstrucción del tejido social (Artículo 54, VII Reglamento Orgánico de la Administración Pública Municipal GOB-SPGG) lo que le atribuye la labor de información pública, donde podrán informarse a la ciudadanía de las acciones y programas para el manejo de las EEI del PEC.

Los municipios también se deben ver involucrados en las acciones preventivas del manejo de EEI, como lo es el manejo de residuos de jardín que pudieran provenir de especies exóticas o invasoras desde las zonas urbanas cercanas al PEC, esto referenciando a las atribuciones de la Secretaría del Ayuntamiento de Monterrey, desde la dirección de Inspección Urbana, Ecología y Servicios Públicos (Artículo 26 Bis, IV, Reglamento de Administración Pública GOB-MTY) que habla sobre la el desempeño de los servicios de recolección y traslado de residuos del territorio municipal, y bien sobre la vigía de que los residuos se recolecten, dispongan y confinen en sitios autorizados (Artículo 9, XV Reglamento de Protección Ambiental e Imagen Urbana GOB-MTY).

El papel de los gobiernos como agentes auxiliares en la mediación de la capacitación en distintos temas es muy importante, como se menciona la atribución para la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (GOB-MTY), que debe de proponer al Ayuntamiento la celebración de convenios de colaboración, asesoría en materia ambiental con instituciones de educación superior y de investigación (Artículo 9, XXIII Reglamento de Protección Ambiental e Imagen Urbana GOB-MTY). Esto permitiría conectar a los centros de conocimiento como universidades o institutos con el personal dentro de las Dependencias y del Comando para informarse y capacitarse en temas como lo son las invasiones biológicas.

Además, se estipula que en la Secretaría de Seguridad y Protección a la ciudadanía (SSPC-MTY) desde la Dirección de Inspección General de Comando, Inteligencia y Desarrollo Institucional deberá coordinarse con Protección Civil (PC-MTY) para prevenir desastres naturales y emergencias mayores (artículo 67, XXI Reglamento de Administración

Pública GOB-MTY) y de preparar y organizar planes de acción de manera preventiva y de acción ante eventualidades (Artículo 67, XXXIX Reglamento de Administración Pública GOB-MTY). Esto significaría un importante apoyo al despliegue del SCI y del Plan de RR, pues su experiencia y aptitudes en el despliegue de acciones coordinadas permitirá a los miembros del comando eficientizar el tiempo de respuesta. A esto también se suma la Dirección de Comando Control, Comunicaciones, Cómputo, Inteligencia, Integración, Información e Investigación de la misma Secretaría, pues sus atribuciones mencionan la ejecución de actividades de forma controlada y eficiente (Artículo 68, Reglamento de Administración Pública GOB-MTY), por lo que su participación en asesoría, capacitación y acción será de gran utilidad para la RR.

Estas son las atribuciones de las principales dependencias y organismos que deberán actuar ante el avistamiento y reporte de las EEI principales de PEC (obtenidas en la sección 1. Análisis de Riesgo TPS-ISK). En el Anexo 2.1 se encuentra la redacción de las atribuciones y apartados utilizados para el diseño de la propuesta del protocolo de RR y aplicación del SCI.

2.4 Papel de los organismos dentro del Protocolo de Respuesta Rápida (RR).

Para la elaboración de la propuesta del protocolo de RR se describen las siguientes secciones:

- Fondo de Contingencia.

El Patronato de PEC tiene la obligación de utilizar sus recursos con fines exclusivos para el cumplimiento de sus objetivos como lo marca la Ley de Beneficencia Privada, por lo que la captación de recursos para ser destinados hacia la atención de la contingencia ambiental debería considerarse asegurada. Por otro lado, la SMA-NL en sus artículos 29, 32 y 33 de la Ley Ambiental indican la utilización de recursos mediante otorgación de permisos, autorizaciones y licencias deberá ser destinado a programas y proyectos que busquen la conservación y restauración ecológica. Por último, los gobiernos municipales de

San Pedro Garza García y de Monterrey deberán también promover los incentivos económicos para las dependencias que se encarguen de la vigilancia y administración de las áreas naturales protegidas según se indica en el artículo 88 y 96 de la Ley Ambiental (LA-NL).

- Creación de capacidades en SCI.

Para coordinar la acción de los distintos actores que participan en un protocolo de RR, es importante que se lleve a cabo la labor de capacitación en SCI. Para esto, Secretarías como la de Educación (Artículo 7-IX y 22-VI de la Ley de Educación del Estado), y la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (Artículo 38 Bis, XXV SECIHTI), tienen la capacidad de coordinar el desarrollo de investigaciones en áreas estratégicas y coordinar con otros elementos para promover y apoyar en la capacitación de personal. Para esto también se debe contar con el apoyo de la Dirección de Protección Civil del Estado (GOB-NL) pues hay direcciones especializadas en el despliegue estratégico de planes de acción similares o basados en el SCI, y por supuesto los académicos relacionados con el tema. Por otra parte, sobre este aspecto juega un papel muy importante SEMARNAT, ya que a través de la LEGEPA la STPS tiene la facultad de capacitar a la gente para hacer frente a la problemática ambiental.

- Descubrimiento de la especie.

El descubrimiento de la especie. Esta acción puede tener lugar ya sea por denuncia, en donde estarían actuando SEMARNAT (PROFEPA por la LEGEPA y LGVS) y SADER (antes SAGARPA) (por LFSA), o bien podría ser el resultado de acciones de monitoreo, inspección y vigilancia, en cuyo caso podría ser cualquiera de las dependencias con atribuciones sobre estas actividades. Estas podrían ser distintas dependencias de SEMARNAT por lo especificado en la LEGEPA y LGVS, en particular la CONANP por las atribuciones del Reglamento Interior SEMARNAT – CONANP, SENASICA por las atribuciones de la LFSA.

Por otra parte, para esta sección, la SMA-NL (Artículo 202 LA-NL) en conjunto con la Secretaría de Turismo del Estado (SECTUR-NL) tienen un gran potencial, ya que la última tiene la capacidad de aplicar estrategias de planeación y coordinación de estudios de investigación (Artículo 17-IX, Reglamento Interno SECTUR-NL), lo cual permitiría generar actividades turísticas involucrando a la sociedad para el monitoreo y descubrimiento de las EEI prioritarias. Esto sería deseable que se realizara en conjunto con el Comité de Conservación de PEC y de los Asesores científicos como las universidades e institutos, con el fin de identificar correctamente a las especies.

- Alerta.

Para emitir el aviso inicial y comenzar con la activación del protocolo de RR, el Comité de Conservación de PEC deberá dar aviso a diferentes dependencias, y podrán sumarse dependencias como PVS-NL y los Asesores Científicos. También se deberá informar a la SMA-NL con el fin de coordinar esfuerzos con los gobiernos municipales (GOB-SPGG y GOB-MTY) para establecer los convenios de colaboración en la acción, emitir los permisos de manejo necesarios para controlar la contingencia, y cualquier otra situación legal involucrada.

- Plan de Acción.

El Plan de Acción del Incidente deberá ser revisado, evaluado y discutido primero por el personal de PEC, además de la SMA-NL, PNCM, GOB-SPGG y GOB-MTY en sus secretarías y direcciones de medio ambiente, ya que en sus atribuciones se describen actividades de dirección y planeación, y son la autoridad ambiental directamente relacionada. Para esto los Asesores Científicos deberán ser partícipes también para la discusión y diseño de acciones de manejo específicas a cada EEI prioritaria, considerando sus aptitudes en investigación y desarrollo de conocimiento.

- Respuesta rápida.

Para el protocolo de RR deberán participar todas las dependencias y organismos mencionados hasta ahora, aunque con mayor responsabilidad deberán actuar los integrantes del Comité de Conservación de PEC en conjunto con la SMA-NL pues son los que legalmente tienen la autoridad tanto para el desarrollo de acciones como para la aplicación de instrumentos legales concernientes a la otorgación de permisos, o movimientos de recursos económicos. También deberán participar la Dirección de Protección Civil Estatal y los gobiernos municipales para el despliegue del personal, comunicación del incidente y reuniones con el comando del SCI señalado en el organigrama (sección 2.2 Constitución del Comando).

- Movilización.

En esta sección los primeros en actuar deberán ser las personas encargadas del incidente, es decir el Comandante del Incidente, quien es el que encabeza al Comité de Conservación del PEC, pues la contingencia se manejará dentro de sus instalaciones. Aquí, se deberá considerar la concesión de los permisos de acceso para otras dependencias como la SMA-NL y la CONANP al estar el PEC dentro del Área Natural Protegida Federal denominada Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

- Aplicación de medidas de contención, control o erradicación.

Para esta sección se deberá considerar la atención de la CONANP, del comité del PEC y de la Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental, SMA para la aprobación de métodos de Control, y para poder aplicarlos, según el consejo de los Asesores Científicos, caso de utilizarse químicos o algún control que pudiera poseer un riesgo para el ecosistema o los usuarios.

- Acciones transjurisdiccionales.

El PEC al estar casi exactamente dividido por mitad entre los municipios de San Pedro Garza García y de Monterrey, la SMA-NL y el GOB-NL deberán actuar como mediadores de las acciones y el apoyo que pueden y deben brindar ambos

municipios, con el fin de maximizar los recursos y asegurar una división justa de responsabilidades y tareas.

- Participación social.

Por último, se sugiere ampliamente la comunicación con la sociedad sobre el despliegue de las actividades en relación con el incidente y sobre la problemática de las EEI, con el fin de mantener la transparencia en el uso de recursos en pro de los objetivos del PEC y de la conservación de los ecosistemas. Aunque el manejo será exclusivo por parte de la autoridad de PEC y la autoridad ambiental, de ser necesario la SMA-NL, la SECTUR-NL y los gobiernos municipales podrán solicitar el apoyo de la sociedad mediante recaudación de recursos económicos o la participación en campañas de concientización, identificación y manejo.

2.5 Ejecución del Plan de Acción.

A continuación, se muestra la representación visual del Plan de Respuesta Rápida, el proceso de planificación operacional “P” considerando el SCI.

1. Identificación del incidente.

El descubrimiento de una población de las EEI prioritarias inicia la planeación operacional “P”.

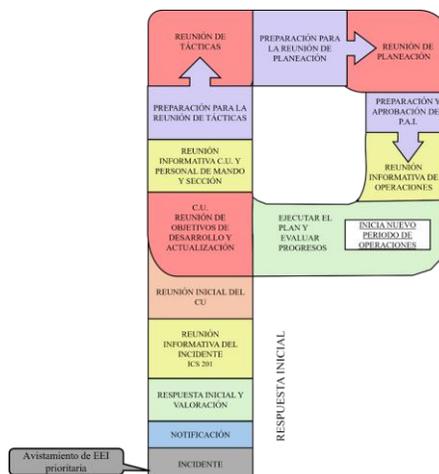


Figura 14. Paso uno - Inicio del protocolo de Respuesta con el avistamiento de las EEI prioritarias para el PEC.

3. Respuesta y evaluación inicial.

Respuesta. -

Quién: El equipo de PEC-Conservación

Qué: Recibe el reporte de avistamiento, y contactará a los Asesores Científicos expertos apropiados para la identificación de las EEI prioritarias.

Cómo: Se revisa el registro geolocalizado de la especie en cuestión, y se toman fotografías para ser mandadas a los expertos de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB-UANL) o la Facultad de Ciencias Forestales (FCF-UANL), al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITSM) para su valoración.

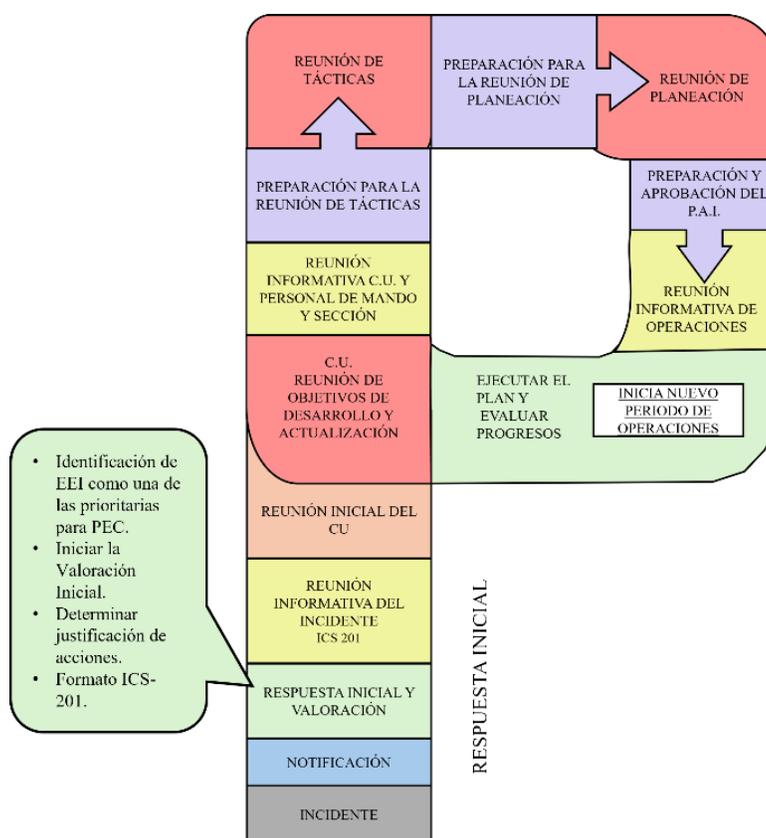


Figura 16. Paso tres en el protocolo de Respuesta Rápida – Respuesta y Evaluación inicial.

Evaluación inicial

Quién: Equipo PEC-Conservación y Asesor experto

Qué: Confirmar el avistamiento, ubicación y extensión. Para esto servirá la base de datos (sugerida en la sección 2.3), para comparar las poblaciones ya registradas

y discernir si se trata de una población conocida o una incipiente. Esto permitirá justificar la acción y despliegue de respuesta.

Cómo: Conversación con persona que generó el informe. Visita del sitio específico. Si no existe, hacer un muestreo. Identificación visual y taxonómica. Calcular la extensión de la población. Registrar informe (ICS 201, elaborada una versión en español adecuada al PEC que incluya al menos el nombre del incidente, situación bocetada, objetivos de la respuesta inicial, acciones planeadas, recursos en uso y necesarios) y a la población. Determinar y evaluar si se justifica la acción.

4. Informe sobre el incidente.

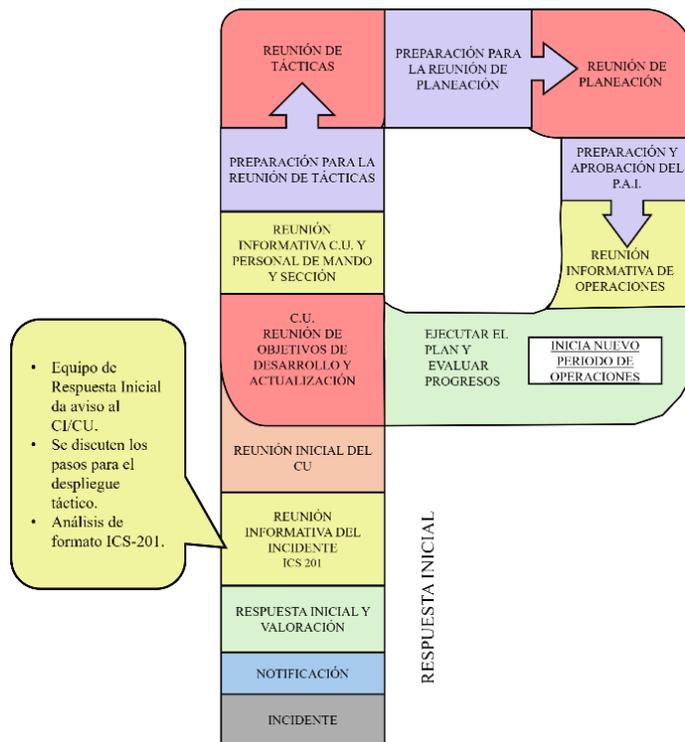


Figura 17. Paso cuatro en el protocolo de Respuesta Rápida – Informe sobre el incidente.

Quién: PEC-Conservación

Qué: Informa de la presencia de las EEI prioritarias al Comité de Conservación del PEC, a la SMA-NL en sus Direcciones de Inspección y Vigilancia y a la de Conservación de la Biodiversidad y del Suelo y a la Procuraduría Estatal de Medio Ambiente, a la dirección de PC de GOB-NL y a otras autoridades ambientales

como la DRNSMOR-CONANP y PyVS-NL, para comenzar a trazar los pasos siguientes.

Cómo: Utilizando el informe escrito (ICS 201).

5. Reunión inicial del Comando Unificado.

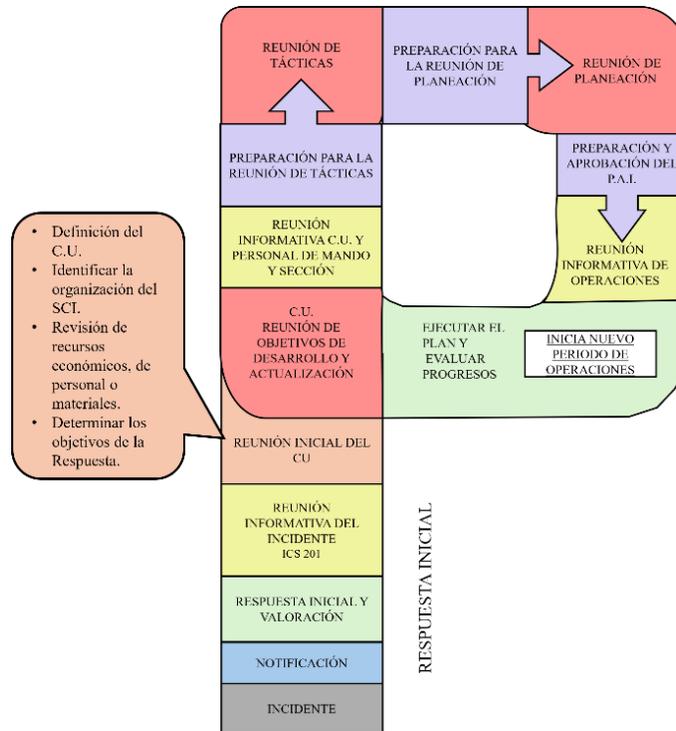


Figura 18. Paso cinco en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión inicial del Comando Unificado.

Quién: PEC-Conservación como Comandante del Incidente (C. I.), con el apoyo de los asesores científicos y legales.

Qué: Establece el curso de acción.

Cómo: Identifica quiénes deben estar en el Comando Unificado (C. U.) si es que hay necesidad de generar uno. Esto servirá para definir las prioridades de atención del incidente, como la protección del ecosistema, la maximización de recursos económicos y la reducción del riesgo de dispersión. En esta sección también se deben determinar los objetivos de acción (determinar la extensión, si se necesita asesoría legal, el riesgo al ecosistema o a las actividades humanas, el uso y costo de métodos de manejo, asegurar que haya comunicación y transparencia entre el

personal y los visitantes de PEC, y la realización del monitoreo). El C. I. deberá saber quién deberá encargarse de cada una de las posiciones del personal de comando (sección 2.2), y de organizar el movimiento de recursos económicos y en especie.

6. Objetivos de la Reunión.

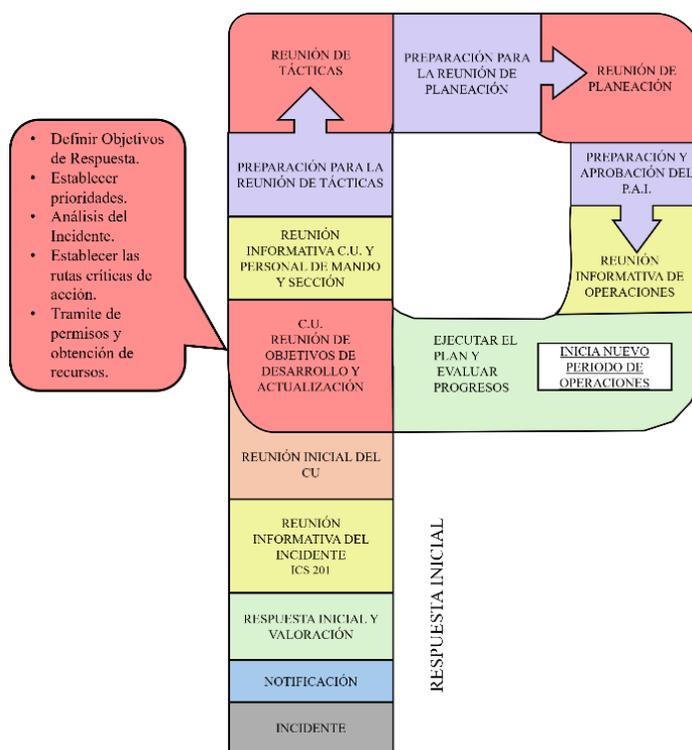


Figura 19. Paso seis en el protocolo de Respuesta Rápida – Definición de Objetivos de la Reunión.

Quién: PEC-Conservación (C. I.) o Comando Unificado

Qué: Analiza la situación y la respuesta inmediata. Pulirá los objetivos y acciones específicas mencionadas en el punto anterior (5. Reunión inicial del Comando) para poder continuar con el despliegue de la planeación.

Cómo: Se deben considerar la dinámica de la operación de los distintos elementos del comando y del plan de acción, para poder calcular los tiempos de respuesta y las condiciones ambientales o sociales alrededor de la ejecución de las acciones. Se debe también establecer la organización que se encargará permanentemente o a largo plazo del manejo de los incidentes, desde la respuesta inicial hasta

considerando la retroalimentación y el monitoreo. Se debe considerar la preservación de las pruebas en las bases de datos, e identificar las limitaciones y restricciones del plan de acción.

7. Reunión del comandante del Incidente y personal general.

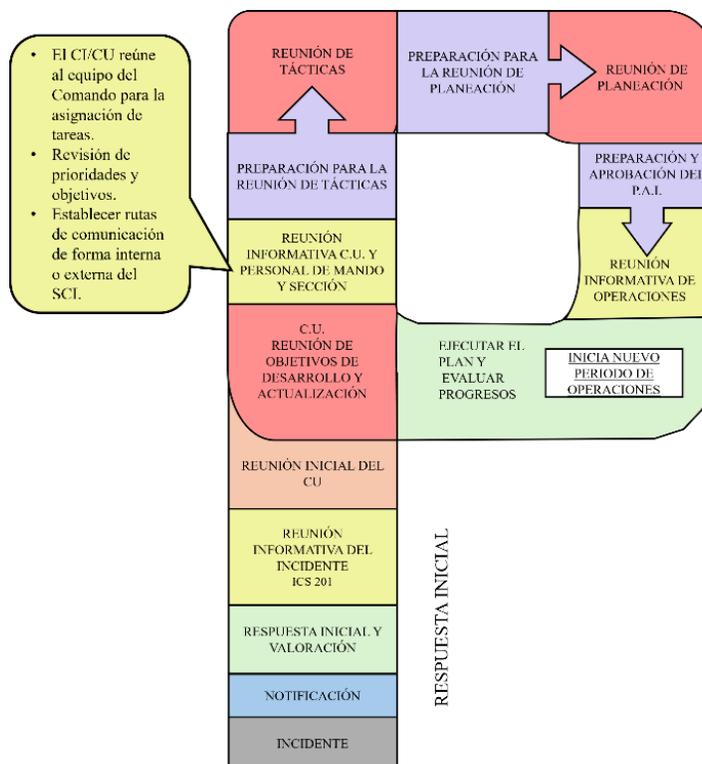


Figura 20. Paso siete en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión del Comandante y personal general.

Quién: Comandante del Incidente (PEC-Conservación) con el Comando Unificado (de existir), y el personal que se haya decidido incluir de la organización interna del PEC o de organismos externos.

Qué: Se hará la comunicación de las rutas de acción, asegurándose que el personal del Comando que se verá involucrado esté enterado de la situación.

Cómo: El C. I. (y C. U.) presentarán un informe de acción con la situación del incidente, los objetivos, las rutas críticas de atención, los recursos, las limitaciones y la comunicación que será necesaria para el público general ajeno al comando.

8. Preparación para la reunión táctica.

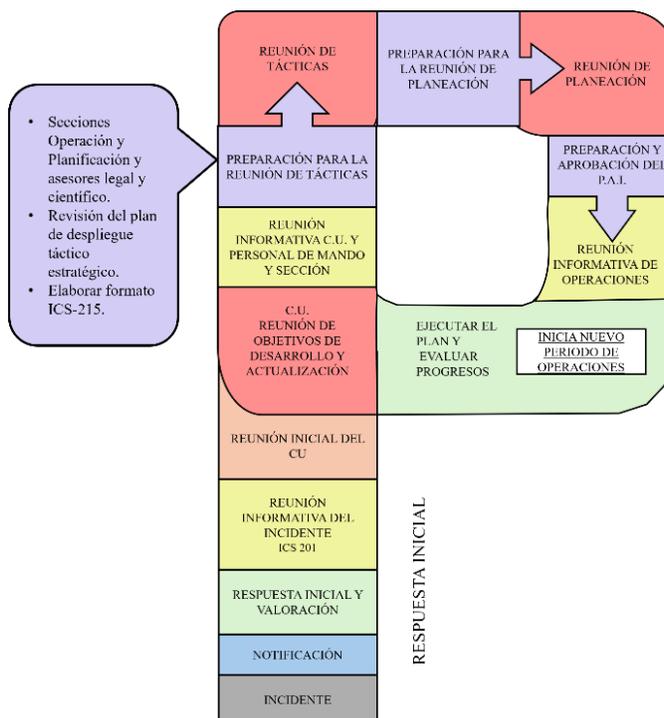


Figura 21. Paso ocho en el protocolo de Respuesta Rápida – Preparación para reunión táctica.

Quién: Jefes de sección Operación (PEC-Conservación; DRNSMOR-CONANP; PNCM; PyVSNL) y Planeación (PEC-Conservación; PEC-Planeación y Fianzas; Unidad de Enlace de Proyectos UEP-SMA) del SCI y los asesores científicos (UANL, ITMS) y legales (Dirección Jurídica DJ-SMA, Subsecretaría de Gestión Integral SMA; PROFEPA).

Qué: Preparación para la reunión táctica.

Cómo: El personal preparará estrategias para la obtención de los objetivos previamente revisados, detallarán los elementos y recursos necesarios e identificarán la estructura jerárquica de autoridad.

