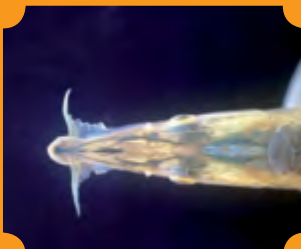
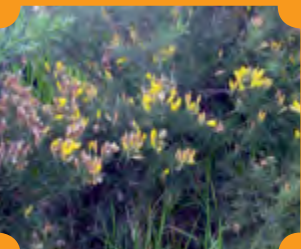


María Piedad Baptiste  
Nicolás Castaño  
Dairon Cárdenas López  
Francisco de Paula Gutiérrez  
Diego L. Gil  
Carlos A. Lasso  
(Editores)

# ANÁLISIS DE RIESGO Y PROPUESTA DE CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES INTRODUCIDAS PARA COLOMBIA



# **ANÁLISIS DE RIESGO Y PROPUESTA DE CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES INTRODUCIDAS PARA COLOMBIA**

María Piedad Baptiste  
Nicolás Castaño  
Dairon Cárdenas López  
Francisco de Paula Gutiérrez  
Diego L. Gil  
Carlos A. Lasso  
(Editores)

Con el aval técnico del GISP





© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2010.

Los textos pueden ser citados parcial o totalmente citando la fuente.

### CONTRIBUCIÓN IA<sub>v</sub>H # 451

### COORDINACIÓN EDITORIAL

Claudia María Villa G.  
María Ángela Guzmán V.

### REVISIÓN TÉCNICA:

Silvia R. Ziller, Directora para Latinoamérica del Global Invasive Species Programme (Gisp)

### FOTOGRAFÍA

Andrés R. Acosta  
Juan Sebastián Barragán  
Dairon Cárdenas L.  
Nicolás Castaño  
Germán Galvis  
Oscar Lasso-Alcalá  
Carlos A. Lasso  
Claudia Munera  
Francisco Nieto - Banco de Imágenes Ambientales I. Humboldt  
Natalia Ocampo  
Jeyson Sanabria-Mejía.

### DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

John Aref Khatib y Carlos González  
[www.ediprint.com.co](http://www.ediprint.com.co)

### IMPRESIÓN

Ediprint Ltda.

Impreso en Bogotá, D. C., noviembre de 2010  
1.000 ejemplares

**ISBN:** 978-958-8343-46-4

### CITACIÓN SUGERIDA

**Para la obra completa.** Baptiste M.P., Castaño N., Cárdenas D., Gutiérrez F. P., Gil D.L. y Lasso C.A. (eds). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 200 p.

**Para capítulo específico (ejemplo):** Baptiste M.P. y C. Múnera. 2010. Análisis de riesgo de vertebrados terrestres introducidos en Colombia. En: Baptiste M.P., Castaño N., Cárdenas D., Gutiérrez F. P., Gil D.L. y Lasso C.A. (eds). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 149-199 p.

### PALABRAS CLAVE

Análisis de riesgo, invasoras, organismos acuáticos, plantas, anfibios, reptiles, mamíferos, aves, vertebrados, Colombia, especies introducidas, categorización e introducción.



Esta publicación está impresa en papel ecológico, elaborado con bagazo de caña y bajo porcentaje de madera de bosques industriales. Puede ser reutilizado como materia prima para otros productos. Su color crudo requiere menos agentes químicos lo cual minimiza el impacto ambiental.



**Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt  
Eugenia Ponce de León, Directora General**

## Índice de autores

Carlos A. Lasso

Biólogo, Universidad Central de Venezuela

PhD. Ciencias Biológicas de la Universidad de Sevilla

Coordinador Programa de Biología de la Conservación y Uso de la Biodiversidad

Instituto Humboldt

**classo@humboldt.org.co**

Claudia Múnera

Bióloga, Universidad Nacional de Colombia

Consultora. Programa Biología de la Conservación y Uso de la Biodiversidad

Instituto Humboldt

**rmunera@yahoo.com**

Dairon Cárdenas López

Biólogo, Universidad de Antioquia

Investigador Principal. Programa de Ecosistemas y Recursos Naturales

Director- Curador. Herbario Amazónico Colombiano

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi

**dcardenas@sinchi.org.co**

Diego L. Gil

Biólogo marino, Universidad Jorge Tadeo Lozano

PhD. Ciencias Marinas, Universidad de Carolina del Sur

Pos Doc. Salud Ambiental, Universidad de Carolina del Sur

Jefe de línea de Biología y Estrategias de Conservación Invenmar

Dirección actual: **dl\_gil@yahoo.com**

Francisco de Paula Gutiérrez

Biólogo marino, Universidad Jorge Tadeo Lozano

PhD. Ciencias Biológicas, Universidad de Barcelona

Profesor Universidad Jorge Tadeo Lozano

**fragut31@utadeo.edu.co**

Juliana Cárdenas

Ecóloga, Pontificia Universidad Javeriana

**juli\_cardenas1@hotmail.com**

María Piedad Baptiste E.