9. Reunión táctica.

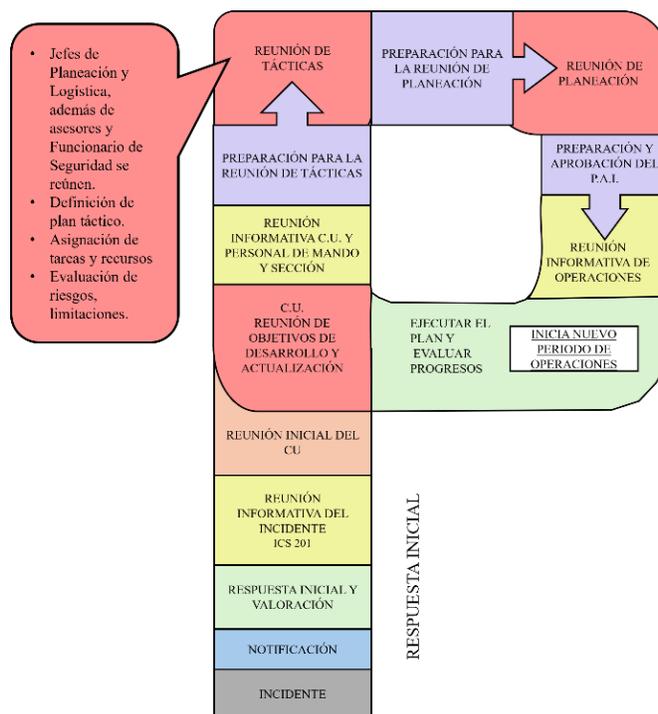


Figura 22. Paso nueve en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión táctica.

Quién: Jefes de sección de Operaciones (PEC-Conservación; DRNSMOR-CONANP; PNCM; PyVSNL) y Planeación (PEC-Conservación; PEC-Planeación y Fianzas; Unidad de Enlace de Proyectos UEP-SMA) del SCI, Asesores científico (UANL, ITSM) y legal (DJ-SMA, Subsecretaría de Gestión Integral SMA; PROFEPA), en conjunto con los Jefes de Logística (DCBS-SMA; SEGOB-NL; GOB-MTY; GOB-SPGG); y los funcionarios de Seguridad (DPC-NL; Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental SMA).

Qué: Definición de rutas específicas de acción para llevar a cabo el despliegue táctico.

Cómo: Se deberán revisar los objetivos y prioridades, considerando las limitaciones físicas, económicas, sociales o ambientales. Se deben determinar las medidas de manejo de las EEI y sus condicionantes (recursos, conocimiento técnico y/o capacitación, condiciones climáticas). En esta reunión se deben asignar las tareas de cada equipo, los materiales, recursos y/o capacitaciones que necesitará cada uno.

10. Preparación para la reunión de Planificación.

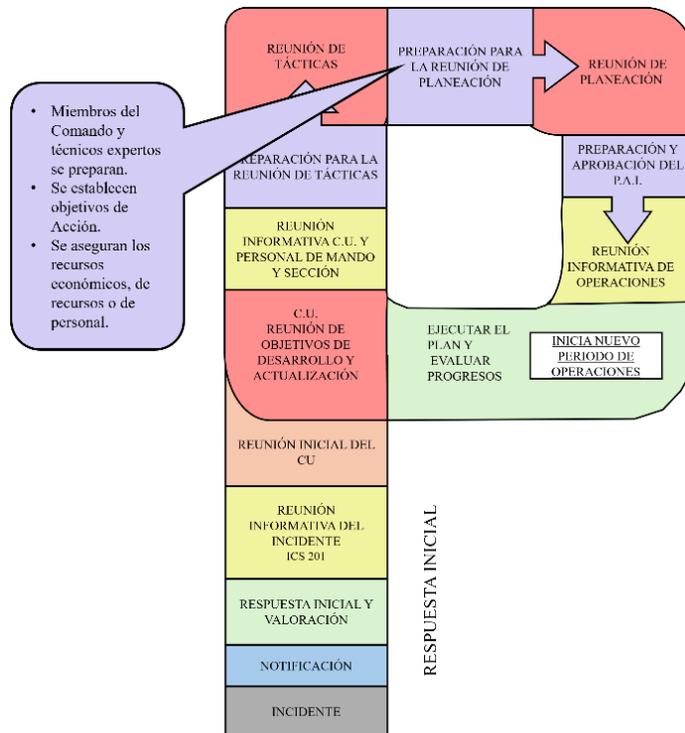


Figura 23. Paso diez en el protocolo de Respuesta Rápida – Preparación para la reunión de Planificación.

Quién: C. I. (o C. U.) y personal experto/técnicos especialistas.

Qué: Preparación para la reunión de planificación.

Cómo: Se deben discutir las condiciones del incidente reconociendo las posibles acciones para su manejo, y los recursos que serán necesarios para llevarlo a cabo.

11. Reunión de Planeación.

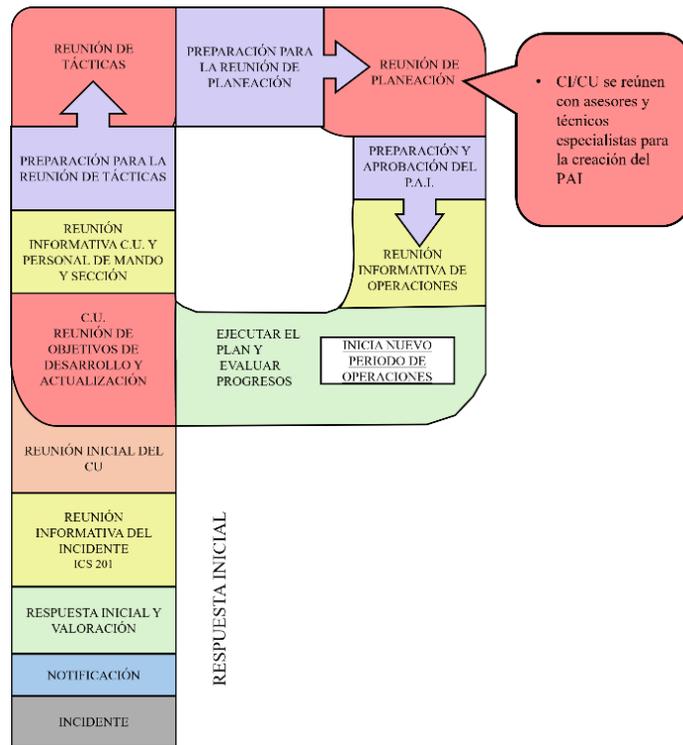


Figura 24. Paso once en el protocolo de Respuesta Rápida – Reunión de Planeación.

Quién: C. I. (o C. U.), personal experto/técnicos especialistas de la SMA-NL o Asesor Científico (UANL, ITMS).

Qué: Análisis y revisión del Plan Táctico para convocar al personal que deberá ser partícipe de éste.

Cómo: Se diseñará un Plan de Acción del Incidente (PAI) con base en el Plan Táctico, donde se buscará la maximización de recursos y esfuerzo. Se deben considerar las atribuciones y necesidades de cada organismo involucrado para facilitar la aprobación del plan.

12. Preparación y aprobación del Plan de Acción del Incidente.

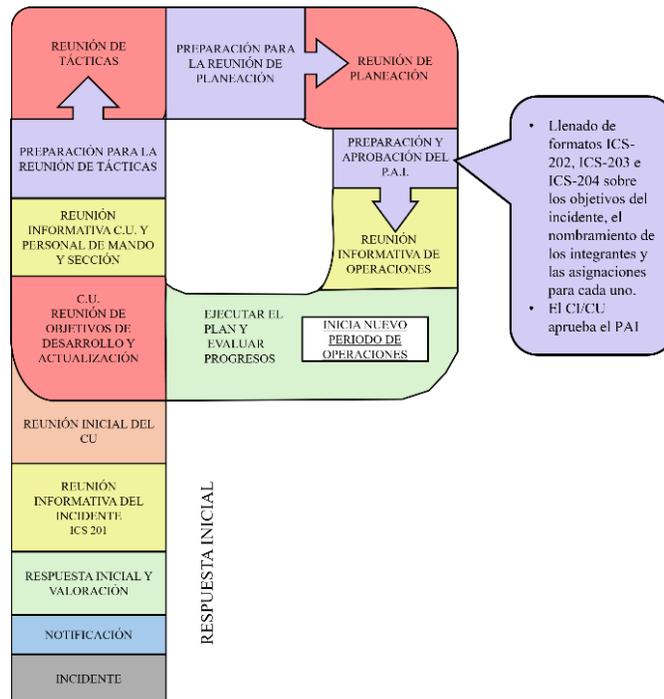


Figura 25. Paso doce en el protocolo de Respuesta Rápida – Preparación y aprobación del Plan de Acción del Incidente (PAI).

Quién: Jefes de las secciones de Planeación (PEC-Conservación; PEC-Planeación y Fianzas; Unidad de Enlace de Proyectos UEP-SMA) y Operaciones (PEC-Conservación; DRNSMOR-CONANP; PNCM; PyVSNL).

Qué: Pulir el PAI para que sea aprobado por el C. I. o C. U.

Cómo: Los miembros de la sección de Planeación deberán completar los formularios establecidos para la aplicación del SCI:

- ICS-202. Objetivos del incidente. Aunque Planeación prepara el formato, los objetivos ya debieron ser evaluados por el Comando (C. I. o C. U.).
- ICS-203. Lista de organización y asignaciones. Operaciones lo hace, asignando los nombres, cargos y atribuciones de cada participante.
- ICS-204. Lista de asignaciones. Operaciones se encarga de describir las tareas específicas a llevar a cabo.

14. Ejecución del plan y evaluación del progreso.

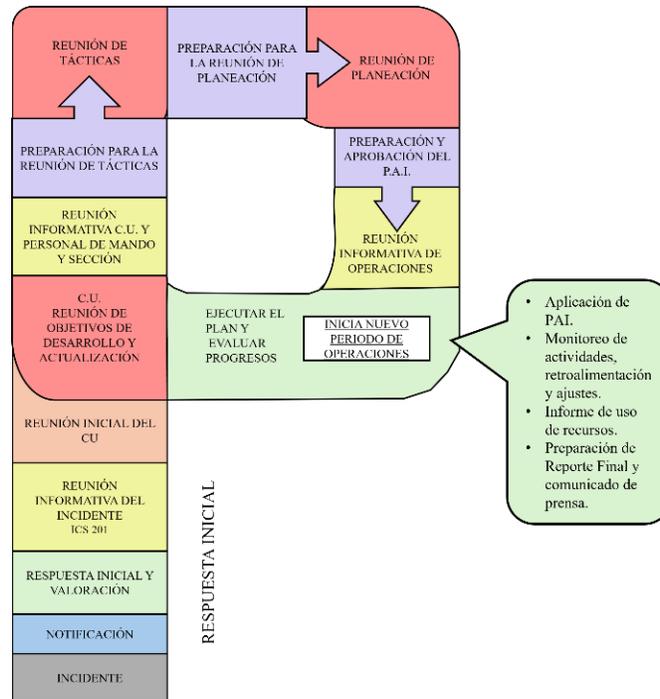


Figura 27. Paso catorce en el protocolo de Respuesta Rápida – Ejecución del Plan y evaluación del progreso.

Quién: Equipo SCI en todas sus secciones y funciones.

Qué: Aplicación de PAI y registro de resultados.

Cómo: Se utiliza la información específica del PAI para ejecutar las acciones por parte de cada una de las secciones del SCI. Se deben considerar el registro de actividades que establezca una ruta histórica de acción y haya espacio para hacer la retroalimentación necesaria, para así poder ajustar y modificar los objetivos o acciones a necesidad del incidente o los recursos disponibles.

Al finalizar el PAI, se deben preparar los reportes finales y comunicados oficiales tanto para los integrantes del SCI como para la población en general, donde se reconozcan las acciones y logros de la ejecución de la respuesta.

Discusión

La importancia de las perspectivas socio-ecológicas en el manejo de generadores de cambio de la biodiversidad, como el cambio climático y las invasiones biológicas, ha sido demostrada en múltiples ocasiones (Roura-Pascual et al., 2024; Vaz et al., 2017). En este sentido se ha sugerido que el manejo debe ser abordado no solo desde un punto ecológico, sino que también deben considerarse los factores en los que interviene el hombre (economía, salud, agricultura, contexto y cultura y desarrollo, etc.) (Kerns et al., 2021). Es por esto que, para el diseño de planes de acción adecuados que ataquen la problemática ambiental es necesario incluir actores de distintas áreas de experiencia, así se maximiza la eficiencia de una solución, se reparten equitativamente las responsabilidades, se utilizan los recursos necesarios, y se pueden mitigar los impactos en distintas áreas de interés. Dentro de estos planes de acción se encuentran los Protocolos de Respuesta Rápida (Hulme, 2012; Mendoza-Alfaro et al., 2021; Reaser et al., 2020).

Los protocolos de Detección Temprana y Respuesta Rápida (DTRR) son procesos no lineales, iterativos y autorreferenciales (Reaser et al., 2020) que al ser implementados en estrategias basadas en escenarios específicos puede reducir la incertidumbre y complejidad de la predicción de las invasiones biológicas (Roura-Pascual et al., 2024). El protocolo de DTRR y su aplicación auxiliada por la implementación del SCI para controlar las invasiones biológicas ha sido utilizado con éxito anteriormente. Por ejemplo, en el manejo del escarabajo de cuernos largos (*Anoplophora glabripennis*) y la mosca de la fruta (*Rhagoletis cerasi*) en Estados Unidos a través del Consejo Nacional de Especies Invasoras (NISC - *National Invasive Species Council*) o el gusano barrenador (*Cochliomyia hominivorax*) en Florida (Burgiel, 2020). También en el manejo de carpa asiática tanto en Chicago, EE. UU., como en Canadá a través del Departamento de Pesca y Océanos de Canadá (DFO – *Department of Fisheries and Oceans Canada*). Para organismos acuáticos como los mejillones cebra y Quagga también se han hecho múltiples diseños de propuestas para la implementación del SCI como en Montana EE. UU. y en Baja California en México (Mendoza-Alfaro et al., 2021).

El diseño y planeación de propuestas de acción para la atención de un las EEI es muy importante, especialmente en grupos como las plantas que son complejos, cuyos retos para

su manejo y análisis se deben a sus comportamientos poblacionales impredecibles debido a sus rápidas adaptaciones fenotípicas y genotípicas, por los procesos de latencia, y porque no se suelen observar ni reportar los casos de establecimientos fallidos, produciendo un sesgo importante para la predicción del avance de la invasión (Hulme, 2012). Aun así, la botánica ha aportado mucho a la biología de las invasiones (Sutherland et al., 2021), y la importancia de este proyecto incide directamente en el uso de herramientas emergentes y enfoques consolidados (como el TPS-ISK y el SCI), permitiendo abordar de manera más eficaz un problema complejo como las invasiones biológicas vegetales.

Como se ha mencionado anteriormente, para que la aplicación de los protocolos DTRR y del uso del SCI sea verdaderamente efectiva, es necesaria la transparencia en la comunicación, tanto de la planeación en estrategias de manejo, el avance de la implementación, los resultados esperados y obtenidos; y en la capacitación en monitoreo, identificación, reporte, manejo, y en general de la concientización de la problemática a las personas que pueden participar en los programas de respuesta (como científicos, expertos en áreas específicas como la política, la salud, la economía, la fuerza policiaca, y miembros de la sociedad civil) para poder desarrollar acciones y hábitos que eviten la introducción, dispersión y establecimiento de EEI (Comité Asesor Nacional de Especies Invasoras, 2010).

CAPÍTULO 3. ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN PEC

Resumen

Para enfrentar eficazmente las invasiones biológicas, es esencial que la población esté informada y capacitada para detectar, reportar y actuar ante las especies invasoras prioritarias. La educación ambiental es una herramienta clave para sensibilizar sobre estas problemáticas, especialmente en contextos urbanos afectados por fenómenos como la ceguera vegetal. En el Parque Ecológico Chipinque (PEC), se diseñaron e implementaron estrategias educativas para comunicar los resultados del análisis de riesgo describiendo a las seis especies más relevantes para el PEC. Se crearon materiales gráficos como ilustraciones para colorear y una miniguía imprimible, además se llevó a cabo un taller con actividades lúdicas. Participaron alrededor de 150 personas durante tres días, y una encuesta breve aplicada a una muestra de asistentes reflejó un aumento en su conocimiento sobre el tema. Este esfuerzo generó materiales y dinámicas replicables que fortalecen el vínculo entre investigación y acción. Podemos concluir que la educación ambiental no es un complemento, sino un base importante en la lucha contra las especies exóticas invasoras.

Introducción

El manejo de las invasiones biológicas repercute en temas socio-ecológicos, y para que los distintos esfuerzos y acercamientos como los protocolos de manejo y los listados de prioridad tengan un verdadero impacto y efectividad es importante contar con el apoyo de una sociedad informada y capacitada en la detección, reporte y acción contra la problemática (Verbrugge et al., 2021). Una herramienta clave para esto es la educación ambiental, que permite no solo concientizar de una problemática, pero también da apertura a la modificación y creación de nuevos hábitos en pro de un ambiente saludable.

Fenómenos como la “ceguera vegetal” o “*plant blindness*” afectan a la población de las zonas urbanas, y la falta de conocimiento e interés en los organismos vegetales y en las problemáticas ambientales como las invasiones biológicas o el cambio climático por parte de la población, afecta directamente al avance social (Achurra, 2022).

El objetivo de esta sección es la generación de material replicable e imprimible para la concientización sobre las invasiones biológicas, y la implementación de actividades lúdicas y didácticas para acercar a los visitantes del PEC a la problemática y a las acciones que activamente pueden desarrollar para prevenir y detener la dispersión, establecimiento e invasión de especies exóticas.

Material y Métodos

Para la planeación de estrategias de comunicación se utilizó como base el Modelo de Cambio Conductual (*Process of Behavior Change – PBC*) que pretende lograr un cambio de comportamiento y actitud en problemas de alto impacto (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) et al., 2017). Aunque el modelo indica que los cambios conductuales deben ocurrir en un periodo de uno a tres años de procesos continuos, en este proyecto se toman algunas herramientas que permiten la aplicación de estrategias y actividades en un periodo corto de tiempo a través de campañas de educación.

A diferencia de otros modelos que clasifican al público según su estatus académico, grupo de edad u ocupación, el PBC sectoriza al público específico según su etapa de conocimiento de la siguiente manera:

1. Desconocimiento. Punto de inicio, sin noción del tema ni riesgos asociados. Denominados desconocedores.
2. Conocimiento. Tiene mucha información, pero no sabe qué hacer con ella. Denominados conocedores.
3. Aprobación. Personas que apoyan a las acciones y contribuyen al manejo de la problemática. Denominados favorecedores.
4. Intención. Personas dispuestas a modificar sus conductas. Denominados intencionados.
5. Práctica. Favorecen la creación de círculos de influencia. Denominados practicantes.
6. Recomendación. Practican y promueven las acciones, impulsando a sus círculos de influencia. Denominados promotores.

Para identificar a cualquiera de las seis etapas, se hicieron preguntas y se evaluaron las actitudes de cada participante ante la información.

El modelo sugiere que se produzcan distintos mensajes y estrategias dirigidos a cada nivel de conciencia de los individuos. Considerando esto, se desarrollaron dos ejes de estrategias de educación ambiental con la intención de que fuesen útiles para cualquier individuo en cualquier edad y etapa de conocimiento, siendo uno el diseño de material gráfico imprimible, y otro el diseño de un taller para niños y familias.

3.1 Diseño de material gráfico y digital.

El primer eje fue un acercamiento didáctico visual: se realizaron ilustraciones con información de las seis especies invasoras de mayor prioridad e interés para el parque. Se utilizó la información recabada de los análisis de riesgo, así como información biológica y las características distintivas de los taxones obtenidas tanto de guías de identificación como de descripciones botánicas (*CONABIO, 2015; añadir cita de POWO, CABI, y libro descripciones*). Se utilizó el programa Adobe Ilustrador 2019 para la creación de las ilustraciones a partir de imágenes y fotografías, y se seleccionó la información más relevante como los nombres común y científico, la distribución nativa, y los impactos principales. Se hicieron en formato blanco y negro, con la finalidad de ser distribuidas como ilustraciones para colorear, así generando un mayor impacto en el público infantil.

También se desarrolló una miniguía tipo tríptico sobre las plantas invasoras, donde se incluyó información como la definición de especies nativas, exóticas e invasoras, los impactos de las plantas invasoras, las principales especies invasoras de PEC, métodos de dispersión, formas de impactos a vida silvestre y humanos, y acciones para prevenir la invasión. Para esto, se utilizó el programa Ilustrador y las ilustraciones generadas anteriormente para las infografías. Se eligió el tamaño de hoja carta y, dentro del programa, cada página fue dividida en seis recuadros del mismo tamaño. La información se distribuyó en estos recuadros, reservando uno para la portada y otro para los agradecimientos. Los recuadros restantes se destinaron a las distintas secciones mencionadas al inicio del párrafo. La miniguía se imprimió en una hoja tamaño carta impresa por ambos lados.

Para la selección de la información en cada sección de la guía, se consideró el siguiente método de doblado (Fig. 28-A) y de maquetación, o acomodo de la información (Fig. 28-B).

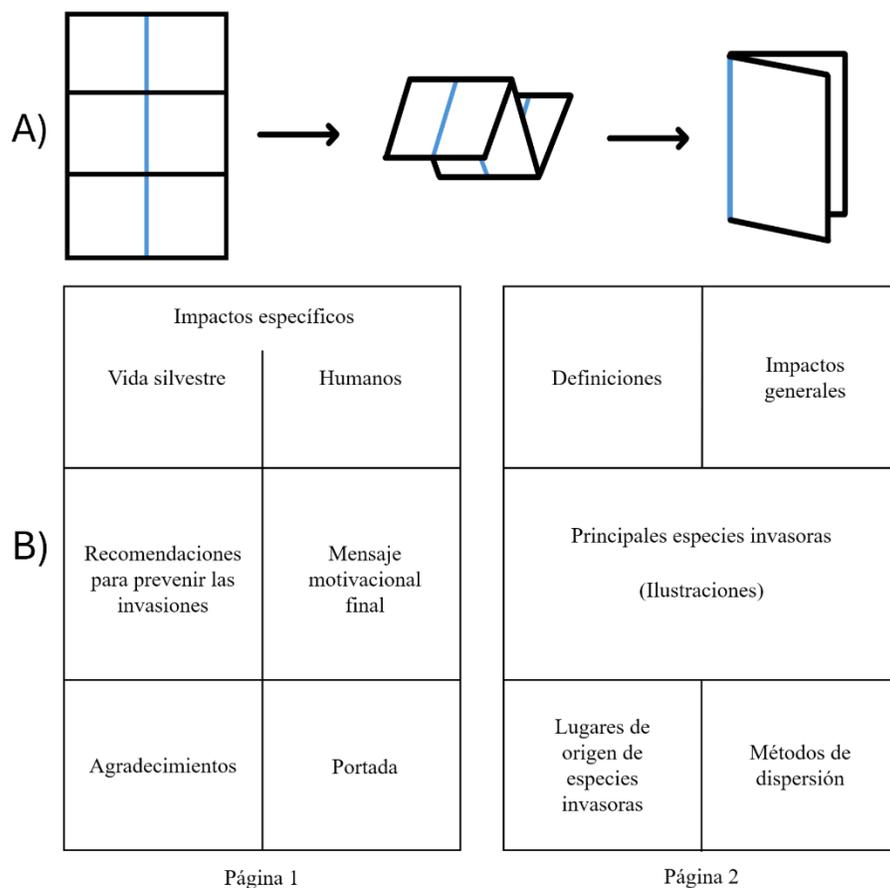


Figura 28. (A) Representación de dobleces. (B) Maquetación de la información.

La selección del diseño y tamaño de hoja permite la fácil distribución y comprensión del contenido, además de volverlo interactivo para el usuario, y económico para su impresión.

3.2 Diseño y aplicación de taller para niños y familias.

El siguiente eje consistió en el desarrollo de un taller ambiental para niños y familias. El objetivo central del taller fue comenzar con la concientización sobre la problemática de las EEI para reconocer el grave problema de las invasiones y

de la importancia de nuestras acciones contra estas especies y la problemática en general.

El taller se dividió en seis secciones con los siguientes objetivos específicos:

- a) Introducción a la problemática y las especies prioritarias.
- b) Concientización sobre los impactos de especies nativas e invasoras en el ecosistema.
- c) Identificación de especies prioritarias.
- d) Reconocimiento de acciones para prevenir y participar contra las invasiones vegetales.
- e) Distribución de material gráfico.
- f) Encuesta sobre impacto del taller.

Para poder cumplir con cada sección y objetivo, se desarrollaron las siguientes aproximaciones y actividades. -

Introducción a la problemática: Se inició la conversación con los asistentes mediante preguntas como “¿habían escuchado el término ‘invasor?’”, “¿saben qué significa exótico?”, “¿sabían de los beneficios que traen las especies nativas?”, para incentivar el interés en el tema y comprender el nivel de conocimiento general. Se utilizó un juego de ilustraciones coloreadas para presentar a las especies prioritarias y conversar sobre los principales impactos específicos que causa cada una. En esta sección, se dio a conocer también que el taller fue producto de la presente tesis, que permite asegurar la conciencia de la importancia de su participación en las actividades y la encuesta final.

Concientización sobre los impactos de especies nativas e invasoras: Se desarrolló una actividad basada en el juego “El gato”, donde dos participantes juegan con los símbolos “X” y “O” ganando quien consiga colocar sus fichas en una línea de tres en forma horizontal, vertical o diagonal, estas fichas se sujetan al tablero utilizando velcro. La actividad desarrollada se llamó “El gato invasor” donde se sustituyeron los símbolos por fotografías de plantas invasoras (X) y plantas nativas (O). Además, se añadió un apartado de “impactos en el ecosistema” donde

se enlistaron los efectos que causan las especies nativas o invasoras si ganaban el juego, es decir, si predominan en el ecosistema. Estos efectos fueron cubiertos de forma individual para que, el jugador ganador (invasoras o nativas) pudiera descubrir cuál fue el efecto en el ecosistema.

Identificación de especies prioritarias: Se diseñaron seis fichas de las especies prioritarias conteniendo las fotografías y la información sobre los efectos específicos de cada una dejando un espacio en la parte superior, y seis fichas más pequeñas con los nombres comunes y científicos. Estas fichas se imprimieron y plastificaron, y la actividad consistió en la relación de la ficha fotográfica con la ficha del nombre.

Reconocimiento de acciones para prevención de invasiones: Para lograr este objetivo se utilizó un juego de tipo “Skee-Ball” donde se deben deslizar pequeñas pelotas de plástico en una rampa para que entren en unos recipientes sobre el tablero (Fig. 29). El juego se llamó “acción contra invasión”, donde los participantes que consiguieron colocar las pelotas en los recipientes, se llevaron un papel con una frase describiendo la acción que pudieran realizar para prevenir la dispersión de las especies invasoras, incentivando también la participación con un dulce como premio.



Figura 29. Fotografía del tablero, tomada durante el taller.

Para crear las frases de las acciones (Fig. 30) se consultaron en línea en páginas como el Centro de Especies Invasoras en Canadá (consultado en <https://www.invasivespeciescentre.ca/>) para encontrar acciones específicas que prevengan la dispersión de malezas y plantas invasoras, encontrando entre las más comunes la plantación de especies nativas, monitoreo contra especies invasoras y no transportar partes de plantas invasoras hacia áreas naturales protegidas.

Me comprometo a 🦋 Revisar mi ropa y mochila después de caminar por áreas naturales. Las semillas invasoras se pueden pegar sin enterarme.

Me comprometo a 🚫 No transportar ramas o semillas de las invasoras. Aunque parezcan inofensivas, pueden causar un gran daño si se esparcen.

Me comprometo a 🌱 Escoger plantas nativas para mi jardín, así si escapan no serán un peligro para el ecosistema.

Me comprometo a 🔍 Conocer a las invasoras, ¡y reportarlas a los guardabosques! El monitoreo es la clave para una respuesta rápida ante las invasiones.

Me comprometo a 🚫 No tirar restos de jardinería en espacios naturales o baldíos.

Me comprometo a 📷 Tomar fotos y geolocalizar plantas invasoras cuando las detecte.

Me comprometo a 🗣️ Compartir esta información con mis amigos, familia y vecinos. ¡Entre más personas sepan, más fácil será prevenirlas y actuar a tiempo!

Me comprometo a 🧠 Aprender a distinguir entre plantas nativas, exóticas e invasoras.

Me comprometo a 🗓️ Participar en jornadas de eliminación de especies invasoras.

Figura 30. Frases del juego “acción contra invasión”, diseñado en Canva utilizando la fuente Rajdhani.

Distribución de material gráfico: Se resumieron los conocimientos adquiridos en las múltiples actividades y como último se invitó a los participantes a tomar el material gráfico (ilustraciones para colorear y la miniguía) como un obsequio para compartir con sus amigos y familias. Se proporcionaron colores y el espacio previniendo por aquellos niños que quisieran colorear en el momento.

Encuesta sobre impacto del taller: Para evaluar el impacto del taller en las familias, se elaboró una encuesta de cinco preguntas y tres datos demográficos (Tabla 4). Este es el formato que se siguió.

Tabla 4. Diseño de Encuesta de Impacto del taller educativo.

¡Hola! Soy la bióloga Nora Niño, y este taller fue parte de mi tesis de Maestría en Conservación. ¿Podrías apoyarme con una encuesta?							
1. ¿Conocías sobre plantas invasoras?	O sí O no O poco						
2. ¿El taller te ayudó a conocer mejor el problema?	O sí O no O poco						
3. ¿Recuerdas una planta invasora?	_____						
4. ¿Esta información te será útil para tomar decisiones para el cuidado del ambiente?	O sí O Tal vez O no						
5. ¿Te motivó a seguir aprendiendo?	O sí O no O poco						
Datos demográficos							
	<table border="1"> <tr> <td>¿De dónde vienes?</td> <td>(estado o ciudad): _____</td> </tr> <tr> <td>Género</td> <td>M / F</td> </tr> <tr> <td>Edad</td> <td>13-17 18-30 31-50 +50</td> </tr> </table>	¿De dónde vienes?	(estado o ciudad): _____	Género	M / F	Edad	13-17 18-30 31-50 +50
¿De dónde vienes?	(estado o ciudad): _____						
Género	M / F						
Edad	13-17 18-30 31-50 +50						

Este taller fue llevado a cabo los días sábado 19, domingo 20 y domingo 27 de abril 2025 en un horario de 10:30 am a 3:00 pm; esto como parte de las actividades ofrecidas en el Parque Ecológico Chipinque por Semana Santa.

Resultados

Posteriormente a una breve evaluación de los asistentes al taller, se pudieron reconocer los siguientes aspectos según el modelo PBC:

- Desconocimiento. Punto de inicio, sin noción del tema ni riesgos asociados. Denominados “*desconocedores*”. Ante preguntas como “¿Conocías del término invasor?” se recibieron respuestas como “no”, “lo interpreto como algo malo, pero desconozco”, “creo que son buenos”.
- Conocimiento. Tiene mucha información, pero no sabe qué hacer con ella. Denominados “*conocedores*”. Personas que reconocieron los términos “nativo”, “exótico” e “invasor”. Reconocieron plantas invasoras, o problemas a la salud o ecosistemas incluso antes de comenzar la conversación o los ejemplos.
- Aprobación. Personas que apoyan a las acciones y contribuyen a la problemática. Denominados “*favorecedores*”. Después de haber llevado a cabo el taller, reconocieron la importancia de la problemática y reconocieron el esfuerzo de los guardabosques y de los científicos para la investigación y manejo de las invasiones.
- Intención. Personas dispuestas a modificar sus conductas. Denominados “*intencionados*”. Posteriormente al taller reconocieron aquellas acciones que habían realizado con anterioridad que pudieron propiciar la dispersión de especies invasoras. Esto con la intención de una autorreflexión y modificación de conductas, además de buscar soluciones como, por ejemplo, el uso de plantas nativas en sus hogares o el no trasladar semillas o plantas de otros países.

No se identificaron personas en la etapa de práctica (“*practicantes*”) ni de recomendación (“*promotores*”).

3.1 Diseño de material gráfico y digital.

Se seleccionaron seis especies prioritarias y de interés para PEC, con la intención de ser, por un lado, un número adecuado de organismos para asegurar la retención del interés y de la información, y por otro, para incluir aquellas especies a las que se les da manejo actualmente dentro del parque.

Las especies escogidas fueron el tabaquillo sudamericano (*Nicotiana glauca* – #1 en el listado de prioridad [sección 1 – análisis de riesgo]), la hiedra inglesa (*Hedera helix* – #2), la higuera (*Ricinus communis* – #3), el trueno chino (*Ligustrum lucidum* – #4), la hierba doncella del mediterráneo (*Vinca major* – #7) y la sombrilla japonesa (*Koelreuteria paniculata* – #10). Se omitieron los puestos 5 y 6 del listado pues al tratarse de pastos las medidas de prevención de dispersión son más complejas para llevar a cabo, lo que pudiera dar una sensación de desánimo a los participantes. También se omitieron los puestos 8 y 9 de la lista para asegurar que la sombrilla japonesa estuviera dentro de las seis especies de interés para PEC.

A continuación, se muestra una de las ilustraciones (Fig. 31), conteniendo información como el nombre, el lugar de origen, los efectos principales y una pequeña descripción más elaborada de los mismos, y la sección de agradecimientos. En el Anexo 3.1, se encuentran todas las ilustraciones tamaño carta, disponibles para su impresión.



Figura 31. Ilustración para colorear del tabaquillo sudamericano.

La miniguía elaborada en forma de tríptico sobre las plantas invasoras terminó de la siguiente forma (Fig. 32). Revisar el Anexo 3.2 para encontrar la versión imprimible.



Página 1

Página 2

Figura 32. Contenido de la miniguía en metodología.

3.2 Diseño y aplicación de taller para niños y familias.

El título del taller ambiental para niños y familias fue “¡Eso no vivía aquí!”.

Los resultados de cada sección fueron los siguientes. -

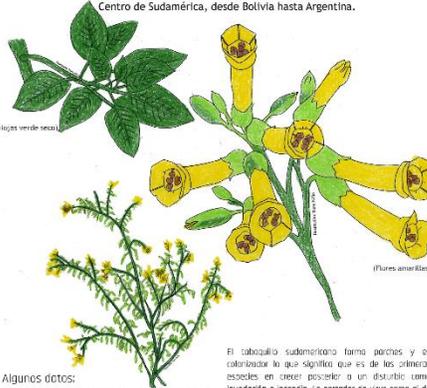
Introducción a la problemática:

Se recibieron muchas respuestas inconclusas al preguntar sobre los términos de nativo, exótico o invasor, y se notó el desconocimiento general en los beneficios específicos que traen las especies nativas para mantener un ecosistema saludable. Las ilustraciones impresas y coloreadas (Fig. 33) sirvieron como herramienta visual para conocer de las especies más importantes y de interés para el parque, y los daños específicos que producen.

Tabaquillo sudamericano

(*Nicotiana glauca*)

Centro de Sudamérica, desde Bolivia hasta Argentina.



Algunos datos:

- Produce entre 10mil y un millón de semillas al año, con una tasa de germinación del 100%.
- Es venenosa si se consume, causa desde diarrea y mareos hasta fallos respiratorios y la muerte.

El tabaquillo sudamericano forma parte y es característico lo que significa que es de las primeras especies en crecer posterior a un disturbio como inundación o incendio. Es barrador de virus como el de mosaico, y es responsable de decir inicio al crecimiento de plantas nativas. Un dato interesante es que genera biomoléculas que se acumulan desde el néctar, pasando por las coqueas y culmenas hasta llegar a la miel consumida por el hombre, y así no se sabe si hoy existen negativas.

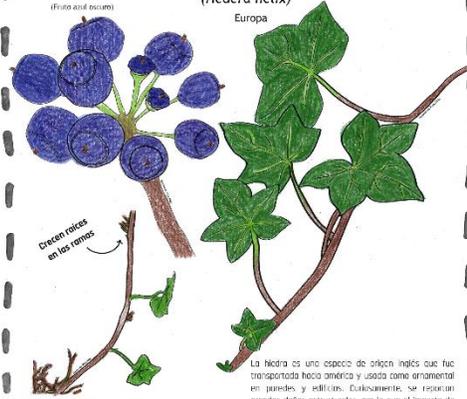
Elaborado por: Ana María Vello, Diana M. Martínez de Cossentino, Paula Álvarez y Subcomité de Control de la UDELAR, el Instituto de Ciencias Biológicas (ICB) Facultad de Artes Visuales (FV) y el Museo Luján de Olmos.



Hiedra inglesa

(*Hedera helix*)

Europa



Algunos datos:

- Cubre rápidamente el suelo y árboles, impidiendo el paso de luz e intercambio gaseoso.
- No es peicitable, es decir no le gusta a los herbívoros!

La hiedra es una especie de origen inglés que fue transportada hacia América y usada como ornamental en paredes y edificios. Desafortunadamente, se reportan grandes daños estructurales, por lo que el impacto de esta invasora es económica y social. Por otro lado, cuando cubren a las plantas nativas en zonas naturales, interrumpen los roles ecológicos de todas en el ecosistema. Aunque suele representar la cultura inglesa, debemos recordar la cultura mexicana y mexicana. No la escaleras con tu hogar!

Elaborado por: Ana María Vello, Diana M. Martínez de Cossentino, Paula Álvarez y Subcomité de Control de la UDELAR, el Instituto de Ciencias Biológicas (ICB) Facultad de Artes Visuales (FV) y el Museo Luján de Olmos.

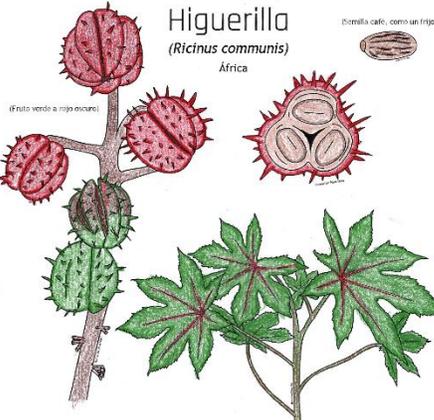


Higuerilla

(*Ricinus communis*)

África

(Semilla café, como un triángulo)



Algunos datos:

- El consumo de pocas semillas de esta planta puede ser fatal para una persona adulta.
- Crea cubiertas densas impidiendo el paso de fauna y evita el crecimiento de plantas nativas.

La higuerilla es una planta africana que, aunque llegó por los beneficios de sus productos (el aceite de ricino), de forma silvestre causa afectaciones a la ecología pues utiliza un espacio en el ecosistema impidiendo a las plantas nativas crecer para ser alimento y refugio de los animales. Puede producir hasta 3 kilos de semillas por hectárea.

Elaborado por: Ana María Vello, Diana M. Martínez de Cossentino, Paula Álvarez y Subcomité de Control de la UDELAR, el Instituto de Ciencias Biológicas (ICB) Facultad de Artes Visuales (FV) y el Museo Luján de Olmos.



Hierba doncella del mediterráneo

(*Vinca major*)

Europa



Algunos datos:

- Un solo organismo puede clonarse y cubrir rápidamente el suelo.
- Esta impide el crecimiento a plantas nativas, modifica los ciclos de agua e interrumpe los hábitos de los animales.

La hierba doncella es muy utilizada para evitar la erosión del suelo y porque es eficiente en estos temas, formando e interrumpiendo los ciclos de agua y ecológicos en los diques que invade. También se reporta ligeramente tóxica pudiendo causar problemas de digestivos y neurológicos si se consume.

Elaborado por: Ana María Vello, Diana M. Martínez de Cossentino, Paula Álvarez y Subcomité de Control de la UDELAR, el Instituto de Ciencias Biológicas (ICB) Facultad de Artes Visuales (FV) y el Museo Luján de Olmos.



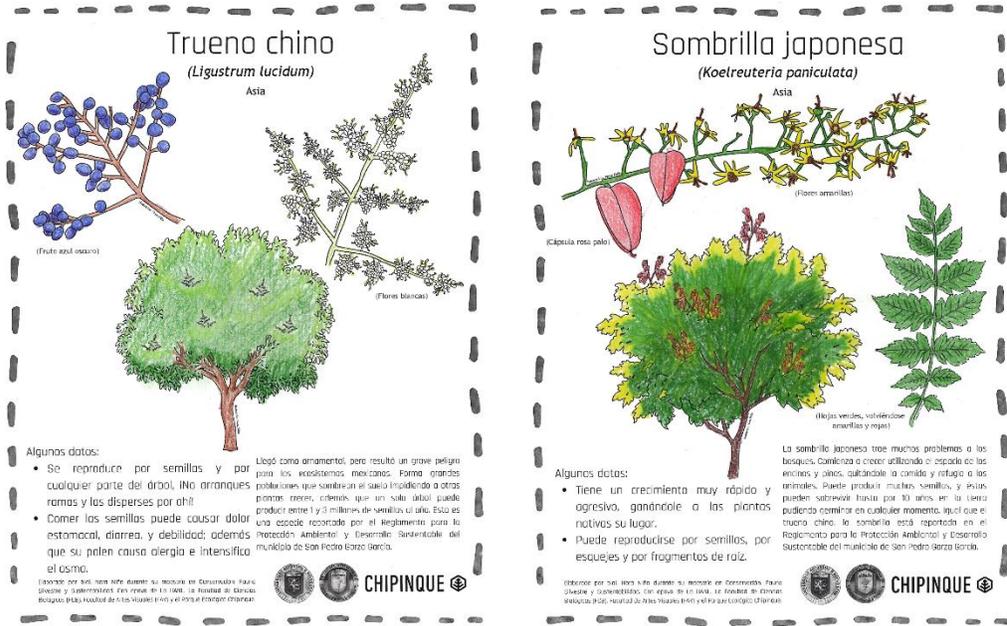


Figura 33. Ilustraciones coloreadas utilizadas para iniciar la conversación con los asistentes al taller.

Concientización sobre los impactos de especies nativas e invasoras: Las fichas representaron a diez especies que pueden encontrarse dentro de PEC, siendo cinco nativas y cinco de las seis invasoras (Tabla 5) utilizadas a lo largo del presente objetivo de la tesis.

Tabla 5. Especies utilizadas para juego “Gato Invasor”.

Especies utilizadas para representar los equipos de plantas nativas o invasoras para el juego “Gato invasor”.	
Nativas	Invasoras
Pino lacio (<i>Pinus pseudostrobus</i>)	Trueno chino (<i>Ligustrum lucidum</i>)
Encino roble (<i>Quercus polymorpha</i>)	Hiedra inglesa (<i>Hedera helix</i>)
Laurel de la sierra (<i>Litsea glaucescens</i>)	Higuerilla (<i>Ricinus communis</i>)

Corona de San Pedro (<i>Cornus florida</i>)	Sombrilla japonesa (<i>Koelreuteria paniculata</i>)
Anacahuita (<i>Cordia boissieri</i>)	Hierba doncella (<i>Vinca major</i>)

Se utilizaron fotografías de internet para diseñar las fichas, dándoles el crédito correspondiente al margen inferior derecho de cada una (Fig. 34).





Figura 34. Fichas para el juego “gato invasor”.

A continuación, se muestran los listados de efectos causados al ecosistema que fueron descubiertos cuando cualquiera de los dos jugadores ganara la partida (Fig. 35).

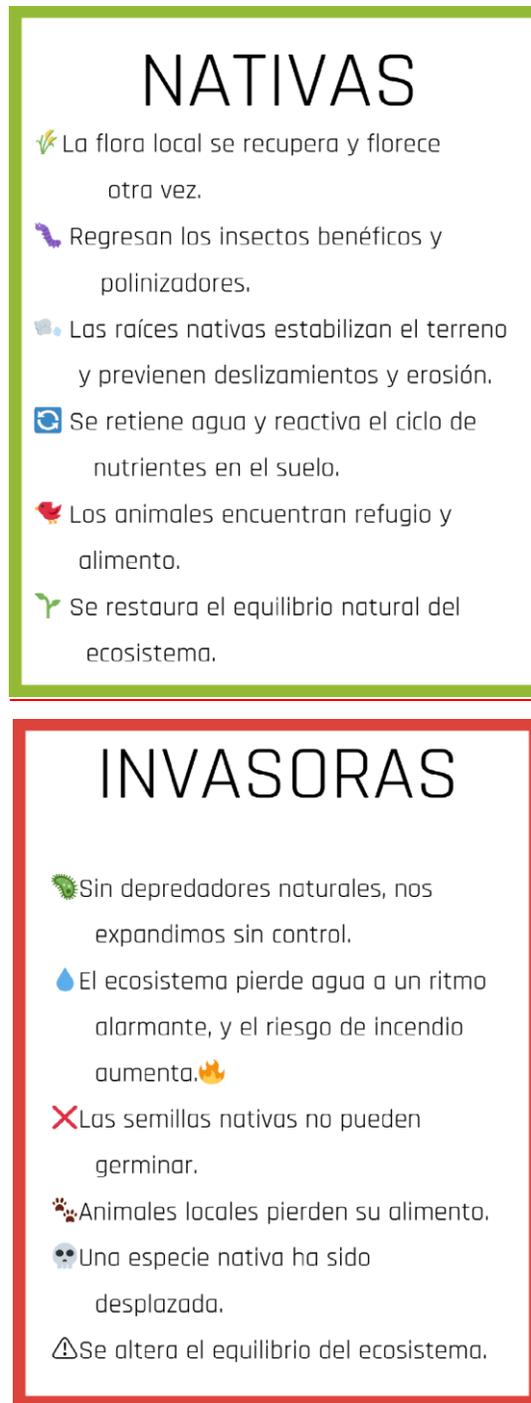


Figura 35. Efectos al ecosistema causados por las especies nativas o invasoras.

Por último, se muestra una fotografía durante el taller, donde se observa un juego terminado (Fig. 36). Las fichas para impresión se encuentran en el Anexo 3.3.



Figura 36. Juego “Gato invasor” durante el taller “¡Eso no vivía aquí!”. Se observan las fichas colocadas y adheridas mediante velcro, y los listados de efectos al ecosistema cubiertos.

Identificación de especies prioritarias: A continuación, se muestra un ejemplo de las fichas (Fig. 37) generadas para el juego de relacionar la foto y efecto con el nombre de las seis especies prioritarias, y en el Anexo 3.4 se encuentran las versiones imprimibles.

SOMBRILLA JAPONESA (*Koelreuteria paniculata*)



Competencia directa con otros árboles,
por espacio y recursos

-Laboradora por hora, Naira Niño durante su maestría en Conservación, Manejo Silvestre y Sostenibilidad, con apoyo de la UNRN, la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), la Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Botánico Chipinque.



FACULTAD DE
ARTES VISUALES **CHIPINQUE**

Figura 37. Ficha de la sombrilla japonesa para la actividad de identificación de especies. En la parte superior se encuentra la ficha del nombre, y debajo la ficha con la fotografía y efectos. Ambas fueron enmicadas para su uso durante el taller.

Reconocimiento de acciones para prevención de invasiones: Este fue el último juego o actividad realizado durante el taller, permitiendo concluir con el mismo de una forma amena y generando un pequeño compromiso con los miembros de las familias asistentes (Fig. 38). A parte del compromiso impreso en un pequeño trozo de papel, se obsequió un dulce según el valor del tablero donde aterrizó la pelota, esto como incentivo para generar interés y competencia entre los asistentes.



Figura 38. Fotografía del evento donde la familia asistente participó en el juego “acción contra invasión”.

Distribución de material gráfico: Se reconocieron los puntos más importantes aprendidos en cada actividad, siguiendo el presente guion: “Con las ilustraciones ya conocimos sobre las especies más importantes para Chipinque. Con el juego del gato invasor aprendimos sobre los efectos de las especies nativas e invasoras. Con el juego de relación de nombres pudieron identificar visualmente y a través de los impactos principales a estas mismas especies. Y con el juego acción contra invasión pudieron comprometerse a una pequeña acción que servirá para prevenir que estos organismos sigan dañando nuestros bosques. Ya por último, los invito a tomar al menos una ilustración para que puedan colorearla y seguir aprendiendo de estas plantas invasoras, además les hago entrega de una miniguía que elaboré para que puedan compartirla con sus compañeros en la escuela, sus familias y sus amigos”.

Se utilizó una miniguía coloreada (Fig. 39) para ejemplificar a los asistentes un posible resultado de interactuar y colorear su propia guía.

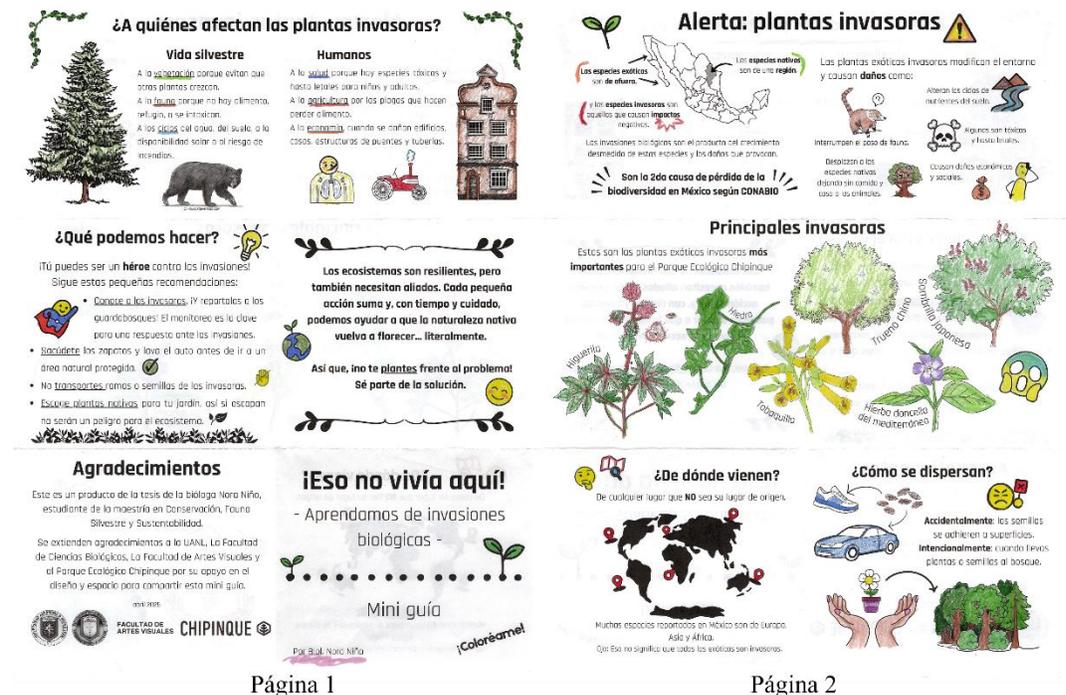


Figura 39. Miniguía coloreada.

Encuesta sobre impacto del taller: Se solicitó a los asistentes contestar la encuesta durante uno de los tres días de la presentación del taller, y en la Fig. 40 se encuentra ejemplificada la manera en la que se contestó. Cada columna representa a una persona distinta.

¡Hola! Soy la bióloga Nora Niño, y este taller fue parte de mi tesis de Maestría en Conservación. ¿Podrías apoyarme con una encuesta? ;)

	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5
1) ¿Conocías sobre plantas invasoras?	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input checked="" type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input type="radio"/> poca
2) ¿El taller te ayudó a conocer mejor el problema?	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no O no mucho <input type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no O no mucho <input type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input type="radio"/> poca	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> no <input type="radio"/> poca
3) ¿Recuerdas una planta invasora?	<u>Tuercos Chino</u>	<u>El Tabaquillo</u>	<u>Hiedra inglesa</u>	<u>Hierba de Santa</u>	<u>Tabaquillo</u>
4) ¿Esta información te será útil para tomar decisiones para el cuidado del ambiente?	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> Tal vez <input type="radio"/> no	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> Tal vez <input type="radio"/> no	<input type="radio"/> sí <input type="radio"/> Tal vez <input type="radio"/> no	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> Tal vez <input type="radio"/> no	<input type="radio"/> sí <input type="radio"/> Tal vez <input type="radio"/> no
5) ¿Te motivó a seguir aprendiendo?	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> un poco <input type="radio"/> no	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> un poco <input type="radio"/> no	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> un poco <input type="radio"/> no	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> un poco <input type="radio"/> no	<input checked="" type="radio"/> sí <input type="radio"/> un poco <input type="radio"/> no
Datos demográficos:					
¿De dónde vienes?	Estado: <u>N.L.</u>	<u>Torreón</u>	<u>Mantolaya</u>	<u>Reynosa</u>	<u>San Pedro</u>
Género	<input checked="" type="radio"/> ♀ <input type="radio"/> ♂	<input checked="" type="radio"/> ♀ <input type="radio"/> ♂	<input checked="" type="radio"/> ♀ <input type="radio"/> ♂	<input checked="" type="radio"/> ♀ <input type="radio"/> ♂	<input checked="" type="radio"/> ♀ <input type="radio"/> ♂
Edad	<u>13-17</u> <u>18-30</u> <u>31-50</u> +50	<u>13-17</u> <u>18-30</u> <u>31-50</u> +50	<u>13-17</u> <u>18-30</u> <u>31-50</u> +50	<u>13-17</u> <u>18-30</u> 31-50 +50	<u>13-17</u> <u>18-30</u> 31-50 +50

Figura 40. Respuestas de la encuesta tomada durante el sábado 19 de abril 2025.

Los resultados de la encuesta se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados de encuesta.

Encuesta sobre impacto del taller de especies invasoras.	
1. ¿Conocías sobre plantas invasoras?	Σ sí = 4 Σ no = 5 Σ poco = 4
2. ¿El taller te ayudó a conocer mejor el problema?	Σ sí = 13 Σ no = 0 Σ poco = 0
3. ¿Recuerdas una planta invasora?	Trueno chino = 3 Tabaquillo = 3 Higuera = 3 Hiedra inglesa = 2 Hierba doncella = 2 Sombrilla = 0
4. ¿Esta información te será útil para tomar decisiones para el cuidado del ambiente?	Σ sí = 13 Σ tal vez = 0 Σ no = 0
5. ¿Te motivó a seguir aprendiendo?	Σ sí = 13 Σ no = 0 Σ poco = 0
Datos demográficos	
¿De dónde vienes?	Nuevo León = 4 Torreón = 1 Monterrey = 2 Apodaca = 2

	Reynosa = 1 San Pedro = 1 Tamaulipas = 1 Aguascalientes = 1
Género	Σ Hombre = 3 Σ Mujer = 9 No especificó = 1
Edad	Σ 13–17 años = 0 Σ 18–30 años = 4 Σ 31–50 años = 7 Σ +50 años = 1 Otro = 1 persona “9 años”

En la encuesta participaron 13 personas, aunque para la asistencia al taller se contabilizaron aproximadamente 150 asistentes durante los tres días de participación.

Discusión

Una de las premisas de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras (Comité Asesor Nacional de Especies Invasoras, 2010) es que “una sociedad bien informada y concientizada tendrá más y mejores capacidades para participar en la solución del problema”. Y para el caso tanto de las invasiones biológicas (Mercan, 2025) como en general sobre las especies vegetales (Parsley, 2020), el cumplimiento de esta premisa se ha vuelto un reto. Por ejemplo, la urbanización ha propiciado que cada vez haya menor conexión con las áreas naturales, generando problemas como la “ceguera vegetal” (Achurra, 2022; Quinn & Ellis, 2023) o el “excepcionalismo humano”, exacerbando la idea de que el humano está por fuera de la naturaleza, en lugar de entender el planeta como un sistema interrelacionado (Kueffer, 2020).

La “ceguera vegetal” o “*plant blindness*”, es un fenómeno social que involucra la incapacidad de notar las plantas, reconocer su importancia, apreciar sus características, y encima considerarlas inferiores e indignas al compararlas con el valor percibido de los animales y los humanos (Achurra, 2022). Este fenómeno no es nuevo, lleva más de 20 años estudiándose, y se ha demostrado que afecta directamente a los Objetivos del Desarrollo Sustentable (Mercan, 2025), pues este desinterés limita la efectividad de las estrategias de conservación y política pública. Este fenómeno social ocurre más frecuentemente debido a la alta tasa de urbanización (Kueffer, 2020), por lo que la necesidad de la modificación en la forma que enseñamos y aprendemos ciencia es cada vez mayor.

La enseñanza tradicional de la ecología se centra en la categorización de los ‘biomas naturales’ por un lado, y la ‘sociedad humana’ por el otro. En tiempos modernos, se busca la utilización del modelo complementario llamado “antroma” o “bioma antropogénico” en la enseñanza, cuyo valor radica en destacar la importancia de los factores sociales y culturales en los estudios ecológicos; y entender que, aunque haya consecuencias negativas del impacto humano en el planeta, la mejor herramienta para combatir estos impactos es el empoderamiento a través de la educación para que la relación humano-naturaleza mejore (Kueffer, 2020; Quinn & Ellis, 2023). Esta modificación de paradigma y de hábitos sociales puede hacerse utilizando estrategias de comunicación como la ‘eco-traducción’ (Cronin, 2017), es decir, la traducción de terminología compleja e investigaciones científicas a un lenguaje cotidiano, esto de forma estructurada y sencilla, adaptable y flexible al contexto social y a la evolución del nivel de aprendizaje de la audiencia (Pacheco et al., 2017). Esto se aplica a contextos escolares, pero también se ha implementado en educación ambiental en áreas naturales y zonas de conservación.

Para lograr una comunicación más eficiente de las invasiones biológicas se sugiere la implementación de estrategias de educación ambiental, que son aquellas que permiten la modificación de hábitos y comportamientos en búsqueda de una mejor relación con la naturaleza (Verbrugge et al., 2021). Estas estrategias deben considerar la curiosidad como la principal fuente de motivación para generar un aprendizaje significativo (Hunaepi et al., 2024) pues es importante considerar el factor emocional del manejo de temas tan

abrumadores como las invasiones, y no solo eso, sino encontrar las mejores maneras de comunicar, implementar y evaluar las herramientas y técnicas utilizadas (Pacheco et al., 2017). Para esto se sugieren actividades en campo, exhibiciones, actividades físicas, (Verbrugge et al., 2021), y también se recomiendan actividades lúdicas y juegos de mesa (Teixera et al., 2022) para incentivar el interés y la motivación en aprender del tema, conocer el impacto ambiental y social que genera. Y, sobre las acciones que pueden llevarse a cabo para dar manejo y atención a estas especies. Sobre esta base, la implementación en Parques Naturales como el PEC resultó ideal, ya que el público que asiste ya tiene cercanía con las actividades al aire libre y puede tener mayor accesibilidad e interés sobre temas ambientales (Foss et al., 2023).

El diseño del taller educativo en PEC, en conjunto con el material entregable, coincide con las sugerencias pedagógicas y de educación ambiental recientes (Hunaepi et al., 2024; Pacheco et al., 2017; Teixeira et al., 2024; Verbrugge et al., 2021) y que han tenido éxito alrededor del mundo, pues fueron actividades lúdicas y juegos cortos, que incentivaron el interés y la curiosidad en los asistentes. Aunque no se llevó a cabo un análisis profundo de la efectividad de las actividades educativas elaboradas para este objetivo, se pudo notar a través de la encuesta la aceptación e interés del público para conocer sobre la problemática, reconocer a las especies prioritarias, y ser partícipes con pequeñas acciones para el manejo de las invasiones biológicas desde la parte de la prevención, que es precisamente una de las estrategias más eficientes contra las EEI vegetales (Sutherland et al., 2021).

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió evaluar y aplicar los conocimientos en los tres ejes principales del manejo de especies invasoras: la investigación, el manejo y la comunicación. Se obtuvo una priorización de las especies exóticas invasoras del PEC, donde se resalta la importancia del enfoque de esfuerzos y recursos al manejo de especies como el tabaquillo, la hiedra y la higuerilla. Se demostró la aplicación de herramientas recientes, actualizadas para mejorar su funcionalidad, como lo es el TPS-ISK. Esta información sirvió como base para la creación de estrategias, protocolos y planes de respuesta y acción utilizando guías y modelos internacionales que han sido probados como eficaces, como lo es el SCI. Esto permitió entender la importancia de la intervención interdisciplinaria e interinstitucional de distintos actores para atacar de mejor manera, más integral y funcional, las invasiones biológicas. Y también se demostró la importancia de la educación ambiental como herramienta para apoyar la resolución de la problemática, pues permite incentivar el conocimiento en las personas, formando ciudadanos conscientes de los problemas ecológicos y de las soluciones en las que pueden ser partícipes.

Este trabajo demuestra la importancia de la anticipación a las amenazas biológicas, combinando el conocimiento científico con herramientas de gestión eficaces. Más allá de los resultados, representa una invitación a actuar con la convicción de que cada acción preventiva suma en la construcción de un futuro más resiliente para nuestros ecosistemas.

PERSPECTIVAS

Este trabajo consistió en tres pasos iniciales en el manejo de las invasiones biológicas, por lo que cada uno de ellos tiene el potencial de continuar desarrollándose. Para mejorar y pulir la priorización de las EEI, se recomienda llevar a cabo análisis completos utilizando la información recabada en estudios en campo, lo que permitiría tener un panorama más específico y detallado de las condiciones y etapas de la invasión en el PEC, confirmando así la identidad y el alcance de las especies con mayor potencial invasor.

Siguiendo la línea anterior, y posterior a una depuración del listado para encontrar las especies verdaderamente peligrosas, la propuesta del uso del SCI puede (1) ser adaptada para las especies más importantes o factibles de atención, así encontrando las mejores estrategias de manejo, (2) los protocolos de Respuesta Rápida y los Planes de Acción de Incidente pueden llevarse a la práctica, y (3) pueden implementarse planes de monitoreo basados en la identificación de los taxones prioritarios.

El establecimiento de planes educativos dentro del PEC deben ser parte de las prioridades de acción, para que no solo se lleven a cabo estrategias educativas aisladas como las elaboradas en el proyecto, sino que puedan establecerse programas permanentes con objetivos a medianos y largo plazo, cuyas metas vayan más allá de la concientización, dirigiéndose a la capacitación en la aplicación del protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida, en campañas de remoción de especies y el involucramiento de la sociedad en cualquiera de las estrategias de manejo de las EEI, con lo que se lograría llevar a cabo un manejo integral más amplio.

Este trabajo devela las múltiples oportunidades para crear líneas de investigación y equipos de trabajo para hacer frente las invasiones biológicas. También ofrece la revisión de la política ambiental que puede impulsar la creación de nuevas leyes y normas ambientales enfocadas al manejo de las EEI. Los resultados obtenidos destacan el valor de la implementación de las metodologías aquí descritas en otras áreas naturales protegidas del país. Las ideas aquí propuestas pretenden ser el inicio de nuevas rutas de acción. Si este enfoque logra inspirar a otros investigadores, políticos, autoridades y a las comunidades a fortalecer la vigilancia y la prevención frente a las invasiones biológicas, entonces su verdadero valor habrá comenzado a dar fruto.

BIBLIOGRAFÍA

- Academia de la Unión Europea: Gervasini, E. y López-Cañizares, C. 2021. MOOC Have you seen an Alien? - ¿Haz visto un invasor?. Online]. Disponible en: <https://academy.europa.eu/courses/have-you-seen-an-alien>
- Achurra, A. 2022. Plant blindness: A focus on its biological basis. *Frontiers in Education*, 7, 963448. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.963448>
- Adhikari P, Lee YH, Poudel A et al. 2023. Global spatial distribution of *Chromolaena odorata* habitat under climate change: random forest modeling of one of the 100 worst invasive alien species. *Sci Rep* 13: 9745. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36358-z>
- Blackburn, TM., Pysek, P., Bacher, S., Carlton, JT., Duncan, RP., Jarosik, V., Wilson, JRU., Richardson, DM. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 26(7): 333-339.
- Born-Schmidt G, de Alba F, Parpal J, Koleff P. 2017. Principales retos que enfrenta México ante las especies exóticas invasoras. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública: México DF, pp 255.
- Burgiel, SW. 2020. The incident command system: a framework for rapid response to biological invasion. *Biol invasion* 22(1):155-165.
- CABI Compendium. 2016. *Ligustrum lucidum* (glossy privet). Consultado en línea en <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.30751>
- Cantú C, Rovalo M, Marmolejo J, Ortiz S, Serriñá F. 2013. Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. ISBN: 978-607-27-0074-2. Pp. 118-125, 405-409.
- Capdevila-Argüelles L., Iglesias-García A, Orueta JF y Zilleti B. 2006. Especies exóticas invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Organismo Autónomo Parques Nacionales Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. ISBN 978-84-8014-667-8.

Carrell JD, Phinney AI, Mueller K, Bean B. 2023. Multiscale ecological niche modeling exhibits varying climate change impacts on habitat suitability of Madrean Pine-Oak trees. *Frontiers in Ecology and Evolution* 11.

Chipinque (29 agosto de 2023). Visitas Educativas. Página oficial de Parque Ecológico Chipinque A. B. P. Recuperado en línea el 22 de agosto de 2023.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2020. Borrador Programa de Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pp. 42, 71-73. Disponible en <https://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/Borrador%20PM%20PN%20Cumbres%20Mt%20para%20Consulta%20P%20C3%20BAblica%202020.pdf>

Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2006. Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Disponible en <https://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/PCM-20DIC06.pdf>

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 91 pp.

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

CONABIO. 2019. Proyecto GEF – Invasoras. Consultado en línea en <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/proyecto>

CONABIO. 2023. Especies exóticas invasoras. Consultado en línea en <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>

Convention on Biological Diversity. 2023. United Nations Biodiversity Conference COP15. Consultado en línea.

Copp GH, Britton JR, Jeney G, Joly JP, Gherardi F, Gollasch S, Gozlan RE, Jones G, MacLeod A, Midtlyng PJ, Moissec L, Nunn AD, Occhipinti-Ambrogi A, Oidtmann B, Olenin S, Peeler EJ, Russel IC, Savini D, Tricarico E, Thrush M. 2008. Risk assessment protocols and decision-making tools for use of alien species in aquaculture and stock

enhancement. Reporte a la Comisión Europea, Proyecto no.: 044142 (IMPASSE – Environmental impacts of alien species in aquaculture) para la Coordinación de Acción Prioritaria FP6 2005-SSP-5A, Manejo Sustentable de los Recursos Naturales de Europa. 84 pp. Consultado en https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20140108121930/http://www.cefas.defra.gov.uk/media/437410/impasse_44142_d3-2.pdf

Cronin M. 2017. Eco-translation: Translation and ecology in the Age of the Anthropocene. Routledge, an imprint of the Taylor & Francis Group.

Diagne, C., Leroy, B., Vaissière, AC. Rodolphe EG., Roiz, D., Jarić, I., Salles, JM., Bradshaw, CJA. Y Courchamp, F. 2022. Author Correction: High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature* 608, E35. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05100-6>

DOF - Diario Oficial de la Federación. (s/f). Recuperado el 26 de febrero de 2025, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5744005&fecha=28/11/2024#gsc.tab=0

DOF Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación 2016, 7 de diciembre.

DOF Implementación del Sistema de Comando de Incidentes PROY-NOM-010-SEGOB-2018.

DOF Ley Federal de Sanidad Vegetal. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación 2022, 11 de mayo.

DOF Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. 2023, 8 de mayo.

DOF Programa de Manejo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación 2023, 3 de enero.

Dreyer, J. B. B., Higuchi, P., & Silva, A. C. 2019. *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton (broad-leaf privet) demonstrates climatic niche shifts during global-scale invasion. *Scientific Reports*, 9(1), 3813. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40531-8>

Egawa C y Matsushashi S. 2022. Interpreting expert-judged priorities of invasive alien plant species by ex post weed risk scoring: A study in Japan. *Global Ecology and Conservation* 27: e02170.

Escoto-Castillo A, Sánchez-Peña L, Gachuz-Delgado S. 2017. Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): nuevas maneras de comprender el cambio climático y social. *Estudios demográficos y urbanos* 32(3).

Espinosa-García FJ y Villaseñor JL. 2017. Biodiversidad, distribución, ecología y manejo de malezas alóctonas en México: una revisión. *Rev. Mex. Biodiv.* 88: 76-96.

Esqueda J, Segura-Garza VM y Gómez-Ruiz EP. 2022. Mastofauna de la montaña Chipinque en Nuevo León, México. Departamento de Conservación. Parque Ecológico Chipinque, A.B.P.

Estrada-Castillón A. 2023. Flora del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.

FEMA ISC Resource Center. Programa de Entrenamiento. s.f. Disponible en <https://training.fema.gov/emiweb/is/icsresource/trainingmaterials/> consultado el 18 de febrero 2024.

Flores-Garza RL. 2005. Hacia una nueva práctica educativa en las áreas naturales protegidas: Sistematización de la experiencia visitas guiadas en el Parque Ecológico Chipinque A. C. Tesis de maestría, Universidad de Guadalajara. Repositorio CUCBA Biblioteca Central.

Foss, K., Liu, H.-L., & Carotta, C. L. 2023. The Influence of Parents' Outdoor Recreation Preferences on Children's Outdoor Activities in State Parks. *Journal of Outdoor Recreation, Education, and Leadership*. <https://doi.org/10.18666/JOREL-2023-12027>

Golubov, J. 2019. Sistema Automático de Captura de Información sobre Malezas (SACIM). Disponible en <http://github.com/jgolubov/SACIM>.

Gordon DR, Tancig KJ, Onderdonk DA y Gantz CA. 2011. Assessing the invasive potential of biofuel species proposed for Florida and the United States using the Australian Weed Risk Assessment. *Biomass and Bioenergy* 35(1): 74-79. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.029>

Gordon DR, Flory SL, Lieurance D, Hulme PE, Buddenhagen C, Caton B, Champion PD, Culley TM, Daehler C, Essl F, Hill JE, Keller RP, Kohl L, Koop AL, Kumschick S, Lodge DM, Mack RN, Meyerson LA, Pallipparambil GR, Vilà M. 2016. Weed Risk Assessments Are an Effective Component of Invasion Risk Management. *Invasive Plant Science and Management*, 9(1), 81–83. <https://doi.org/10.1614/IPSM-D-15-00053.1>

Grupo de Trabajo Interministerial sobre Especies Invasoras de la Columbia Británica, Canadá (IMISWG – Inter-Ministry Invasive Species Working Group). 2023. Introduction to Invasive Species Online Training – Introducción al entrenamiento en línea sobre Especies Invasoras. [Online]. Disponible en: <https://training.bcparks.ca/invasive-species/#a>

Haubrock PJ, Cuthbert RN, Sundermann A, Diagne C, Golivets M, Courchamp F. 2021. Economic costs of invasive species in Germany. *NeoBiota* 67:225-246.

Hill J, Hardin S, Donahou A, Lyons T, & Tuckett Q. 2025. Review of invasiveness screening kit use in the United States of America. *Management of Biological Invasions*, 16(1), 45–72. <https://doi.org/10.3391/mbi.2025.16.1.04>

Hulme PE. 2012. Weed risk assessment: A way forward or a waste of time? *Journal of Applied Ecology*, 49(1), 10–19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02069.x>

Hunaepi H, Suma IK, & Subagia IW. 2024. Curiosity in Science Learning: A Systematic Literature Review. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 3(1), 77–105. <https://doi.org/10.36312/ijece.v3i1.1918>

INEGI. 2010. Sistema Geográfico del Estado de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

IPCC. 2005. Guidance notes for lead authors of the IPCC fourth assessment report on addressing uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO & UNEP.

Consultado en línea en <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-uncertaintyguidancenote-1.pdf> en septiembre 2024.

IPPC, 1997. International Plant Protection Convention. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Secretariat of the International Plant Protection Convention (IPPC), Rome, Italy. 18 pp.

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2022-2.

IUCN. 2020. *IUCN EICAT Categories and Criteria. The Environmental Impact Classification for Alien Taxa* First edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. X + Xpp.

Keese PK, Robold AV, Myers RC, Weisman S, & Smith J. 2014. Applying a weed risk assessment approach to GM crops. *Transgenic Research*, 23(6), 957–969. <https://doi.org/10.1007/s11248-013-9745-0>

Kerns BK, Poland TM, Venette RC, Patel-Weynand T, Finch DM, Rowley A, Hayes DC, & Ielmini M. 2021. Future Invasive Species Research Challenges and Opportunities. En T. M. Poland, T. Patel-Weynand, D. M. Finch, C. F. Miniat, D. C. Hayes, & V. M. Lopez (Eds.), *Invasive Species in Forests and Rangelands of the United States* (pp. 329–333). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45367-1_16

Kueffer C. 2020. Plant sciences for the Anthropocene: What can we learn from research in urban areas? *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 2(4), 286–289. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10124>

LifeInvasaqua: López-Cañizares, C., Olivo del Amo, R., Guillén-Beltrán, A., Ruiz-Navarro, A., Zamora-Marín, J.M., Anastácio, P., Banha, F., Brandão, P. R. y Oliva-Paterna, F. J. 2022. MOOC sobre especies exóticas invasoras. Conceptos básicos para docentes y estudiantes. [Online]. Disponible en: <https://ibermis.org/formacion/mooc-sobre-especies-exoticas-invasoras-conceptos-basicos-para-docentes-y-estudiantes/>

Liu X, Blackburn TM, Song T, Wang X, Huang C, Li Y. 2020. Animal invaders threaten protected areas worldwide. *Nature Communication* 11:2892.

Ljubojević, M., Tomić, M., Simikić, M., Savin, L., Narandžić, T., Pušić, M., Grubač, M., Srđan Vejnović, & Marinković, M. 2021. *Koelreuteria paniculata* invasiveness, yielding capacity and harvest date influence on biodiesel feedstock properties. *Journal of Environmental Management*, 295, 113102. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113102>

Martínez, J. J. F., Cruz-Salinas, R. R., Villegas, A., & Sánchez-Cordero, V. 2018. Proyecto GEF-PNUD: “Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional” SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTABLECER LOS PLANES DE MANEJO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: EL VIZCAÍNO, TUTUACA, SIERRA DE ÁLAMOS-RÍO CUCHUJAQUI, MARISMAS NACIONALES NAYARIT Y CUMBRES DE MONTERREY. PRODUCTO 2 FICHA DE EEI EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA TUTUACA JUNIO 2019. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15392.12805>

McGeoch MA, Butchart SHM, Spear S, Marais E, Kleynhans EJ, Symes A, Chanson J, Hoffmann M. 2010. Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Diversity and Distributions* 16(1):95-108.

Mendoza R y Koleff P. 2014. Especies acuáticas invasoras en México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pp. 555.

Mendoza, R. C. Aguilera, J. Montemayor, I. Bustamante, M. Valdez y M. Elías-Gutiérrez. 2014. Nuevos enfoques y acciones necesarias, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 507-520

Mendoza, R., Luna, S., & Aguilera, C. 2015. Risk assessment of the ornamental fish trade in Mexico: Analysis of freshwater species and effectiveness of the FISK (Fish Invasiveness Screening Kit). *Biological Invasions*, 17(12), 3491–3502. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0973-5>

Mendoza-Alfaro, R. E., Luna, S., Ramos, I. R., & Sánchez, F. G. 2021. Análisis de riesgo para el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) y el mejillón quagga (*D. bugensis*) en México.

Mercado del Collado, R., Galicia-Alarcón, S.A., Díaz-Camacho, J.E., Assad-Meza, A.Y., Hernández-Ruiz, R., Mercado del Collado, R., Ramírez-Velásquez, T., Meza-Meraz, A.E., Hernández-Zavaleta, G., Del Valle-Kavanagh, R. y Méndez-Martínez, J. 2007. Guía para el diseño de cursos en línea. Universidad Veracruzana Dirección General Editorial. ISBN: 978-834-814-7. Pp. 18-39.

Mercan, G. 2025. PLANT BLINDNESS: IS IT HINDERING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs)? *International Journal of Eurasian Education and Culture*, 29. <https://doi.org/10.35826/ijoecc.2868>

Mid-Atlantic Panel on Aquatic Invasive Species. 2009. Rapid Response Planning for Aquatic Invasive Species. A Maryland Example. National Oceanic and Atmospheric Administration. 43 p. Disponible en <https://www.mdsg.umd.edu/sites/default/files/2019-12/MarylandPlanFinal-1.pdf> consultado el 17 de febrero 2024.

Moon J. 2018. Effective methods for using live animals for instruction in environmental education (Tesis de Maestría en Artes de la Educación: Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Hamline University, St. Paul, Minnesota). School of Education Student Capstone Projects. 134.

Morandi M, Zalba S, Belfer L, García-Nowak C, Cuevas Y. 2022. La gestión de las especies exóticas invasoras en contextos de Interculturalidad. Estrategia Nacional sobre especies exótica invasoras. Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible Argentina.

Naciones Unidas. 2018. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.

NOM Especificaciones para prevenir la introducción de malezas cuarentenarias a México NOM043-FITO-1999.

Pacheco NG., Cruz SE., & Valdez ALG. 2017. Estrategia de comunicación para prevenir, controlar y erradicar las especies exóticas invasoras (EEI) en el Parque Nacional Cumbres

de Monterrey. Estrategia entregada a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 00089333 Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI.

Paganelli, D, Kamburska, L, Zaupa, S, Garzoli, L y Boggero, A. 2021. Impacts Analysis of Alien Macroinvertebrate Species in the Hydrographic System of a Subalpine Lake on the Italian-Swiss Border. *Water* 13(21): 3146.

Panetta FD., & Grigg A. 2021. A weed risk analytical screen to assist in the prioritisation of an invasive flora for containment. *NeoBiota*, 66, 95–116. <https://doi.org/10.3897/neobiota.66.67769>

Parque Ecológico Chipinque ABP. Investigación. Recuperado el 13 de agosto 2024 de <https://www.chipinque.org.mx/investigacion>

Parsley KM. 2020. Plant awareness disparity: A case for renaming plant blindness. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 2(6), 598–601. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10153>

Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. 2007. Updated world map of the Koeppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions* 4(2): 439-473.

Pérez-Bedmar M y Sanz-Pérez V. 2003. Educación ambiental y especies exóticas: desde las normativas globales hasta las acciones locales. *Ecosistemas* 2003:3.

Pheloung P, Williams P, Halloy S. 1999. A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management* 57: 239-251. <https://doi.org/10.1006/jema.1999.0297>

Pili A. 2023. The escalating global problem of alien species invasions – shedding light on the neglected. *Comunidad Springer Nature – Ecology and evolution*.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Ficha de EEI en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en áreas naturales protegidas: El Vizcaíno, Tutuaca, Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Marismas Nacionales Nayarit y Cumbres de Monterrey. Proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de

la Estrategia Nacional de EEI". Flores-Martínez J. J., G. F. García-Ruiz., R. Rodríguez-Medina, R. Salinas-Galicia, A. Villegas-Castillo & V. Sánchez-Cordero. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México. 23 p.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017. Estrategia de comunicación para prevenir, controlar y erradicar las especies exóticas invasoras (EEI) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Estrategia entregada a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 00089333 Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI. González Pacheco, N.; Espinosa Cruz, S. E. y Gudiño Valdez, A. L., Ciudad de México, México. 79 pp.

Quinn JE., & Ellis EC. 2023. Anthromes. En N. Wallenhorst & C. Wulf (Eds.), Handbook of the Anthropocene (pp. 203–211). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25910-4_32

Reaser JK, Burgiel SW, Kirkey J, Brantley KA, Veatch SD, & Burgos-Rodríguez J. 2020. The early detection of and rapid response (EDRR) to invasive species: A conceptual framework and federal capacities assessment. *Biological Invasions*, 22(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02156-w>

Rico-Sánchez AE, Haubrock PJ, Cuthbert RN, Angulo E, Ballesteros-Mejia L, López-López E, DuboscqCarra VG, Nuñez MA, Diagne C, Courchamp F. 2021. Economic costs of invasive alien species in Mexico. In: Zenni RD, McDermott S, García-Berthou E, Essl F (Eds) *The economic costs of biological invasions around the world*. *NeoBiota* 67: 459–483.

Robertson PA, Mill AC, Adriaens T, Moore N, Vanderhoeven S, Essl F, & Booy O. 2021. Risk Management Assessment Improves the Cost-Effectiveness of Invasive Species Prioritisation. *Biology*, 10(12), 1320. <https://doi.org/10.3390/biology10121320>

Roura-Pascual, N., Saul, W., Pérez-Granados, C., Rutting, L., Peterson, G. D., Latombe, G., Essl, F., Adriaens, T., Aldridge, D. C., Bacher, S., Bernardo-Madrid, R., Brotons, L., Diaz, F., Gallardo, B., Genovesi, P., Golivets, M., González-Moreno, P., Hall, M., Kutlesa, P., ... Jeschke, J. M. 2024. A scenario-guided strategy for the future management

of biological invasions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 22(4), e2725. <https://doi.org/10.1002/fee.2725>

Servicio Meteorológico Nacional. 2024. Base de datos climatológica Nacional para la estación 19052 “Monterrey (OBS)” ubicada en San Nicolás de los Garza Nuevo León. Consultado en https://smn.conagua.gob.mx/tools/REOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/nl/nor9120_19052.txt el 28 de agosto 2024.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA. Agosto 2023. Sanidad Vegetal. Consultado en línea.

Sifuentes de la Torre, S. I. 2020. “Implementación del sistema de evaluación de riesgo de malezas (WRA) para plantas exóticas invasoras en México” [Tesis para obtener el grado de maestra en ecología aplicada]. Universidad Autónoma Metropolitana. Repositorio UAM: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/24824>

Sutherland, B. L., Barrett, C. F., Beck, J. B., Latvis, M., McKain, M. R., Sigel, E. M., & Kooyers, N. J. 2021. Botany is the root and the future of invasion biology. *American Journal of Botany*, 108(4), 549–552. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1642>

Teixeira, Jonas & Angeluci, Alan & Prates Júnior, Paulo & Prado Martin, José. 2022. ‘Let’s play?’ A systematic review of board games in biology. *Journal of Biological Education*. 58. 1-20. 10.1080/00219266.2022.2041461.

To DA, Gomez GM, Ramos DR, Palillo CD, Go NK, Gilles A, Briones JC, & Pavia RT 2022. Invasiveness Risk Assessment of Non-native Freshwater Fish Species (Order: Siluriformes) for Lake Taal, Philippines. *Philippine Journal of Science*, 151(3). <https://doi.org/10.56899/151.03.04>

Vaz AS, Kueffer C, Kull CA, Richardson DM, Schindler S, Muñoz-Pajares AJ, Vicente JR, Martins J, Hui C, Kühn I, & Honrado JP. 2017. The progress of interdisciplinarity in invasion science. *Ambio*, 46(4), 428–442. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0897-7>

Verbrugge L, Dawson M, Gettys L, Leuven R, Marchante H, Marchante E, Nummi P, Rutenfrans A, Schneider K, & Vanderhoeven S. 2021. Novel tools and best practices for

education about invasive alien species. *Management of Biological Invasions*, 12(1), 8–24. <https://doi.org/10.3391/mbi.2021.12.1.02>

Vilizzi L, Hill JE, Piria M, Copp GH. 2022. A protocol for screening potentially invasive non-native species using Weed Risk Assessment-type decision-support tools. *Science of The Total Environment* 832: 154966. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154966>

Vilizzi L, Piria M y Copp GH. 2022. Which calibrated threshold is appropriate for ranking non-native species using scores generated by WRA-type screening toolkits that assess risks under both current and future climate conditions? *Letter to management of Biological Invasions* 13(4):593-608. <https://doi.org/10.3391/mbi.2022.13.4.01>

Vilizzi L, Piria M, Pietraszewski D, Giannetto D, Luke-Flory S, Herczeg G, Sermenli HB, Britvec M, Jukoniene I, Petrulaitis L, Vitasovic-Kosic I, Almeida D, Al-Wazzan Z, Bakiu R, Boggero A, Chaichana R, Dashinov D, Zoysa MD, Guilles-Jr AS, Gouletquer P, Interesova E, Kopechý O, Koutsikos N, Koyama A, Kistan P, Li S, Lukas J, Moghaddas SD, Monteiro JG, Mumladze L, Oh C, Olsson KH, Pavia-Jr RT, Perdikaris C, Pickholtz R, Preda C, Ristovska M, Svolíková KS, Stevove B, Ta KAT, Uzunova E, Vardakas L, Verreyckn H, Wei H, Yogurtçuoğlu B, Ferincz A, Kirkendall LR, Marszal L, Paganelli D, Stojchevska C, Tarkan AS, Yazlik A. 2024. Development and application of a second-generation multilingual tool for invasion risk screening of non-native terrestrial plants. *Science of the Total Environment* 917, 170475.

Vilizzi L & Piria M. 2022. Providing scientifically defensible evidence and correct calibrated thresholds for risk screening non-native species with second-generation Weed Risk Assessment-type decision-support tools. *Journal of Vertebrate Biology*, 71(22047). <https://doi.org/10.25225/jvb.22047>

Vilizzi, L., Piria, M., Herczeg, G., Almeida, D., Al-Wazzan, Z., Bakiu, R., Boggero, A., Chaichana, R., Dashinov, D., De Zoysa, M., Gilles, A., Gouletquer, P., Interesova, E., Kopecký, O., Koutsikos, N., Koyama, A., Kristan, P., Li, S., Lukas, J., ... Pietraszewski, D. 2025. Questionnaire improvements in second-generation, multilingual decision support tools for invasion risk screening of non-native taxa. *Management of Biological Invasions*, 16(1), 33–44. <https://doi.org/10.3391/mbi.2025.16.1.03>

Vilizzi, L., Piria, M., Pietraszewski, D., Kopecký, O., Špelić, I., Radočaj, T., Šprem, N., Ta, K. A. T., Tarkan, A. S., Weiperth, A., Yoğurtçuoğlu, B., Candan, O., Herczeg, G., Killi, N., Lemić, D., Szajbert, B., Almeida, D., Al-Wazzan, Z., Atique, U., ... Zięba, G. 2022. Development and application of a multilingual electronic decision-support tool for risk screening non-native terrestrial animals under current and future climate conditions. *NeoBiota*, 76, 211–236. <https://doi.org/10.3897/neobiota.76.84268>

Willcockson-Álvarez L, Rivera-Bazaldúa S, Olivares-Alanís J, Alonso-Salazar E y Galicia-Castillo J. 2013. Parque Ecológico Chipinque, en: Cantú-Ayala et al. (eds.), *Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México*. UANL-CONANP. México. Pp. 405-409.

WVDE West Virginia Department of Education. Crisis Planning Resources. s.f. Disponible en <https://wvde.us/accountability/safe-schools-toolkit/crisis-planning-resources/> consultado el 18 de febrero 2024.

Zenni RD, Essl F, García-Berthou E, McDermott SM. 2021. The economic costs of biological invasions around the world. In: Zenni RD, McDermott S, García-Berthou E, Essl F (Eds) *The economic costs of biological invasions around the world*. *NeoBiota* 67: 1-9.

Ziller SR, Dechoum MS, Duarte-Silveira RP, Marques-daRosa H, Souza-Motta M, Silva LP, Mello-Oliveira BC, Zenni RD. 2020. A priority-setting scheme for the management of invasive non-native species in protected areas. *NeoBiota* 62: 591-606.

ANEXOS

Objetivo 1. Análisis de riesgo.

1.1 Listado exóticas y preclasificación.

Preclasificación de especies exóticas presentes en PEC			
Especies	Preclasificación N = Nativo x = invasor o = no invasor ? = sin información	Notas	Literatura consultada para preclasificación
<i>Acer negundo</i>	N	Especie nativa.	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad taxonómica y distribución geográfica: Plants of the World Online. S.f. <i>Acer negundo</i> L. Consultado en https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:781412-1
<i>Achillea millefolium</i>	Posible N	No se sabe si es nativa o no. Dependerá de la variedad, subespecie o especie (según distintas clasificaciones botánicas).	<ul style="list-style-type: none"> • Perdomo-Roldán F, Vibrans H. 2009. Malezas de México <i>Achillea millefolium</i>. Consultado en http://www.conabio.gob.mx/maleza_sdemexico/asteraceae/achillea-millefolium/fichas/ficha.htm
<i>Asphodelus fistulosus</i>	X	Obtuvo una categoría de riesgo alta en su análisis MERI, pero no se reportan impactos específicos a la biodiversidad, economía o salud pública. Crece rápidamente estableciendo grandes poblaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. S.f. <i>Asphodelus fistulosus</i>. Consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/220946/Asphodelus_fistulosus.pdf • Mondragón-Pichardo J y Vibrans H. 2009. Malezas de México. <i>Asphodelus fistulosus</i>. Consultado en línea en http://www.conabio.gob.mx/maleza_sdemexico/asphodelaceae/asphodelus-fistulosus/fichas/ficha.htm
<i>Bromus catharticus</i>	X	Invasora de cultivos, pero no hay reporte de daño ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Chimera C. 2015. Weed Risk Assessment for Hawaii. Consultado en línea en https://plantpono.org/wp-content/uploads/Bromus-catharticus.pdf • Estado de Victoria, Australia. Agricultura. 2020. <i>Bromus catharticus</i>. Consultado en línea en https://vro.agriculture.vic.gov.au/dpi/vro/vrosite.nsf/pages/weeds_bromus

<i>Cynodon dactylon</i>	?	Es un taxón utilizado para pastoreo y control de erosión, así que se encuentra ampliamente naturalizado. Aunque tiene múltiples análisis de riesgo, solo ha representado valores peligrosos para Australia.	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo Especialista en Especies Invasoras de la UICN. 2010. <i>Cynodon dactylon</i>. Consultado en línea en https://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Cynodon+dactylon • Gallo T. 2011. Análisis de Riesgo de Maleza para <i>Cynodon Dactylon</i> Bermudagrass. Consejo de Texas para las Plantas Invasoras y Plagas. Consultado en https://texasinvasives.org/professionals/assessment_print.php?symbol=CYDA • CABI Compendium. Rojas-Sandoval J y Acevedo-Rodríguez P. 2014. <i>Cynodon dactylon</i>. Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.17463
<i>Eriobotrya japonica</i>	X	Puede invadir zonas naturales, y sombrear plántulas nativas evitando germinación.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI compendium. 2016. <i>Eriobotrya japonica</i> (loquat). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.20559 • Chimera C. 2017. Análisis de riesgo para Hawaii. Consultado en línea en https://plantpono.org/wp-content/uploads/Eriobotrya-japonica.pdf
<i>Hedera helix</i>	X	Ampliamente reportada como invasora a nivel mundial.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI compendium. 2019. <i>Hedera helix</i>. Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.26694 • Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. S.f. <i>Hedera helix</i> L. Consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/221035/Hedera_helix.pdf • Hanan-Alipi AM, Mondragón-Pichardo y Vibrans H. 2009. Malezas de México. Consultado en línea en http://www.conabio.gob.mx/maleza/sdemexico/araliaceae/hedera-helix/fichas/ficha.htm
<i>Hyparrhenia hirta</i>	X	Naturalizada y de beneficio económico.	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. <i>Hyparrhenia hirta</i>. Consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/221010/Hyparrhenia_hirta.pdf

<i>Jasminum mesnyi</i>	O	No se reportan casos de invasión a nivel mundial.	
<i>Koelreuteria paniculata</i>	X	Reportado como árbol invasor para México, y para Parque Nacional Cumbres de Monterrey.	<ul style="list-style-type: none"> • PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Ficha de EEI en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en áreas naturales protegidas: El Vizcaíno, Tutuaca, Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Marismas Nacionales Nayarit y Cumbres de Monterrey. Proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. Flores-Martínez J. J., G. F. García-Ruiz., R. Rodríguez-Medina, R. Salinas-Galicia, A. Villegas-Castillo & V. Sánchez-Cordero. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México. 23 p.
<i>Lactuca serriola</i>	X	Invasora de cultivos, pero no se reporta daño ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Hanan-Alipi AM, Mondragón-Pichardo J y Vibrans H. 2009. Malezas de México. Lactuca serriola. Consultado en línea en http://www.conabio.gob.mx/maleza_sdemexico/asteraceae/lactuca-serriola/fichas/ficha.htm#:~:text=Introducci%C3%B3n,Posiblemente%20se%20encuentra%20en%20expansi%C3%B3n. • Chadha A y Florentine S. 2021. Biology, Ecology, Distribution and Control of the Invasive Weed, Lactuca serriola L. (Wild Lettuce): A global review. Plants 10(10): 2157. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8541585/

<i>Lantana strigocamara</i>	X	Considerada un híbrido invasor, pero no se han reportado daños específicos. Se considera invasora por su capacidad de hibridación, y por la toxicidad en sus frutos.	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad taxonómica y de distribución geográfica. Plants of the World Online. S.f. Lantana x strigocamara. Consultado en línea en https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:60444377-2
<i>Ligustrum lucidum</i>	X	Reportado como árbol invasor para México, y para Parque Nacional Cumbres de Monterrey.	<ul style="list-style-type: none"> • PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Ficha de EEI en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en áreas naturales protegidas: El Vizcaíno, Tutuaca, Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Marismas Nacionales Nayarit y Cumbres de Monterrey. Proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. Flores-Martínez J. J., G. F. García-Ruiz., R. Rodríguez-Medina, R. Salinas-Galicia, A. Villegas-Castillo & V. Sánchez-Cordero. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México. 23 p.
<i>Linaria vulgaris</i>	X	Invade cultivos y zonas secas, caminos y áreas perturbadas. No hay reportes en bosques.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Gassmann A y Parker C. 2016, <i>Linaria vulgaris</i> (common toadflax). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.30828
<i>Lysimachia arvensis</i>	O	Puede invadir cultivos, pero no se reportan daños ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> • Mondragón-Pichardo J y Vibrans H. 2009. Malezas de México. <i>Lysimachia arvensis</i>. Consultado en línea en http://www.conabio.gob.mx/maleza/sdemexico/primulaceae/anagallis-arvensis/fichas/ficha.htm

<i>Malus domestica</i>	O	No se reportan casos de invasión a nivel mundial, no tiene la capacidad de supervivencia sin cuidado humano y no tiene las características rápidas de reproducción que benefician a las especies invasoras.	
<i>Medicago lupulina</i>	?	Se reporta como invasora en algunas islas, pero no hay información sobre impactos ambientales. Suele ocurrir como maleza en cultivos.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2017. <i>Medicago lupulina</i> (black medick). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.33034
<i>Melia azedarach</i>	X	Ampliamente reportada como invasora a nivel mundial.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2023. <i>Melia azedarach</i> (Chinaberry). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.33144 • Grupo Especialista en Especies Invasoras de la UICN. 2006. <i>Melia azedarach</i>. Consultado en línea en https://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Melia+azedarach
<i>Melinis repens</i>	X	Naturalizada y propagada por el beneficio económico que provee al ser forraje.	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. S.f. <i>Melinis repens</i>. Consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/221052/Melinis_repens.pdf
<i>Mirabilis jalapa</i>	N	Especie nativa.	<ul style="list-style-type: none"> • Mondragón-Pichardo J y Vibrans H. 2009. Malezas de México. <i>Mirabilis jalapa</i>. Consultado en línea en http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/nyctaginaceae/mirabilis-jalapa/fichas/ficha.htm
<i>Nandina domestica</i>	X	No hay muchos impactos reportados debido a su invasión localizada. Se reportan en el Sureste de USA donde se reconoce como un invasor de menor importancia o un posible invasor.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Kaufman S. 2013. <i>Nandina domestica</i> (Nandina). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.35692

<i>Nicotiana glauca</i>	X	Reportada como una de las 100 invasoras más peligrosas por la Base de datos global de especies invasoras (GISD), reporta fatalidades en humanos y animales. Afecta zonas naturales.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Vélez-Gavilán J. 2023. <i>Nicotiana glauca</i> (tree tobacco). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.36324
<i>Oxalis corniculata</i>	?	Reportada como ampliamente naturalizada. Tiene características que la posicionan como una excelente maleza, pero no reporta impactos significativos.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Popay I. 2013. <i>Oxalis corniculata</i> (creeping woodsorrel). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.38154
<i>Pinus halepensis</i>	X	Invasora poco estudiada.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. 2019. <i>Pinus halepensis</i> (aleppo pine). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.41617
<i>Plantago lanceolata</i>	X	Ambas especies reportadas como invasoras de cultivos y ambientales, pero hay pocas descripciones de impactos ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2023. <i>Plantago lanceolata</i> (ribwort plantain).
<i>Plantago major</i>	X		<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2023. <i>Plantago major</i> (broad-leaved plantain). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.41814
<i>Podranea ricasoliana</i>	posible X	Aunque se ha reportado creciendo hacia zonas naturales en Hawái, no hay evidencia de los impactos a la biodiversidad.	<ul style="list-style-type: none"> • CABI Compendium. Duenas-Lopez MA. 2020. <i>Podranea ricasoliana</i> (pink trumpet vine). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.116418
<i>Potentilla indica</i>	?	Se reporta como invasora en algunas áreas de Estados Unidos, pero no se especifican los impactos que genera.	<ul style="list-style-type: none"> • Invasive Plant Atlas. 2018. False strawberry. Consultado en línea en https://www.invasiveplantatlas.org/subject.cfm?sub=78283

<i>Prunus persica</i>	O	Se reporta como de bajo potencial invasor.	<ul style="list-style-type: none"> Gilman EF y Watson DG. 1994. <i>Prunus persica</i> Peach. Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Consultado en línea en https://hort.ifas.ufl.edu/database/documents/pdf/tree_fact_sheets/prupera.pdf
<i>Pteridium aquilinum</i>	N / X	Está ampliamente distribuida y su origen se desconoce. Se considera que tiene las características de una maleza (crecimiento rápido y de fácil distribución), pero no se reportan impactos específicos.	<ul style="list-style-type: none"> Hanan-Alipi AM, Mondragón-Pichardo J y Vibrans H. 2009. Malezas de México. <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn. Consultado en línea en http://www.conabio.gob.mx/maleza/sdemexico/dennstaetdiaceae/pteridium-aquilinum/fichas/ficha.htm#1.%20Nombres
<i>Pteris cretica</i>	?	No reporta impactos, pero se considera invasora debido al gran número de esporas que produce.	<ul style="list-style-type: none"> Grupo Especialista en Especies Invasoras de la UICN. 2010. <i>Pteris cretica</i>. Consultado en línea en https://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1672
<i>Pteris vittata</i>	?		<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. Vélez-Gavilán J. 2020. <i>Pteris vittata</i> (Chinese ladder brake fern). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.119837
<i>Pyracantha koidzumii</i>	? posible O	Se reporta que podría causar densas masas que compiten contra la vegetación nativa de Australia, pero no se reportan impactos específicos.	<ul style="list-style-type: none"> Csurhes S, Weber J y Zhou Y. 2016. Invasive plant risk assessment. Firethorn <i>Pyracantha</i> species. Department of Agriculture and Fisheries. Biosecurity of Queensland. Consultado en línea en https://www.daf.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0003/55776/IPA-Firethorn-Risk-Assessment.pdf
<i>Quercus virginiana</i>	?	No se reporta suficiente información para establecer una preclasificación.	
<i>Ricinus communis</i>	X	Ampliamente reportada como invasora a nivel mundial.	<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. Bakewell-Stone P. 2024. <i>Ricinus communis</i> (castorbean). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.47618

<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	?	No se reporta suficiente información para establecer una preclasificación.	
<i>Coronilla varia</i>	X	Se reporta como invasora en EE. UU. y Canadá, propagándose por rizomas.	<ul style="list-style-type: none"> Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. <i>Securigera varia</i> (L.) Lassen. Consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/221078/Securigera_varia_final.pdf
<i>Sonchus oleraceus</i>	X	Invasora de cultivos, pocos reportes ambientales, pero en Hawái sí se reporta como competencia directa a taxones nativos en riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> Rojas-Sandoval J, Acevedo-Rodríguez P y Popay AI. 2014. <i>Sonchus oleraceus</i> (common sowthistle). En CABICompendium. Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.50584 en enero 2025. North Carolina Extension Gardener Plant Toolbox. S.f. <i>Sonchus</i>. Consultado en línea en https://plants.ces.ncsu.edu/plants/sonchus/ en enero 2025. Global Invasive Species Database. 2025. Species profile: <i>Sonchus oleraceus</i>. Consultado en línea en http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Sonchus+oleraceus en enero 2025.
<i>Taraxacum officinale</i>	?	No se reporta suficiente información para establecer una preclasificación.	
<i>Torilis nodosa</i>	? posible O	No se reporta suficiente información para establecer una preclasificación; aunque se considera que no genera impactos.	
<i>Tropaeolum majus</i>	X	Considerado invasora porque forma grandes poblaciones.	<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. Duenas-Lopez MA. 2022. <i>Tropaeolum majus</i> (<i>nasturtium</i>). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.54181

<i>Urtica urens</i>	X	Genera impactos como competencia directa, y daño a la salud humana (irritación cutánea por contacto).	<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2023. <i>Urtica urens</i> (annual nettle). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.55913
<i>Veronica persica</i>	X	No reporta impactos ambientales, pero es invasora cultivos.	<ul style="list-style-type: none"> Mondragón-Pichardo J y Vibrans H. 2009. <i>Veronica persica</i> Poir. Consultado en línea en http://www.conabio.gob.mx/maleza/sdemexico/scrophulariaceae/veronica-persica/fichas/ficha.htm
<i>Vinca major</i>	X	Afecta zonas riparias, ejerciendo presión competitiva mediante el uso de recursos y acción alelopática.	<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. 2019. <i>Vinca major</i> (big periwinkle). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.56402
<i>Vitex agnus-castus</i>	X	Considerada invasora por producir un gran número de semillas y por formar poblaciones monoespecíficas.	<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2020. <i>Vitex agnus-castus</i> (chaste tree). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.56520
<i>Vitex trifolia</i>	X	Considerada invasora por sombrear plantas nativas y cubrir zonas de anidamiento de tortugas marinas en Estados Unidos.	<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2022. <i>Vitex trifolia</i> (simple-leaf chaste-tree). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.56555
<i>Youngia japonica</i>	X	Invasora de cultivos, se considera maleza ambiental solo por sus características y no por impactos específicos reportados.	<ul style="list-style-type: none"> CABI Compendium. Rojas-Sandoval J. 2018. <i>Youngia japonica</i> (oriental false hawksbeard). Consultado en línea en https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.117921

1.2 Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de PEC			
Especie	Nombre común	Endémica	Categoría
<i>Cornus florida</i>	Corona de San Pedro	NE	Pr
<i>Dasyilirion berlandieri</i>	Sotol	E	Pr
<i>Litsea flaucescens</i>	Laurel de la Sierra	NE	P
<i>Ostrya virginiana</i>	Palo de fierro	NE	Pr

<i>Tilia americana</i>	Tilio americano	NE	P
<i>Dasyilirion acrotrichum</i>	Sotol verde	E	A
<i>Agave victoriae-reginae</i>	Magüey Noa	E	P
<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	NE	Pr
<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga barril de lima	E	Pr
<i>Beaucarnea recurvata</i>	Palma barrigona	E	A

Especies en la Lista Roja de la IUCN dentro de PEC		
<i>Quercus rysophylla</i>	Encino colorado	NT
<i>Cornus florida</i>	corona de san Pedro	LC
<i>Pistacia mexicana</i>	Lantrisco	NT
<i>Hesperocyparis lusitanica</i>	Cedro blanco	LC
<i>Agave victoriae-reginae</i>	Magüey Noa	LC
<i>Styrax platanifolius</i>	Sycamore-leaf Snowbell	NT
<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel de la Sierra	LC
<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	VU
<i>Beaucarnea recurvata</i>	Palma barrigona	CR
<i>Ostrya virginiana</i>	Palo de fierro	LC
<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga barril de lima	LC
<i>Fraxinus albicans</i>	Fresno texano	NT
<i>Ulmus americana</i>	Olmo americano	EN
<i>Tilia americana</i>	Tilio americano	LC
<i>Astrophytum asterias</i>	Falso peyote	VU
<i>Coryphantha nickelsiae</i>	Biznaga partida de Laredo	LC
<i>Ariocarpus retusus</i>	Chautle	LC
<i>Beaucarnea gracilis</i>	pata de elefante	EN
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	VU
<i>Mammillaria longimamma</i>	Biznaga dedos largos	VU
<i>Brahea dulcis</i>	Bamel	LC
<i>Quercus cupreata</i>	Roble de duelas	EN
<i>Populus mexicana</i>	Álamo	NT
<i>Yucca linearifolia</i>	Yuca	VU
<i>Schoepfia arenaria</i>	Araña	EN
<i>Parodia magnifica</i>	Cactus parodia	EN
<i>Phoenix paludosa</i>	Swamp date palm	NT
<i>Neltuma alba</i>	Algarrobo blanco	NT

1.3 Listado de predictores y estadísticos obtenidos en el modelado de distribución potencial de las especies.

Especie	Listado de Predictores y valores estadísticos para la modelación de los mapas de distribución potencial																				Estadísticos				Observaciones descargadas	
	Aspecto	BIO 1	BIO 2	BIO 3	BIO 4	BIO 5	BIO 6	BIO 7	BIO 8	BIO 9	BIO 10	BIO 11	BIO 12	BIO 13	BIO 14	BIO 15	BIO 16	BIO 17	BIO 18	BIO 19	AUC	COR	TSS	DEV		Observaciones
<i>Lactuca serriola</i>	X	X		X			X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	9,351	36,010
<i>Hedera helix</i>	X				X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	1	1	0.2	9,466	73,254
<i>Youngia japonica</i>	X	X	X				X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	3,033	20,960
<i>Vinca major</i>	X	X	X				X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.2	7,564	37,996
<i>Securigera varia</i>	X	X			X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.2	9,846	56,677
<i>Asphodelus fistulosus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	1	1	0.2	1,556	7,474
<i>Potentilla indica</i>	X	X	X		X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.2	7,633	59,358
<i>Tropaeolum majus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.4	3,687	23,761
<i>Lysimachia arvensis</i>	X	X	X	X			X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	10,295	57,014
<i>Oxalis corniculata</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.4	7,552	29,421
<i>Pteris vittata</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.4	1,860	8,952
<i>Linaria vulgaris</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	14,651	69,394
<i>Koelerutera paniculata</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	2,043	6,789
<i>Ligustrum lucidum</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	2,675	18,688
<i>Plantago major</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.4	18,786	84,250
<i>Ricinus communis</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.5	7,345	47,838
<i>Bromus catharticus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	2,708	11,107
<i>Cynodon dactylon</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.4	5,848	18,696
<i>Hyparrhenia hirta</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	2,757	27,092
<i>Melinis repens</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.4	2,872	12,739
<i>Prunus persica</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	7,320	22,184
<i>Jasminum mesnyi</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.4	965	2,180
<i>Pyracantha koidzumii</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	452	966
<i>Torilis nodosa</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	1	1	0.2	4,359	30,389
<i>Nicotiana glauca</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	5,364	39,144
<i>Malus domestica</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	1	0.9	0.9	0.3	13,536	121,784

Objetivo 2. Sistema de Comando de Incidentes.

2.1 Artículos completos usados para SCI.

GOBIERNO FEDERAL

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Obtenido del Reglamento Interior de la SEMARNAT (última reforma noviembre 2023)

Art. 74. “La Dirección General de Operación Regional tendrá las siguientes atribuciones:”

Fracción III. Coordinar los apoyos para la elaboración y ejecución de programas para la protección.

Fracción IV. Coordinar la formulación y ejecución de los programas de vigilancia comunitaria.

Fracción VI. Coordinar la instrumentación de programas de capacitación comunitaria para la conservación y manejo.

Fracción X. Coordinar el programa de monitoreo de especies y ecosistemas.

Fracción XI. Proponer al Comisionado Nacional la estrategia para el control y erradicación de especies ferales, invasoras y exóticas en las Áreas Naturales Protegidas competencia de la Federación.

Fracción XX: Emitir los dictámenes técnicos y opiniones que correspondan a la comisión dentro de los procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones, permisos y concesiones en materia de impacto ambiental.

Fracción XXI. Promover, apoyar y organizar el desarrollo de los programas y proyectos que tengan como objetivo fomentar y fortalecer la participación social pública y privada.

Art. 79. “Las Direcciones Regionales tendrán las atribuciones siguientes:”

Fracción II. Apoyar la coordinación de las estrategias de cooperación y obtención de recursos que lleve a cabo la Comisión para (...) la conservación de las ANP competencia de la Federación y sus zonas de influencia.

Art. 80. “De las atribuciones.”

Fracción V. Promover la celebración de instrumentos jurídicos con los sectores público, social y privado, para ejercer acciones de administración, conservación e investigación.

Fracción XI. Dirigir y ejecutar los programas para la atención de contingencias ambientales en áreas naturales protegidas competencia de la Federación y sus zonas de influencia, en coordinación con las autoridades competentes.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Obtenido de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (última reforma abril 2024).

Art. 189.- “Toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades podrán denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o ante otras autoridades todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños (...).”

Art. 194.- “La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente podrá solicitar a las instituciones académicas, centros de investigación y organismos del sector público, social y privado, la elaboración de estudios, dictámenes o peritajes sobre cuestiones planteadas en las denuncias que le sean presentadas.”

Art. 202. “La procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en el ámbito de sus atribuciones, está facultada para iniciar las acciones que procedan, ante las autoridades competentes, cuando conozca de actos, hechos u omisiones que constituyan violaciones a la legislación administrativa o penal.”

Secretaría De Agricultura y Desarrollo Rural

Obtenido del Reglamento Interior (última reforma mayo 2021)

Art. 8 “La persona titular de la Unidad de Administración y Finanzas (...) tiene las siguientes facultades:”

Fracción VIII. Dirigir los procedimientos en materia de adquisición y suministro de bienes y servicios específicos necesarios para el desarrollo de los programas que ejecuten las unidades administrativas (...).

Fracción IX. Emitir el programa interno de protección civil para el personal, instalaciones, bienes e información de la Secretaría, observando los programas para la prevención y mitigación de desastres en los que participa;

Fracción X. Suscribir contratos, convenios, acuerdos y demás documentos que impliquen actos de administración o dominio, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables;

Instituto Mexicano del Seguro Social – IMSS

Obtenido de la Ley de Seguro Social (última reforma junio 2024).

Art. 2. “La seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo (...).”

Art. 41. “Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.”

Art. 42. “Se considera accidente de trabajo toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior; o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualquiera que sea el lugar y el tiempo en que dicho trabajo se preste.”

Art. 56. “El asegurado que sufra un riesgo de trabajo tiene derecho a las siguientes prestaciones en especie:”

Fracción I. Asistencia médica, quirúrgica y farmacéutica;

Fracción II. Servicio de hospitalización;

Fracción III. Aparatos de prótesis y ortopedia, y

Fracción IV. Rehabilitación.

Art. 81.” El Instituto se coordinará con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de las entidades federativas y concertará, en igual forma, con la representación de las organizaciones de los sectores social y privado, con el objeto de realizar programas para la prevención de los accidentes y las enfermedades de trabajo.”

Art. 251. “El Instituto Mexicano del Seguro Social tiene las facultades y atribuciones siguientes:”

Fracción I. Administrar los seguros de riesgos de trabajo (...) así como prestar los servicios de beneficio colectivo que señala esta Ley.

Fracción IX. Difundir conocimientos y prácticas de previsión y seguridad social.

Fracción XX. Establecer coordinación con las dependencias y entidades de las Administraciones Públicas Federal, Estatales y Municipales, para el cumplimiento de sus objetivos;

Fracción XXIII. Celebrar convenios de coordinación (...) para el intercambio de información relacionada con el cumplimiento de sus objetivos, en los términos previstos en esta Ley.

Fracción XXXII. Celebrar convenios de cooperación e intercambio en materia de medicina preventiva, atención médica, manejo y atención hospitalaria y rehabilitación de cualquier nivel con otras instituciones de seguridad social o de salud de los sectores públicos federal, estatal o municipal o del sector social.

GOBIERNO DEL ESTADO

Obtenido del Reglamento Interior (última reforma enero 2022).

Secretaría General de Gobierno

Dirección de Protección Civil.

Art. 15. “Atribuciones de la persona titular de la Dirección de Protección Civil.”

Fracción IV. Brindar auxilio a la población en caso de desastres o emergencias.

Fracción V. Recibir y desahogar las denuncias de riesgos, altos riesgos, emergencias o desastres, con la finalidad de proteger la integridad de la población.

Fracción VI. Llevar a cabo las acciones de prevención de riesgos, altos riesgos o desastres, auxiliándose de los medios masivos de comunicación o de cualquier otro medio que resulte necesario.

Fracción XIII. Difundir entre la población instrucciones en materia de PC y, en su caso, firmar instrucciones de previsión a la población en casos de inminente peligro o situaciones de riesgo.

Unidad de Enlace de Comunicación Social

Art. 25. “Atribuciones de la Unidad de Enlace de comunicación social:”

Fracción II. Establecer las estrategias de difusión de los programas y acciones de la Secretaría, en coordinación con la Unidad de Comunicación del Poder Ejecutivo del Estado.

Fracción III. Asesorar a las personas responsables de las Unidades Administrativas para la difusión de actividades de su competencia, y apoyarlas en la organización de eventos públicos.

Obtenido de la Ley de la Beneficencia (última reforma diciembre 2020)

Junta de Beneficencia Privada para el Estado de Nuevo León

Art. 8. “Las Asociaciones de Beneficencia Privada se constituyen por personas que aportan en común bienes, sin ánimo de lucro, con el propósito de crear un beneficio social y de acuerdo a las normas establecidas por el Código Civil y la presente Ley.”

Art. 51. “Las instituciones reguladas por esta Ley, cuidarán de cumplir el objetivo para el que fueron constituidas y proveerán lo necesario para la atención, buen trato y mejor formación de las personas que estén a su cuidado.”

Art. 52. “En su administración (...) observarán que sus recursos y sistemas administrativos se encaucen directamente a sus objetivos.”

Art. 59. “Las fundaciones y asociaciones sujetas a esta Ley procurarán la capacitación del personal que tenga a su cargo los servicios que ellas proporcionen, con la finalidad de elevar sus niveles de atención.

Art. 69. “Los patronatos (...) podrán solicitar donativos y organizar toda clase de eventos para incrementar su capital y destinar los productos que obtengan a la ejecución de actos relativos a su objeto.”

Art. 87 BIS. “El presidente de la Junta de la Beneficencia tiene las siguientes atribuciones.”

Fracción I. Realizar diligencias necesarias para el cumplimiento de su objeto.

Fracción VIII. Convocar a sesiones a la Junta de Beneficencia.

Obtenido del Reglamento Interior de la Secretaría de Turismo (última reforma enero 2022)

Secretaría de Turismo

Dirección de Planeación Política Turística Sostenible

Art 17. “Son atribuciones de la Dirección (...) las siguientes:”

Fracción IX. Planear y coordinar estudios de investigación relacionados con la planeación estratégica y formulación de políticas aplicadas al turismo.

Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Nuevo León

Ley Ambiental Del Estado De Nuevo León (Última Reforma 2023).

Art. 2. “Se considera de utilidad pública:”

Fracción VI. La planeación y ejecución de acciones que fomenten la educación ambiental y el fortalecimiento de una cultura ecológica, así como el desarrollo de tecnologías apegadas a criterios ambientales;

Art. 3. “Para los efectos de esta Ley se entiende por:”

Fracción XXVIII. Contingencia ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas”.

Fracción LIII. Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Art. 6. “En la entidad son autoridades en materia ambiental:”

Fracción I. El estado a través de a) el titular y b) la secretaría.

Art. 7. “(...) corresponde al Titular del Ejecutivo del Estado las siguientes atribuciones:”

Fracción VII. Celebrar acuerdos o convenios de coordinación en materia ambiental con la Federación, otros Estados o con los Municipios.

Fracción VIII. Concertar con los sectores social y privado la realización de acciones en las materias de su competencia conforme a esta Ley.

Art. 8. “Corresponde a la Secretaría (...) las siguientes atribuciones:”

Fracción II. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción estatal.

Fracción VII. Emitir y aplicar los lineamientos, criterios y normas ambientales en las materias y actividades que causen o puedan causar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente en el Estado, con la participación de los Municipios y de la sociedad en general;

Fracción XXIV. Administrar el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas llevando a cabo su manejo integral y vigilancia, promoviendo la participación de las instituciones científicas y académicas y de los sectores social y privado en su restauración, conservación y aprovechamiento sustentable.

Fracción XLVII. Proponer, o en su caso establecer, la creación de instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental en el Estado.

Art. 9.- “En la ejecución y cumplimiento de la presente Ley, corresponderán a los Municipios, las siguientes atribuciones:”

Fracción III. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas al Estado o a la Federación.

Fracción XII. Establecer y ejecutar en forma continua y permanente campañas o programas de educación ambiental y difusión de cultura ecológica, en el ámbito de su competencia.

Fracción XVII. Participar en la prevención y control de emergencias y contingencias ambientales que pudieren presentarse en su circunscripción territorial, atendiendo a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan por las autoridades competentes.

Art. 16.- “Para la formulación, evaluación y ejecución de la política ambiental estatal (...) se observarán los siguientes principios.”

Fracción IX. El medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos es la prevención de las causas que los generan.

Fracción XIX. Privilegiar esquemas de autorregulación respecto de los actos de inspección y vigilancia, como una forma de fomentar el cumplimiento a la normatividad ambiental.

Art. 24.- “Corresponde a los Ayuntamientos la expedición de los Programas de Ordenamiento Ecológico Local, de conformidad con esta Ley.”

Art. 25. “Los procedimientos para los cuales serán formulados (...) y modificados los Programas de Ordenamiento Ecológico Local se sujetarán a lo previsto en la Ley Orgánica de Administración Pública Municipal del Estado, atendiendo las bases siguientes:”

Fracción V. Cuando un Programa de Ordenamiento Ecológico Local incluya un área natural protegida, competencia de la Federación o parte de ella, el ordenamiento será formulado y aprobado en forma conjunta por la Federación, la Secretaría y por los Municipios según corresponda.

Art. 29. “Para efectos del otorgamiento de estímulos (...) financieros (...) que se considerarán prioritarias las actividades relacionadas con la conservación y restauración (...).”

Art. 31. “Atribuciones de la Procuraduría Estatal del Medio Ambiente.”

Fracción I. En materia de Protección al Medio Ambiente.

d) Verificar, por sí o a través de las personas debidamente autorizados, el cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de protección, fomento y conservación del medio ambiente, a través de la inspección y vigilancia.

e) Aplicar los lineamientos, criterios y Normas Ambientales Estatales en las materias y actividades que causen o puedan causar desequilibrios

ecológicos o daños al ambiente en el Estado, por sí, o con la participación de los Municipios y la sociedad en general.

h) Atender y desahogar las denuncias ciudadanas, presentadas conforme a lo dispuesto por la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León y su Reglamento.

Art. 32. “Se considerarán instrumentos económicos (...): los fondos (...) cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección y restauración (...) de los recursos naturales, así como el financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente.”

Art. 33. “Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos del Estado, las actividades relacionadas con:”

Fracción VII. En general, aquellas actividades relacionadas con la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como el diseño y aplicación de procedimientos y tecnologías basadas en la ecoeficiencia. Las autoridades correspondientes garantizarán el otorgamiento de estímulos fiscales, a los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierra, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas.

Art. 64. “El Estado y los Municipios en coordinación con las autoridades competentes (...) propiciarán la participación comprometida de los medios de comunicación masiva en el fortalecimiento de la conciencia ecológica y la socialización de proyectos de desarrollo sustentable.”

Art. 65. “La secretaría, con la participación de las autoridades educativas competentes, promoverá ante las instituciones de educación media y superior en el Estado y ante organismos dedicados a la investigación tecnológica y científica, el desarrollo de planes para la formación de especialistas en la materia y para la investigación de las causas y efectos de los fenómenos ambientales en el Estado.”

Art. 66. “La secretaría promoverá (...) la capacitación y adiestramiento en y para el trabajo en materia de protección al ambiente.”

Art. 88. “El estado y los municipios en el ámbito de sus respectivas competencias:”

Fracción III. Promoverán los incentivos económicos o los estímulos fiscales para las personas u organizaciones (...) privadas que participen en la administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas (...).

Art. 89. “La secretaría y los Municipios (...) podrán otorgar a los propietarios (...) concesiones, permisos o autorizaciones para la realización de obras o actividades en las áreas naturales protegidas (...).”

Art. 96. “Los ingresos que el estado y los Municipios recauden por concepto del otorgamiento de permisos, autorizaciones y concesiones (...) se destinarán a la realización de acciones de preservación y restauración de la biodiversidad y mantenimiento del equilibrio ecológico.”

Art. 102. “Se consideran áreas naturales protegidas privadas y sociales de conservación:”

Fracción II. Las reservas privadas de conservación.

Art. 202. “El Estado y los Municipios promoverán la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental y de los recursos naturales.”

Art. 231. “Cuando exista riesgo inminente (...) de riesgo ambiental (...) la Secretaría o el Municipio correspondiente (...) podrán ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad:”

Fracción I. La suspensión temporal, parcial o total de obras o actividades.

Fracción II. La clausura temporal, parcial o total de (...) las instalaciones en (...) donde se desarrollen actividades que den lugar a los supuestos a que se refiere el primer párrafo del presente artículo. (Riesgo inminente de riesgo ambiental).

Obtenido del Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León (última reforma julio 2021)

Art. 67. “En cualquier situación de emergencia que ponga en grave riesgo la salud o un inminente desequilibrio ecológico o riesgo ambiental grave, ya sea producto del rezago o de condiciones emergentes, la secretaría elaborará directamente la Norma Ambiental Estatal específica de que se trate, sin mediar anteproyecto, proyecto o consulta, procediendo a solicitar su publicación al Ejecutivo Estatal en el Periódico Oficial del Estado”

Art. 119. “De acuerdo con la declaratoria podrán establecerse las siguientes prohibiciones, salvo que se cuente con la autorización respectiva:”

Fracción VII. Introducir plantas, semillas y animales domésticos.

Fracción IX. Introducir ejemplares o poblaciones silvestres y exóticas.

Art. 121. “Se requerirá de autorización por parte de la autoridad competente para realizar dentro de las ANP de competencia estatal.”

Fracción III. El manejo y control de ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales.

Art. 240. “La secretaría podrá coordinarse con la Secretaría de Salud y de Educación en el Estado, así como con Protección Civil, con la autoridad municipal y con las dependencias necesarias para elaborar e implementar los programas de contingencia ambiental.”

Art. 269. “El consejo podrá constituir comisiones de trabajo (...) con el objeto de realizar estudios, análisis e investigaciones de determinada materia o problemática.”

Transitorios - Artículo sexto. “El titular del ejecutivo del Estado, El director General de la Agencia o de Parques y Vida Silvestre son la autoridad para aplicar la ley y el reglamento.”

Obtenido del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente (última reforma noviembre 2023)

Art. 16. “A la persona titular de la Dirección Administrativa le corresponden las siguientes atribuciones:”

Fracción I. Fungir como enlace ante la Secretaría de Administración y la Secretaría de Finanzas y Tesorería General del Estado, para efectos de los requerimientos de personal y recursos materiales, de servicios, y financieros de la Secretaría.

Art. 17. “A la persona titular de la Unidad le corresponden las siguientes atribuciones:”

Fracción II. Establecer las estrategias de difusión de los programas y acciones de la Secretaría, en coordinación con la Unidad de Comunicación del Poder Ejecutivo del Estado.

Art. 28. “A la persona titular de la Dirección le corresponden las siguientes atribuciones:”

Fracción I. Trabajar de manera coordinada con el organismo público descentralizado denominado Parques y Vida Silvestre de Nuevo León.

Fracción XVI. Instrumentar políticas de preservación, conservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres, a través de la vinculación con los niveles de gobierno, diversos sectores de la sociedad (...) y con el organismo público descentralizado denominado Parques y Vida Silvestre de Nuevo León.

Fracción XXVI. Promover y apoyar (...) el manejo de la flora y fauna silvestre. Promover ante la autoridad federal competente el establecimiento de medidas de regulación o restricción (...) para la circulación o tránsito por el territorio nacional y por/hacia el extranjero en coordinación con Parques y Vida Silvestre de Nuevo León.

Consejo de Protección Civil

Obtenido de la Ley de Protección Civil (última reforma junio 2023)

Art. 13. “El consejo de Protección Civil del Estado de Nuevo León es la institución de coordinación interna y nacional, consulta, planeación y supervisión del Sistema Estatal de Protección Civil (...) de colaboración, y participación.”

Art. 15. “El Consejo de Protección Civil tiene las siguientes atribuciones:”

Fracción III. Convocar, coordinar y armonizar, con pleno respeto a su autonomía, la participación de los Municipios y la de los diversos grupos sociales del Estado en la definición y ejecución de las acciones que se convenga realizar en la materia.

Art. 19.- “Corresponde al Presidente del Consejo:”

Fracción VIII. Vincularse, coordinarse, y en su caso, solicitar apoyo al Sistema Nacional de Protección Civil, para garantizar mediante una adecuada planeación, la seguridad, auxilio y rehabilitación de la población civil y su entorno ante algún riesgo, alto riesgo, emergencia o desastre.

Fracción IX. Coordinarse con las Dependencias Federales y con las instituciones privadas y del sector social, en la aplicación y distribución de la ayuda nacional e internacional que se reciba en caso de alto riesgo, emergencia o desastre.

Fracción XII. Ordenar la integración y coordinación de los equipos de trabajo para dar respuesta frente a emergencias, y desastres, especialmente para asegurar el mantenimiento y pronto restablecimiento de los servicios fundamentales.

Art. 23.- “Compete al Consejo de Protección Civil del Estado de Nuevo León, como Centro Estatal de Operaciones:”

Fracción I. Coordinar y dirigir técnica y operativamente la atención del alto riesgo, emergencia o Desastre.

Fracción II. Realizar la planeación táctica, logística y operativa, de los recursos necesarios, su aplicación, y las acciones a seguir.

Dirección de Protección Civil

Art. 26. “La Dirección de Protección Civil tendrá las siguientes atribuciones:”

Fracción III. Proponer, coordinar y ejecutar las acciones de auxilio y recuperación para hacer frente a las consecuencias de un riesgo, alto riesgo, emergencia o desastre, procurando el mantenimiento o pronto restablecimiento de los servicios públicos prioritarios en los lugares afectados.

Fracción V. Organizar y llevar a cabo acciones de capacitación para la sociedad en materia de protección civil.

Fracción VII. Proponer las medidas y los instrumentos que permitan el establecimiento de eficientes y oportunos canales de colaboración entre la Federación, el Estado y los Municipios en materia de protección civil.

Fracción X.- Proporcionar información, dar asesoría a los establecimientos, empresas, instituciones, organismos, asociaciones privadas y del sector social, para integrar sus unidades internas de repuesta y promover su participación en las acciones de protección civil (...).

Fracción XVII. Realizar acciones de auxilio y recuperación para atender las consecuencias de los efectos destructivos de un desastre.

Artículo 29.- “En cada uno de los municipios del Estado se establecerán Sistemas de Protección Civil, con la finalidad de organizar los planes y programas de prevención, auxilio y apoyo a la población ante situaciones de emergencia o desastre. Al frente de cada Sistema, estará el Presidente Municipal.”

Secretaría de Educación

Obtenido de la Ley de Educación del Estado (última reforma junio 2023)

Art 7. “La educación que impartan con validez oficial deberá como fin:”

Fracción IX. Fomentar el interés por la ciencia, la tecnología y las actitudes que estimulen la investigación y la innovación científica y tecnológica.

Art 22. “La autoridad educativa estatal tiene la atribución de:”

Fracción VI. Promover permanentemente la investigación de tal manera que sirva como base a la innovación educativa.

Organismo Descentralizado Parques y Vida Silvestre de Nuevo León

Obtenido de la Ley que crea al Organismo Descentralizado denominado Parques y Vida Silvestre del Estado de Nuevo León (última reforma diciembre 2010)

Art 4. “El organismo es la autoridad competente para aplicar las normas y atribuciones encomendadas en las leyes (superior).”

Art 8. “Atribuciones del organismo.”

Fracción V. Emitir órdenes de inspección, así como aplicar las medidas de seguridad y sanciones administrativas que procedan, por infracciones a la Ley Ambiental del Estado y su reglamento, en las materias (...) de áreas naturales protegidas, en el ámbito de su competencia, así como en la LGVS.

Fracción VIII. Aplicar las disposiciones de la LGEEPA, LGDF y LGVS.

Art 16. “Creación de comisiones de trabajo de carácter permanente o temporal, con el objetivo de realizar estudios, análisis e investigaciones (...).”

Fracción I. De parques Estatales y Patrimonio Ecológico.

Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

Obtenido de la Ley Orgánica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

Art. 14. “El hospital continuará proporcionando los servicios médicos (...) que el Estado requiera para los servidores (...) y de beneficencia y asistencia que el gobierno determine.”

GOBIERNO MUNICIPAL

SAN PEDRO GARZA GARCÍA

Obtenido del Reglamento Orgánico De La Administración Pública Municipal de San Pedro Garza García, Nuevo León (Publicado en el POE No. 159 III, el 13 de diciembre de 2024).

Secretaría de Seguridad Pública

Art. 34. “A la Secretaría seguridad Pública de corresponden las siguientes atribuciones.”

Fracción I. Administrar y dirigir el cuerpo policiaco del Municipio, con el propósito de que se cumpla el objetivo fundamental de salvaguardar la integridad y derechos humanos de las personas mediante la prevención de infracciones y delitos.

Fracción IX. Establecer y documentar un sistema central de información y monitoreo sobre la incidencia de delitos y faltas administrativas en las distintas colonias del Municipio, manteniendo permanentemente actualizada tal información.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Movilidad

Art. 38. “La Secretaría de Desarrollo Urbano y Movilidad tendrá como atribuciones (...) las que a continuación se establecen:”

e) En Materia de Prevención, Control y Mitigación de Impacto Ambiental por Acciones Urbanas.

Fracción I. Aplicar criterios ambientales de conservación de áreas naturales y de prevención y control de la contaminación ambiental en los permisos, licencias o autorizaciones de las distintas acciones urbanas, en los términos de las leyes o reglamentos ambientales respectivos.

Fracción VI. Realizar inspecciones para vigilar, prevenir, controlar y aplicar las medidas de seguridad y sanciones que sean necesarias en lo concerniente a la ecología y protección ambiental en el Municipio, acorde a los procedimientos previstos en el Reglamento para la Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del Municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León y demás ordenamientos legales aplicables.

Fracción VIII. Vigilar que se cumplan las normas ambientales ecológicas relacionadas con el desarrollo urbano.

f) En Materia de Medio Ambiente

Fracción VI. Elaborar, coordinar y difundir planes y programas ecológicos, de protección y de cultura ambiental;

Fracción VII. Promover acciones para la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico;

Fracción XI. Ordenar y realizar inspecciones para vigilar, prevenir, controlar y aplicar las medidas de seguridad y sanciones que sean necesarias en lo relativo a la ecología y protección ambiental, en lo que concierne al arbolado urbano, acorde a los procedimientos previstos en el Reglamento para la Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del Municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables;

Fracción XIV. Elaborar, coordinar y difundir planes y programas ecológicos, de protección y de cultura ambiental

Fracción XV. Promover acciones para la protección de ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la difusión de planes y programas ecológicos, de protección y cultura ambiental.

i) En materia de Inspección y Vigilancia.

Fracción IX. Realizar inspecciones para vigilar, prevenir, controlar y aplicar las medidas de seguridad y sanciones que sean necesarias en lo concerniente a la ecología y protección ambiental en el Municipio, acorde a los procedimientos previstos en el Reglamento para la Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable

del Municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León, y demás ordenamientos legales aplicables en materia ambiental;

Secretaría de Servicios públicos y mantenimiento de la ciudad

Art. 52. “La Secretaría de Servicios Públicos y Mantenimiento de la Ciudad tendrá como atribuciones (...) las que a continuación se establecen:”

a) En materia de Arbolado, Limpia y Cultura Ambiental:

Fracción VII. Promover la preservación y control de la flora y fauna;

Fracción XIII. Administrar y operar los programas y acciones de reforestación con árboles y plantas nativas de la región;

Secretaría de Participación Ciudadana y Gobierno Abierto

Art. 54 “La Secretaría de Participación Ciudadana y Gobierno Abierto tendrá como atribuciones (...) las que a continuación se establecen:”

c) en materia de Gobierno abierto

Fracción VII. Organizar y participar en pláticas, conferencias y cursos sobre temas de interés público y general que propicien la Reconstrucción del Tejido Social;

Obtenido del Reglamento para la protección ambiental y desarrollo sustentable del municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León (última reforma julio 2022)

Art. 3. “Definiciones.”

Fracción I Bis 2. **Árbol de Especies Exóticas Invasoras (AEEI):** Es aquel árbol de una especie que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas naturales, y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública;

Se considera **Árbol de Especies Exóticas Invasoras (AEEI)**, las siguientes: el Trueno, *Ligustrum lucidum* y la Sombrilla japonesa, *Koelreuteria paniculata* y las que se publiquen mediante acuerdo en el Diario Oficial de la Federación.

Fracción XV. **Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Fracción XVI. Deterioro Ambiental: Alteración de la calidad del ambiente, o de los elementos que lo integran con afectación al equilibrio ecológico o la calidad de vida del ser humano.

Fracción XXI. Educación ambiental: El proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la enseñanza, adquisición y asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida.

Fracción XXVI. Emergencia ecológica: Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que, al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas.

Fracción XXXIII. Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por el hombre o de la naturaleza.

Fracción XLII. Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

Fracción XLIII. Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Fracción XLIV. Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Fracción XLIV Bis. Sistema Integral de Gestión ambiental: Sistema que permite consciente y permanentemente planificar y administrar los recursos del municipio y orientar los procesos culturales al logro de la sustentabilidad, a la construcción de valores y actitudes amigables con el medio ambiente y revertir los efectos del deterioro y la contaminación sobre la calidad de vida y la actividad económica. Atendiendo la problemática ambiental con enfoque integral o coordinado o transectorial.

Art. 5. “Son autoridades facultadas para la aplicación del presente reglamento las siguientes:”

Fracción IV. Dirección de Medio Ambiente.

Art. 8. “Principios para la formulación, evaluación y ejecución de la política ambiental municipal.”

Fracción VIII. La persona que realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique.

Art. 22. “Las zonas sujetas a conservación ecológica se constituyen con el propósito de preservar los elementos naturales en áreas circunvecinas a los elementos humanos en los que existen uno o más ecosistemas; estas se establecerán en el Plan de Desarrollo Urbano Municipal.”

Art. 89. “Las autoridades competentes podrán declarar contingencia ambiental cuando se presente una concentración de contaminantes o un riesgo ambiental, derivado de actividades humanas o fenómenos naturales, que puedan afectar la salud de la población o al ambiente de acuerdo con las Normas Ambientales Estatales y los elementos técnicos aplicables.”

Art. 101. “La secretaría, vigilará la tala, poda, deshierbes, trasplante de árboles, y supervisará la reposición de la cubierta vegetal que se ordene al efecto.”

Art. 102. “La tala o trasplante de árboles requiere permiso de la Secretaría y será autorizado en los siguientes casos: “

Fracción VII. Cuando se refiera a Árbol de Especies Exóticas Invasoras (AEEI).

Art. 113. “La restauración o reposición de la cubierta vegetal se procurará hacer en el mismo predio, bajo los siguientes criterios:”

Fracción II. Las especies con las que se efectúe la reposición deberán ser nativas de la región.

Art. 118. “La reposición de especies de arbolado (...). Los árboles deberán estar establecidos, ser nativos o catalogados por la Legislación Estatal como naturalizados.”

Art. 118 Bis 1. “En caso de árboles de Especies Exóticas Invasoras, para su reposición se deberá plantar un árbol nativo.”

Art. 159. “Las violaciones a los preceptos de este Reglamento, constituyen infracciones administrativas y serán sancionadas.”

Art. 163. “Se consideran infracciones al presente Reglamento, las siguientes:”

Fracción I. Dañar un área natural protegida, violar o incumplir las condicionantes, los lineamientos o incumplir con las restricciones contenidas en el decreto de su declaratoria o en sus planes de manejo.

Fracción XXXI. Talar o trasplantar árboles sin permiso de la Secretaría.

Fracción LIII. Cuando no se permita al inspector realizar visitar de inspección.

Obtenido del Reglamento orgánico de la Administración Pública Municipal de SPGG.

Secretaría de Seguridad Pública

Art. 34. “La Secretaría de Seguridad Pública del Municipio de San Pedro Garza García cuenta con las siguientes atribuciones:”

b) en materia de policía

Fracción I. Administrar y dirigir el cuerpo policiaco del Municipio, con el propósito de que se cumpla el objetivo fundamental de salvaguardar la integridad y derechos humanos de las personas mediante la prevención de infracciones y delitos.

Fracción IX. Establecer y documentar un sistema central de información y monitoreo sobre la incidencia de delitos y faltas administrativas en las distintas colonias del Municipio manteniendo permanentemente actualizada tal información

Secretaría de Desarrollo Urbano y Movilidad.

Art. 38. “De las atribuciones de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Movilidad”

e) En materia de Prevención, Control y Mitigación de Impacto Ambiental por Acciones Urbanas.

Fracción I. Aplicar criterios ambientales de conservación de áreas naturales y de prevención y control de la contaminación ambiental en los permisos, licencias o autorizaciones de las distintas acciones urbanas, en los términos de las leyes o reglamentos ambientales respectivos.

Fracción VI. Realizar inspecciones para vigilar, prevenir, controlar y aplicar las medidas de seguridad y sanciones que sean necesarias en lo concerniente a la ecología y protección ambiental en el Municipio.

Fracción VIII. Vigilar que se cumplan las normas ambientales ecológicas relacionadas con el desarrollo urbano.

f) En materia de Medio Ambiente.

Fracción VI. Elaborar, coordinar y difundir planes y programas ecológicos, de protección y de cultura ambiental.

Fracción VII. Promover acciones para la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Fracción XI. Ordenar y realizar inspecciones para vigilar, prevenir, controlar y aplicar las medidas de seguridad y sanciones que sean necesarias en lo relativo a la ecología y protección ambiental, en lo que concierne al arbolado urbano, acorde a los procedimientos previstos en el Reglamento para la Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del Municipio.

Fracción XIV. Elaborar, coordinar y difundir planes y programas ecológicos, de protección y de cultura ambiental.

Fracción XV. Promover acciones para la protección de ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la difusión de planes y programas ecológicos, de protección y cultura ambiental.

i) En materia de Inspección y Vigilancia

Fracción IX. Realizar inspecciones para vigilar, prevenir, controlar y aplicar las medidas de seguridad y sanciones que sean necesarias en lo concerniente a la ecología y protección ambiental en el Municipio.

Secretaría de Servicios Públicos y Mantenimiento de la Ciudad.

Art. 52. “De las atribuciones de la Secretaría de Servicios Públicos y Mantenimiento de la Ciudad.”

a) En materia de Arbolado, Limpia y Cultura Ambiental.

Fracción VII. Promover la preservación y control de la flora y fauna.

Fracción XIII. Administrar y operar los programas y acciones de reforestación con árboles y plantas nativas de la región.

Artículo 54. Secretaría de Participación Ciudadana y Gobierno Abierto

Fracción VII. Organizar y participar en pláticas, conferencias y cursos sobre temas de interés público y general que propicien la Reconstrucción del Tejido Social.

MONTERREY

Obtenido del Reglamento de Administración Pública del Municipio de Monterrey (Ayuntamiento de Monterrey Gobierno Municipal 2021-2024).

Secretaría del Ayuntamiento

Dirección de Inspección Urbana, Ecología y Servicios Públicos

Art. 26 BIS. “Sobre las atribuciones de la dirección”

Fracción IV. Programar, coordinar, ejecutar, supervisar y remitir las órdenes de inspección, medidas de seguridad y las sanciones que expida la Dirección General de Control Regulatorio y Vigilancia de la Secretaría del Ayuntamiento respecto del desempeño los servicios de recolección y traslado de residuos del territorio municipal.

Secretaría de Finanzas y Administración

Art. 29. “La Secretaría de Finanzas y Administración es la dependencia que ejerce la función de la Tesorería que, como autoridad fiscal, está encargada de la recaudación de los ingresos municipales y de las erogaciones que debe hacer el Municipio conforme a los presupuestos aprobados por el Ayuntamiento y con apego al Plan Municipal de Desarrollo. Además, es responsable de planificar, organizar, dirigir y controlar el uso adecuado de los recursos humanos y materiales, los servicios generales y médicos de la Administración Pública Municipal.”

Secretaría De Seguridad y Protección a la Ciudadanía

Art. 55. La Secretaría de Seguridad y Protección a la Ciudadanía tiene como finalidad proteger y salvaguardar la vida, las libertades, la integridad y el patrimonio de las personas, así como contribuir a la generación y preservación del orden público y la paz social. Es la dependencia municipal encargada de garantizar la tranquilidad social dentro del territorio, con estricto apego a Derecho; prevenir la comisión de delitos y las infracciones al Reglamento de Policía y Buen Gobierno y demás reglamentos municipales que así lo establezcan.

Dirección de Protección Civil

Art. 64. “Atribuciones de la persona titular de la Dirección de Protección Civil”

Fracción II. Planear y ejecutar las acciones de coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, así como con los sectores social y privado, para los planes de prevención y control de alto riesgo, emergencias y desastres.

Unidad de Inspección General de Comando, Inteligencia y Desarrollo Institucional

Art. 67. “Atribuciones de la persona titular de la Unidad (...).”

Fracción XXI. Coordinarse con las áreas de protección civil para la prevención de desastres naturales, emergencias mayores, así como para el auxilio de la población en caso de desastres.

Fracción XXXIX. Preparar y organizar los planes de acción de todos los cuerpos de auxilio, dependencias municipales, voluntarios y sociedad civil para

salvaguardar la vida y los bienes de los ciudadanos, de manera preventiva y en casos de desastre actuar oportunamente.

Dirección de Comando, Control, Comunicaciones, Cómputo, Inteligencia, Integración, Información e Investigación

Art. 68. “Atribuciones de la dirección:”

Fracción XIX. La que le ordene la Inspección Gral. De Comando.

Secretaría de Servicios Públicos

Art. 81. “Facultades y obligaciones de la persona titular de la Secretaría:”

Fracción XI. Arborizar las áreas municipales utilizando árboles y plantas nativas de la región que requieran el menor mantenimiento.

Secretaría de Desarrollo Urbano Sostenible

Dirección General para un Desarrollo Verde.

Art. 108. “De las atribuciones.”

Fracción IV. Promover y realizar estudios e investigaciones que conduzcan la planeación ambiental.

Fracción VI. Coordinar las acciones directas de protección o restauración ambiental.

Fracción XII. Participar en los cuerpos de atención de emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de Protección Civil Municipal que al efecto se establezcan.

Fracción XIII. Proponer y vigilar la realización de acción para el manejo adecuado de residuos sólidos (...) y vigilancia de áreas naturales protegidas.

Fracción XVII. Impulsar, coordinar, convocar y promover cursos, talleres, estudios, acciones y proyectos que difundan los valores ambientales, el respeto a los ecosistemas y la sostenibilidad.

Dirección para la Atención del Cambio Climático.

Art. 109. “De las atribuciones.”

Fracción IV. Coordinarse con los cuerpos de atención de emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de Protección Civil Municipal.

Obtenido del Reglamento de Protección Ambiental e Imagen Urbana de Monterrey (Ayuntamiento De Monterrey Gobierno Municipal 2021-2024)

Secretaría General de Gobierno

Ayuntamiento del Municipio

Art 4. “Definiciones”

Fracción XIV. Deterioro ambiental. Alteración de carácter negativo de la calidad del ambiente, en su conjunto o de los elementos que lo integren, cuyo impacto puede provocar afectación a la biodiversidad, a los procesos naturales en los ecosistemas, a la salud y a la calidad de vida de la población.

Art 7. “Corresponden al Ayuntamiento.”

Fracción VII. Formular, ejecutar y evaluar el Programa de Educación Ambiental del Municipio de Monterrey.

Art 8. “Atribuciones del Presidente Municipal”

Fracción IV. Promover la realización de los estudios técnico-científicos necesarios para obtener el diagnóstico de los problemas ambientales y en base a ellos, señalar las acciones más adecuadas para su corrección y la instrumentación de la gestión Ambiental Municipal.

Art. 9 “De las atribuciones del Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología”

Fracción XIV. Coordinar acciones con las dependencias competentes en situaciones de emergencia o de riesgo para la población, por la presencia de elementos peligrosos

Fracción XV. Constatar y vigilar que los residuos sólidos no peligrosos, domésticos, urbanos, agropecuarios y los que provengan de actividades de construcción y obras públicas en general se recolecten, dispongan y confinen en sitios autorizados.

Fracción XIX. Establecer acciones de prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales, cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios ecológicos o daños al ambiente afecten directamente al territorio de su jurisdicción.

Fracción XX. Desarrollar programas de inducción de criterios ambientales hacia la comunidad, los desarrolladores, comercios, servicios e industria.

Fracción XXII. Proponer al R. Ayuntamiento la celebración de convenios de colaboración, asesoría y servicio social en materia ambiental, con instituciones de educación superior, de servicios e investigación.

Art 10. “Lineamientos de la Autoridad Municipal conforme la política de Gestión Ambiental”

Fracción XI. Concertar con los particulares y las organizaciones sociales la realización de acciones ecológicas para reorientar la relación entre los grupos sociales y la naturaleza.

Fracción XIII. Fomentar la participación de niños, jóvenes, mujeres y adultos mayores en la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en el desarrollo integral del grupo social al que pertenecen.

Secretaría de Desarrollo Sustentable

Art. 46. “La secretaría (SEDESU) vigilará que los residuos producto de la tala, retiro de cubierta vegetal o despalme, derribo o poda de árboles u otros vegetales se deposite en sitios autorizados o se trituren para su restitución al suelo.”

Art 100. “La autoridad municipal podrá establecer acciones de prevención y control de Emergencias ecológicas y contingencias ambientales cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios ecológicos o daños al ambiente afecten directamente a los habitantes del municipio, para tales efectos se podrá coordinar con la autoridad estatal o federal correspondiente, así como con las instituciones y organismos de los sectores social, público y privado.”

Art 110. “La Secretaría realizará programas de vigilancia de acuerdo a las prioridades ambientales del municipio, con propósito de minimizar o mitigar los impactos ambientales negativos.”

Art 111. “A la SEDESU le corresponde:”

Fracción III. Orientar a la ciudadanía para que de manera organizada se busque la mejor solución a la problemática ambiental de que se trata

Art 116. “Corresponde a la SEDESU las siguientes atribuciones en materia de Inspección y vigilancia”

Fracción I. Celebrar acuerdos de coordinación con las autoridades Municipales, Federales o Estatales para realizar la inspección y vigilancia en materia de protección ambiental.

Secretaría de Desarrollo Humano e Igualdad Sustantiva.

Dirección de Salud

Art. 126. “De las atribuciones.”

Fracción IV. Coordinar, supervisar y evaluar la operación de la prestación de los servicios médicos de atención básica de salud (...).

Dirección de Educación

Art. 127. “De las atribuciones.”

Fracción XIV. Promover la celebración de convenios y acuerdos entre los tres órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil, instituciones públicas y privadas, y organismos no gubernamentales, que contribuyan al desarrollo educativo municipal.

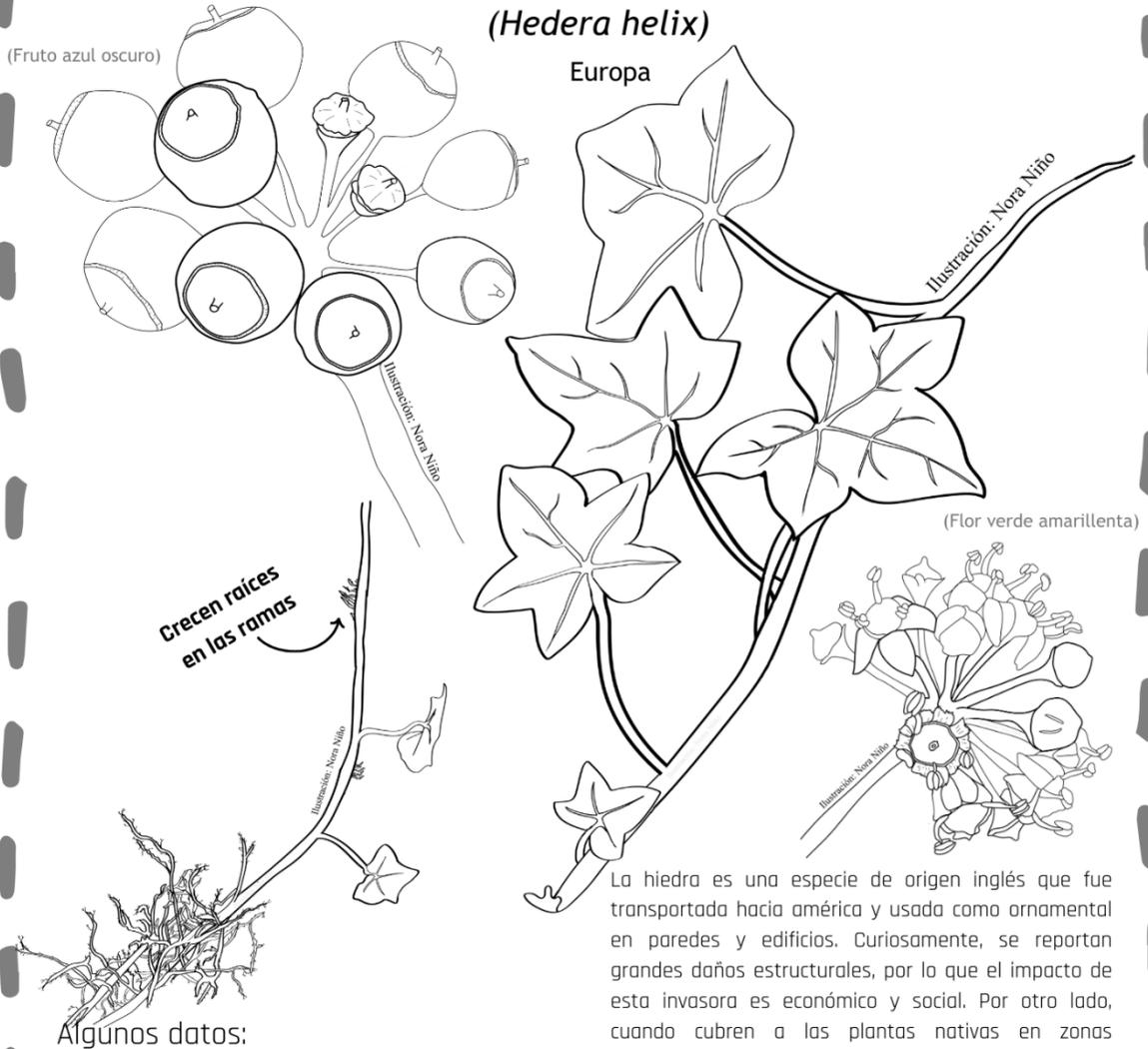
Objetivo 3. Estrategias de educación ambiental.

3.1 Ilustraciones para colorear (diseño impresión)

Hiedra inglesa

(*Hedera helix*)

Europa



Algunos datos:

- Cubre rápidamente el suelo y árboles, impidiendo el paso de luz e intercambio gaseoso.
- No es palatable, es decir no le gusta a los herbívoros!

La hiedra es una especie de origen inglés que fue transportada hacia América y usada como ornamental en paredes y edificios. Curiosamente, se reportan grandes daños estructurales, por lo que el impacto de esta invasora es económico y social. Por otro lado, cuando cubren a las plantas nativas en zonas naturales, interrumpen los roles ecológicos de todos en el ecosistema. Aunque suele representar la cultura inglesa, debemos mejor cuidar la cultura neolonesa y mexicana. ¡No la adquieras para tu hogar!

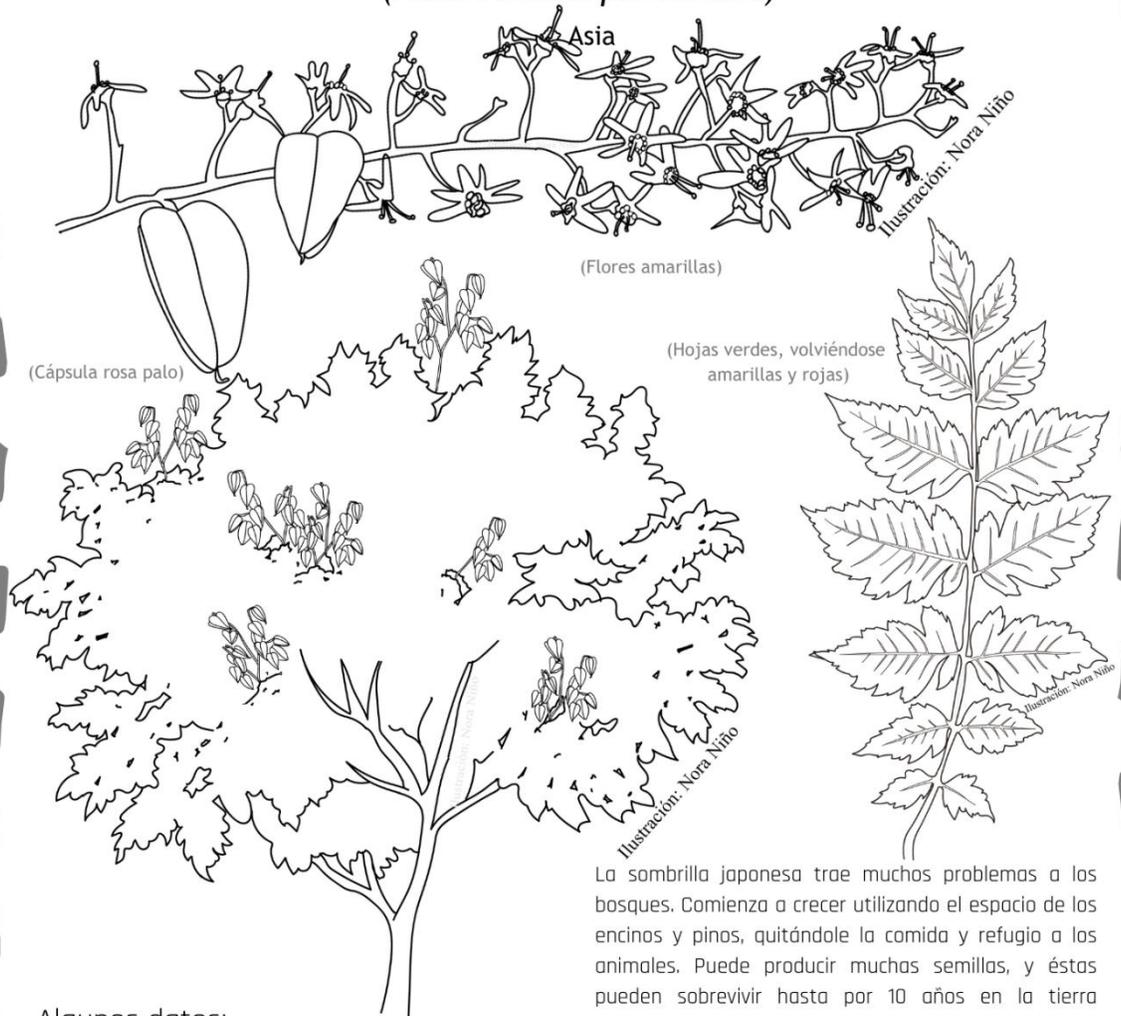
Elaborado por biol. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de La UANL, La Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.



FACULTAD DE ARTES VISUALES CHIPINQUE

Sombrilla japonesa

(*Koelreuteria paniculata*)



Algunos datos:

- Tiene un crecimiento muy rápido y agresivo, ganándole a las plantas nativas su lugar.
- Puede reproducirse por semillas, por esquejes y por fragmentos de raíz.

La sombrilla japonesa trae muchos problemas a los bosques. Comienza a crecer utilizando el espacio de los encinos y pinos, quitándole la comida y refugio a los animales. Puede producir muchas semillas, y éstas pueden sobrevivir hasta por 10 años en la tierra pudiendo germinar en cualquier momento. Igual que el trueno chino, la sombrilla está reportada en el Reglamento para la Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del municipio de San Pedro Garza García.

Elaborado por bial. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de La UANL, La Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.

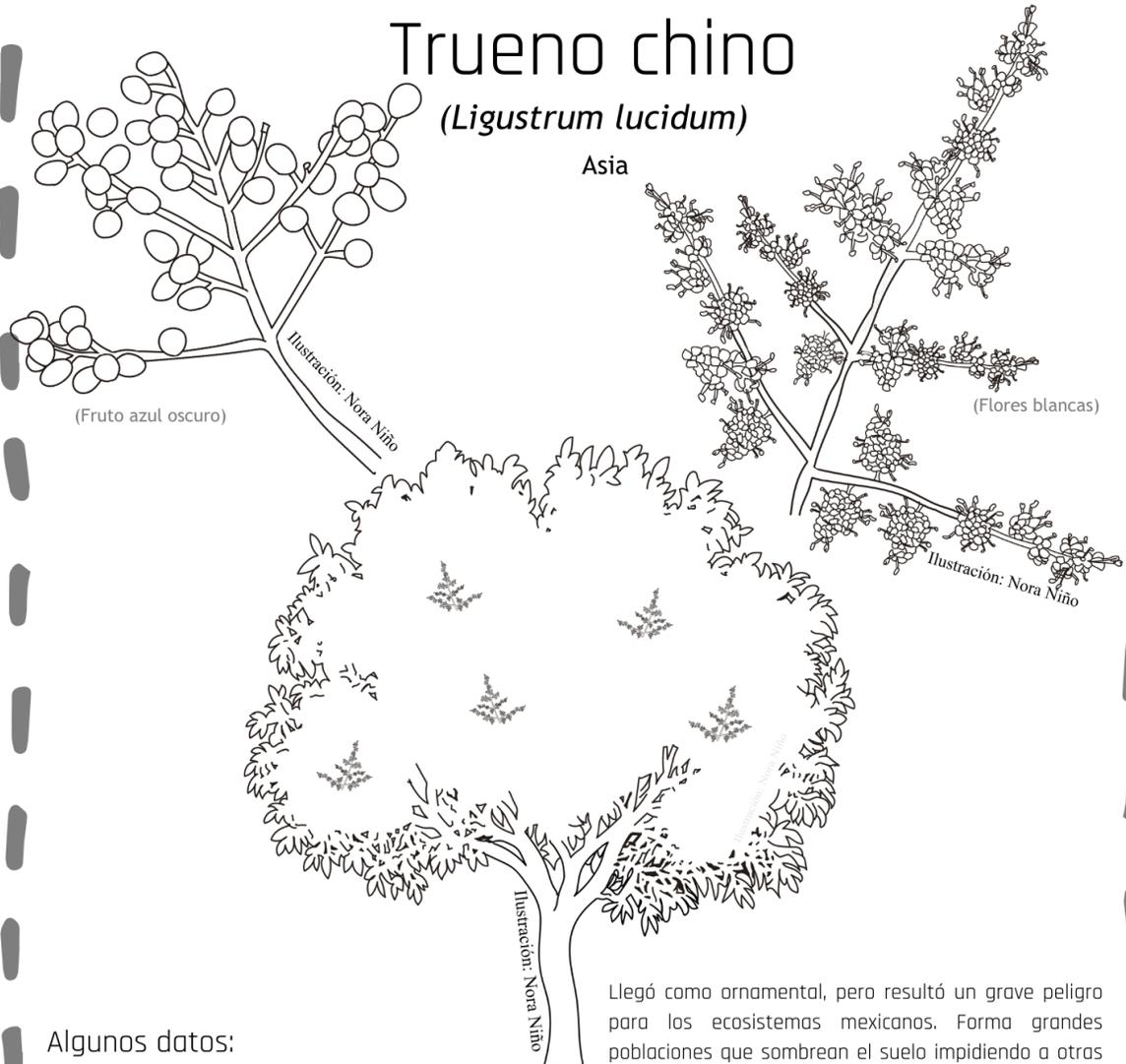


FACULTAD DE ARTES VISUALES CHIPINQUE

Trueno chino

(*Ligustrum lucidum*)

Asia



Algunos datos:

- Se reproduce por semillas y por cualquier parte del árbol, ¡No arranques ramas y las disperses por ahí!
- Comer las semillas puede causar dolor estomacal, diarrea, y debilidad; además que su polen causa alergia e intensifica el asma.

Llegó como ornamental, pero resultó un grave peligro para los ecosistemas mexicanos. Forma grandes poblaciones que somborean el suelo impidiendo a otras plantas crecer, además que un solo árbol puede producir entre 1 y 3 millones de semillas al año. Esta es una especie reportada por el Reglamento para la Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del municipio de San Pedro Garza García.

Elaborado por biol. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de La UANL, La Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.



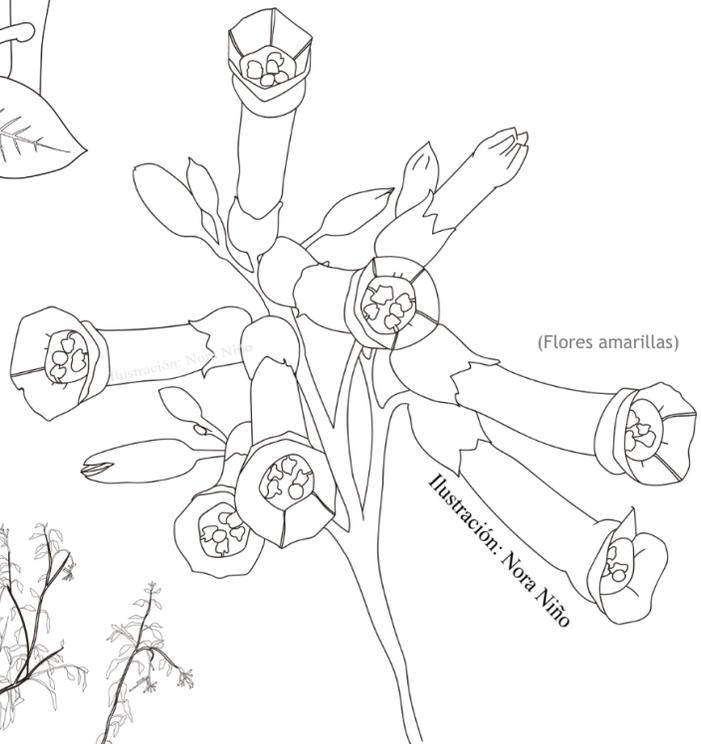
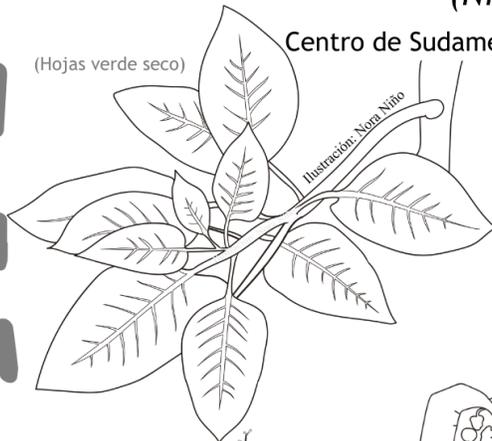
FACULTAD DE ARTES VISUALES CHIPINQUE

Tabaquillo sudamericano

(*Nicotiana glauca*)

Centro de Sudamérica, desde Bolivia hasta Argentina.

(Hojas verde seco)



(Flores amarillas)



Algunos datos:

- Produce entre 10mil y un millón de semillas al año, con una tasa de germinación del 100%.
- Es venenosa si se consume, causa desde diarrea y mareos hasta fallos respiratorios y la muerte.

El tabaquillo sudamericano forma parches y es colonizador lo que significa que es de las primeras especies en crecer posterior a un disturbio como inundación o incendio. Es portador de virus como el de mosaico, y es alelopático es decir inhibe el crecimiento de plantas nativas. Un dato interesante es que genera biomoléculas que se acumulan desde el néctar, pasando por las abejas y colmenas hasta llegar a la miel consumida por el hombre, y aun no se sabe si hay efectos negativos.

Elaborado por biol. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de La UANL, La Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.



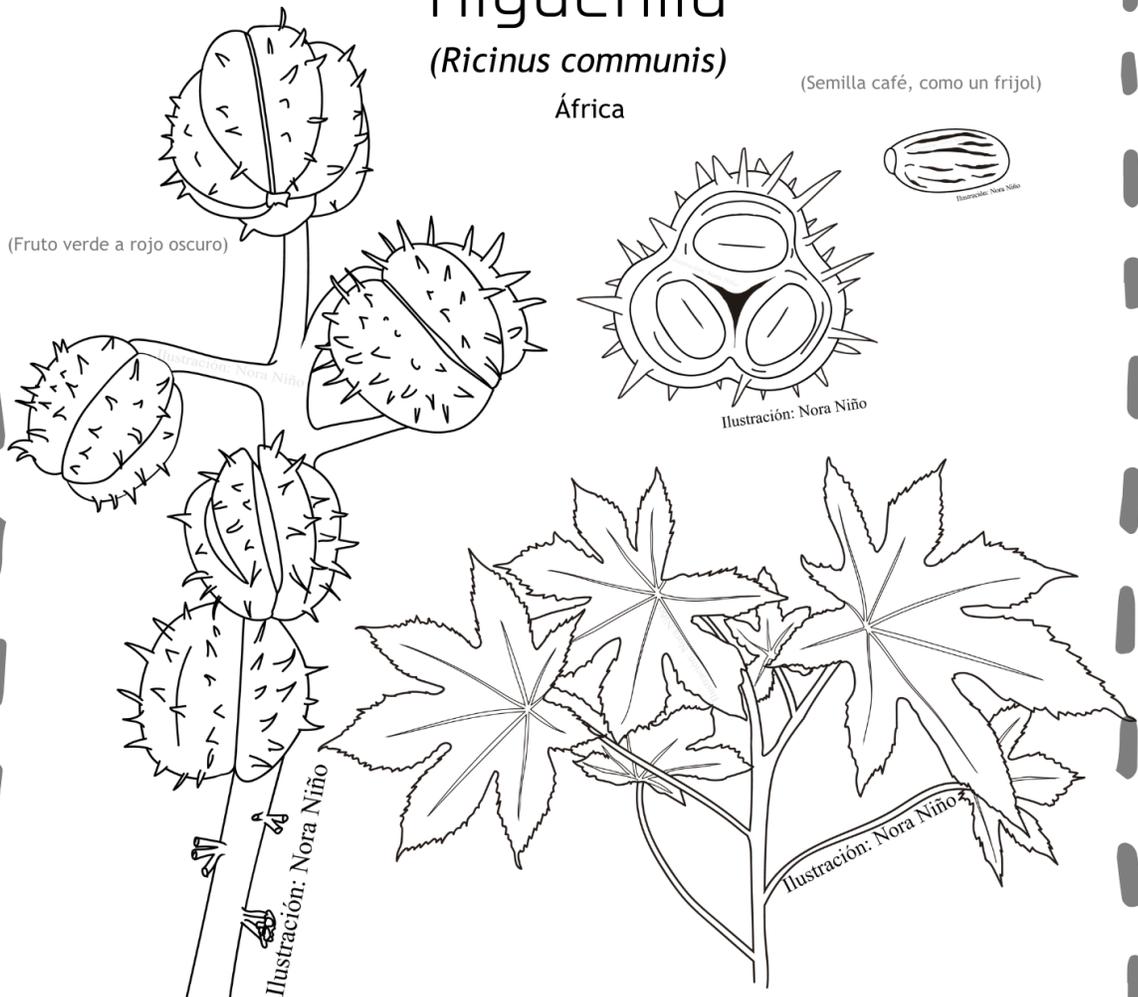
FACULTAD DE ARTES VISUALES CHIPINQUE

Higuerilla

(*Ricinus communis*)

África

(Semilla café, como un frijol)



Algunos datos:

- El consumo de pocas semillas de esta planta puede ser fatal para una persona adulta.
- Crea cubiertas densas impidiendo el paso de fauna y evita el crecimiento de plantas nativas.

La higuerilla es una planta africana que, aunque llegó por los beneficios de sus productos (el aceite de ricino), de forma silvestre causa afectaciones a la ecología pues utiliza un espacio en el ecosistema impidiendo a las plantas nativas crecer para ser alimento y refugio de los animales. ¡Puede producir hasta 3 kilos de semillas por hectárea!

Elaborado por biol. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de La UANL, La Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.



FACULTAD DE ARTES VISUALES CHIPINQUE

Hierba doncella del mediterráneo

(*Vinca major*)

Europa



Algunos datos:

- Un solo organismo puede clonarse y cubrir rápidamente el suelo.
- Esto impide el crecimiento a plantas nativas, modifica los ciclos de agua e interrumpe los hábitos de los animales.

La hierba doncella es muy utilizada para evitar la erosión del suelo, y aunque es eficiente en esta tarea, comienza a interrumpir los ciclos del agua y ecológicos en las áreas que invade. También se reporta ligeramente tóxico, pudiendo causar problemas digestivos y neurotóxicos si se consume.

Elaborado por biol. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de La UANL, La Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.



FACULTAD DE ARTES VISUALES CHIPINQUE

3.2 Miniguía (diseño impresión)

¿A quiénes afectan las plantas invasoras?

Vida silvestre

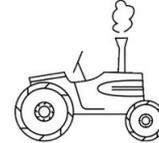
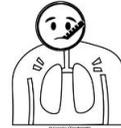


A la vegetación porque evitan que otras plantas crezcan.
A la fauna porque no hay alimento, refugio, o se intoxican.
A los ciclos del agua, del suelo, a la disponibilidad solar o al riesgo de incendios.



Humanos

A la salud porque hay especies tóxicas y hasta letales para niños y adultos.
A la agricultura por las plagas que hacen perder alimento.
A la economía, cuando se dañan edificios, casas, estructuras de puentes y tuberías.



¿Qué podemos hacer?



¡Tú puedes ser un **héroe** contra las invasiones!
Sigue estas pequeñas recomendaciones:



- Conoce a las invasoras, ¡Y reportalas a los guardabosques! El monitoreo es la clave para una respuesta ante las invasiones.
- Sacúdete los zapatos y lava el auto antes de ir a un área natural protegida. ✓
- No transportes ramas o semillas de las invasoras. ✗
- Escoge plantas nativas para tu jardín, así si escapan no serán un peligro para el ecosistema. 🌿



Los ecosistemas son resilientes, pero también necesitan aliados. Cada pequeña acción suma y, con tiempo y cuidado, podemos ayudar a que la naturaleza nativa vuelva a florecer... literalmente. 😊

Así que, ¡no te plantes frente al problema!
Sé parte de la solución.



Agradecimientos

Este es un producto de la tesis de la bióloga Nora Niño, estudiante de la maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad.

Se extienden agradecimientos a la UANL, La Facultad de Ciencias Biológicas, La Facultad de Artes Visuales y al Parque Ecológico Chipinque por su apoyo en el diseño y espacio para compartir esta mini guía.

abril 2025



FACULTAD DE ARTES VISUALES

CHIPINQUE



¡Eso no vivía aquí!

- Aprendamos de invasiones biológicas -



Mini guía

Por Biol. Nora Niño



Alerta: plantas invasoras



y las **especies invasoras** son aquellas que causan **impactos** negativos.

Las invasiones biológicas son el producto del crecimiento desmedido de estas especies y los daños que provocan.

Son la 2da causa de pérdida de la biodiversidad en México según CONABIO

Las plantas exóticas invasoras modifican el entorno y causan **daños** como:



Interrumpen el paso de fauna.



Alteran los ciclos de nutrientes del suelo.



Algunas son tóxicas y hasta letales.

Desplazan a las especies nativas dejando sin comida y casa a los animales.

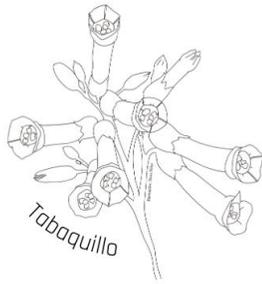


Causan daños económicos y sociales.



Principales invasoras

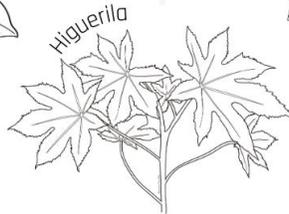
Estas son las plantas exóticas invasoras **más importantes** para el Parque Ecológico Chipinque:



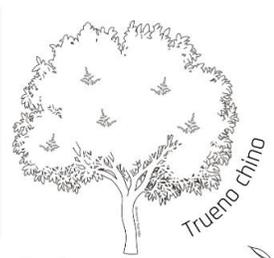
Tabaquillo



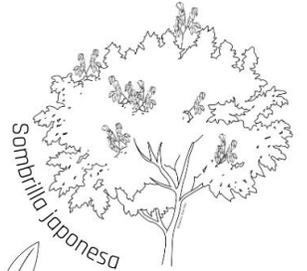
Hiedra



Higuera



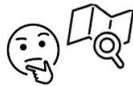
Trueno chino



Sambilla japonesa

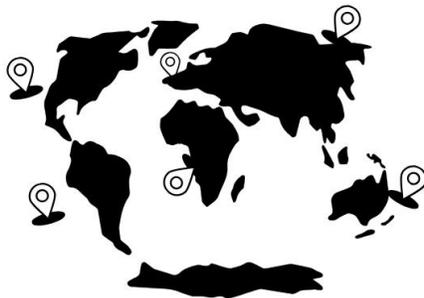


Hierba doncella del mediterráneo



¿De dónde vienen?

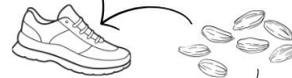
De cualquier lugar que **NO** sea su lugar de origen.



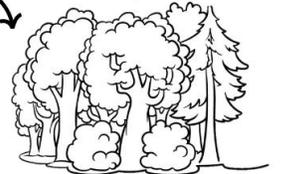
Muchas especies reportadas en México son de Europa, Asia y África.

Ojo: Eso no significa que todas las exóticas son invasoras.

¿Cómo se dispersan?



Accidentalmente: las semillas se adhieren a superficies.
Intencionalmente: cuando llevas plantas o semillas al bosque.



3.3 Fichas gato invasor (diseño para impresión)

Anacahuita

(Cordia boissieri)



Nuevo León
(De Texas al este de México)



Roy Matheus, Wildflower Center Digital Library

Corona de San Pedro

(Cornus florida)



De Canadá al este de México



CHIPINQUE 

@Parque Ecológico Chipinque

Encino roble

(*Quercus polymorpha*)



De Texas a
Honduras



@Dirección de Desarrollo Forestal, UANL

Hiedra inglesa

(*Hedera helix*)



Europa



@Sannicolasdeugarte, Wikimedia commons

Higuerilla

(*Ricinus communis*)



Europa



@BT Wersten, Flora of Zambia

Laurel de la Sierra

(*Litsea glaucescens*)



De México a
Costa Rica



@Plants of the World Online



Pino lacio

(*Pinus pseudostrabus*)



De México a
Honduras



Margarita Barba

@Marplant, Naturalist

Sombrilla japonesa

(*Koelreuteria paniculata*)



Asia



@Paul S. Drobot, Go Botany Project



@Zambelli Vivai

Trueno chino

(*Ligustrum lucidum*)



Asia



Hierba doncella

(*Vinca major*)



Europa



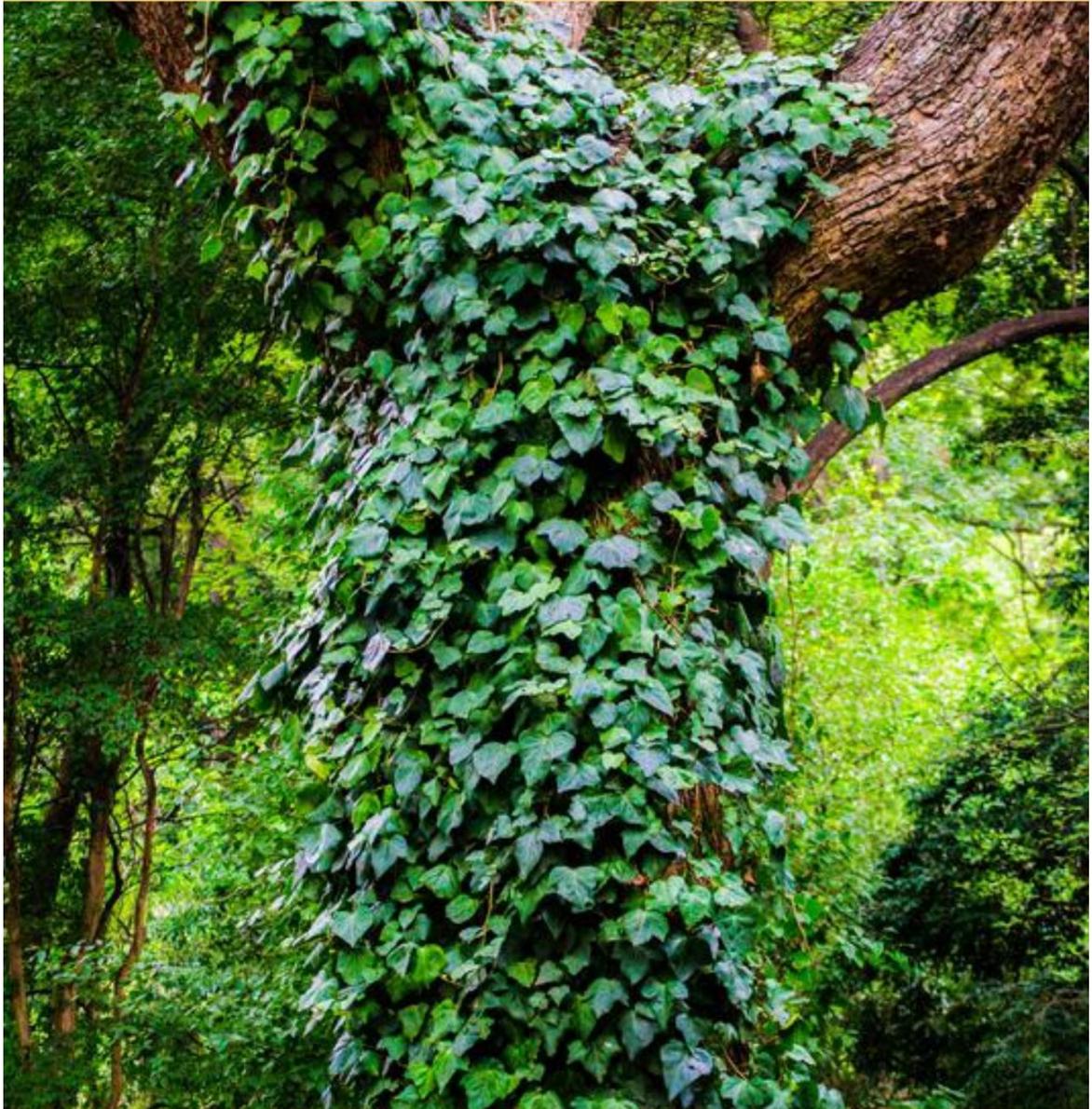
3.4 Fichas para juego de identificación de especies (Diseño para impresión).



Produce miles de semillas y es
venenoso si se consume



Impide el paso de fauna y es
potencialmente mortal para el humano



Cubre la vegetación, bloquea la
fotosíntesis y provoca su descomposición



Oscurece el suelo y no deja que otras
plantas crezcan



Competencia directa con otros árboles, por espacio y recursos

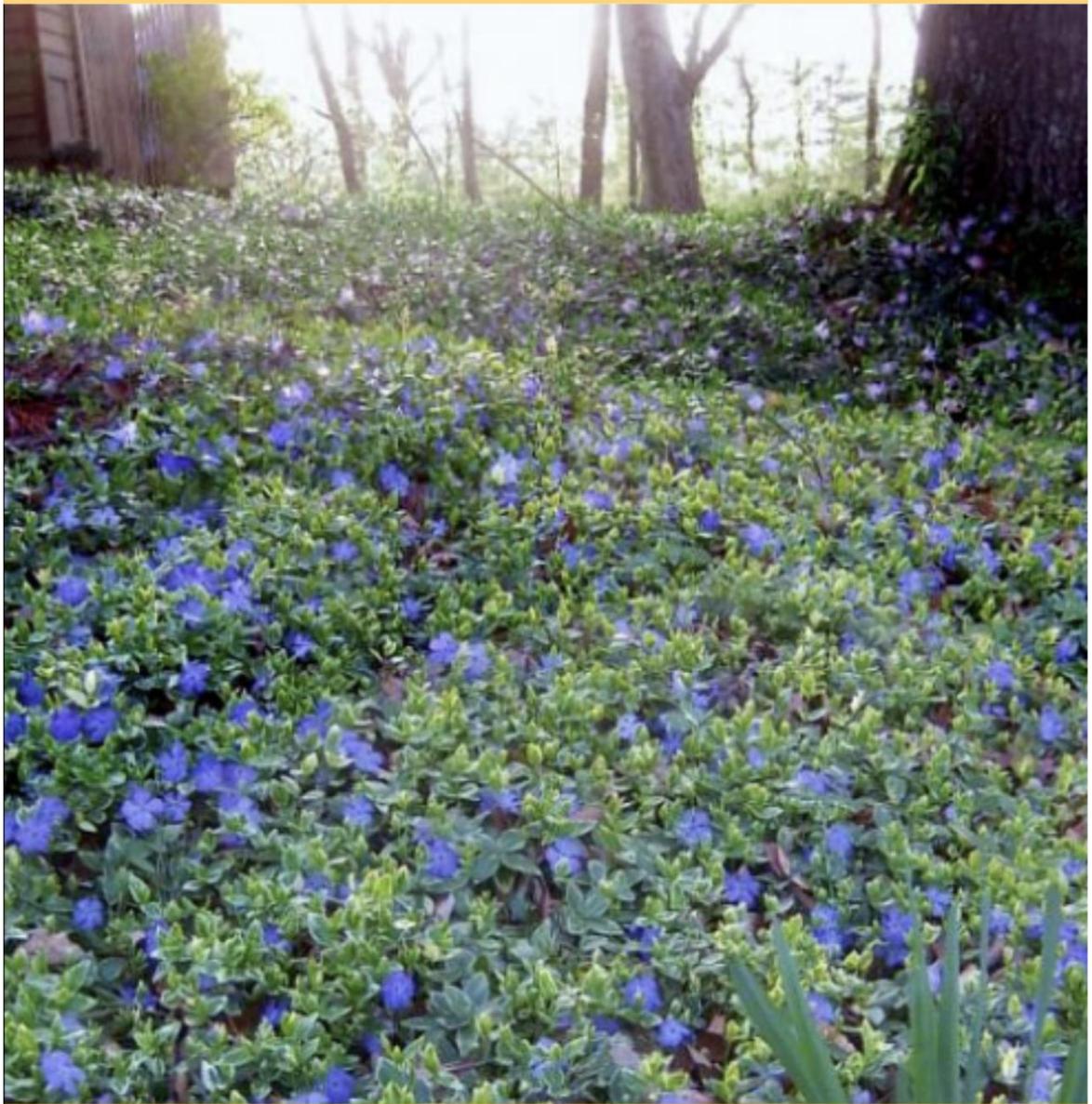
Elaborado por biol. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de la UANL, la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), la Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.



FACULTAD DE
ARTES VISUALES

CHIPINQUE





Cubre el suelo e interrumple los ciclos del agua

Elaborado por biol. Nora Niño durante su maestría en Conservación, Fauna Silvestre y Sustentabilidad. Con apoyo de la UANL, la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), la Facultad de Artes Visuales (FAV) y el Parque Ecológico Chipinque.



FACULTAD DE
ARTES VISUALES

CHIPINQUE 

TABAQUILLO SUDAMERICANO
(*Nicotiana glauca*)

HIEDRA INGLESA
(*Hedera helix*)

HIGUERILLA
(*Ricinus communis*)

TRUENO CHINO
(*Ligustrum lucidum*)

SOMBRILLA JAPONESA
(*Koelreuteria paniculata*)

HIERBA DONCELLA
DEL MEDITERRÁNEO
(*Vinca major*)