Bióloga, Pontificia Universidad Javeriana

Investigadora asistente, programa Biología de la Conservación y Uso de la Biodiversidad

Instituto Humboldt

**mpbaptiste@humboldt.org.co**

Nicolás Castaño Arboleda

Biólogo, Universidad Nacional de Colombia

MSc., Universidad de Amsterdam

Investigador Asociado. Programa de Ecosistemas y Recursos Naturales

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi

**ncastano@sinchi.org.co**

Paula Sánchez-Duarte

Bióloga, Universidad Nacional de Colombia

Candidata MSc. Universidad Central de Venezuela

Consultora. Programa Biología de la Conservación y Uso de la Biodiversidad

Instituto Humboldt

**paulapalito@yahoo.com**

## **Acrónimos, siglas y abreviaturas**

<b>CCA</b>	Comisión para la Cooperación Ambiental
<b>CDB</b>	Convenio sobre la Diversidad Biológica
<b>Cites</b>	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre
<b>CMS</b>	Convención sobre las Especies Migratorias
<b>COP</b>	Conferencia de las Partes
<b>EEM</b>	Evaluación de Ecosistemas del Milenio
<b>Gisp</b>	Global Invasive Species Programme
<b>Globalballast</b>	Global Ballast Water Management Programme
<b>Iabin</b>	Inter American Biodiversity Information Network
<b>INS</b>	Instituto Nacional de Salud
<b>IPPC</b>	International Plant Protection Convention
<b>ISSG</b>	Invasive Species Specialist Group
<b>IUCN</b>	The International Union for Conservation of Nature. (UICN- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)
<b>MADR</b>	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
<b>MAVDT</b>	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
<b>MEA</b>	Millennium Ecosystem Assessment
<b>MPS</b>	Ministerio de Protección Social
<b>OMC</b>	Organización Mundial del Comercio
<b>Sina</b>	Sistema Nacional Ambiental



## Presentación

La gran variedad de ecosistemas marinos, costeros, terrestres y acuáticos continentales hace de Colombia un país megadiverso; cuenta de esto la dan las aproximadamente 30.0000 especies de plantas, 1.435 especies de peces dulceacuícolas y cerca de 5.000 especies marinas (1.000 crustáceos, 1.400 moluscos, 153 corales, 1.800 peces, 290 equinodermos y 900 briozoos), 750 anfibios y 524 reptiles, 1.898 especies de aves y 471 especies de mamíferos. Sin embargo, esta gran diversidad se ve vulnerada por la introducción de especies exóticas por parte del ser humano, convirtiéndose en un factor determinante de amenaza a la diversidad nativa.

El desconocimiento del potencial de uso sustentable de nuestras especies, sumado a las múltiples motivaciones e intereses que giran en torno a las especies introducidas (exóticas), ha definido una tendencia a la importación de múltiples organismos, cuyos efectos y posibles interacciones negativas se desconocen en muchos casos. Estos impactos afectan no sólo la biodiversidad en su funcionalidad y estructura, sino que pueden tener efectos en el ámbito económico, la salud pública y la cultura.

El fenómeno de las invasiones biológicas ha aumentado en los últimos 150 años con la globalización. Los seres humanos somos ahora capaces de mover especies a mayores distancias superando barreras geográficas. Los efectos globales, directos e indirectos, de las especies invasoras son reconocidos como la segunda causa de pérdida de biodiversidad. Y aunque numerosos instrumentos internacionales vinculantes y no vinculantes se han desarrollado, uno de los más importantes es el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), que insta en su artículo 8h a los países parte a prevenir, controlar o erradicar las especies invasoras.

Colombia como país parte ha definido sus primeras acciones orientadas a manejar el problema, mediante instrumentos como la declaratoria por parte del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) de especies introducidas e invasoras (Resoluciones 0848 de 2008 y 0207 de 2010), además de la construcción de lineamientos nacionales por medio de un convenio tripartito con el Instituto de Investigación Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y The Nature Conservancy (TNC), para el desarrollo y la concertación del documento Plan de Acción para la Prevención, Manejo y Control de las Especies Introducidas, Tráspantadas e Invasoras en 2008.

En este contexto, el país requiere desarrollar medidas precautorias que evalúen el riesgo de impacto de la introducción de las especies exóticas, y que a su vez aporten elementos técnicos que soporten la declaratoria de especies invasoras y apoyen la toma de decisiones para establecer la relación costo-beneficio de la introducción de especies a Colombia.

Esta publicación constituye el primer esfuerzo técnico para el país que se construye luego de un proceso iniciado en 2005 con la conformación de un grupo de expertos y vinculación activa del Instituto a la red temática I3N de labin. *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia* es una propuesta desarrollada por los institutos de investigación vinculados al MAVDT, revisada y avalada por la instancia de apoyo del CDB para el tema de especies invasoras: el Programa Global de Especies Invasoras (Gisp). Luego de un amplio debate sobre la temática, plantea elementos técnicos fundamentales para la toma de decisiones de las autoridades ambientales tales como: (i) propuesta y aplicación de metodologías de análisis de riesgo de impacto para especies introducidas y trasplantadas en Colombia, (ii) listados actualizados sobre especies introducidas y trasplantadas y (iii) propuesta de categorización de especies invasoras para su manejo.

Contar con herramientas metodológicas que permitan una planificada introducción de especies será un aporte adicional para afrontar los problemas de deterioro de los servicios ecosistémicos. Se ha demostrado que las invasiones biológicas involucran interacciones que afectan el bienestar humano como la dinámica de patógenos invasores o la producción de alimentos, medicinas, fibras y maderas. No en vano la deforestación, la fragmentación del hábitat, la expansión urbana y de infraestructura, así como la introducción de especies exóticas y las prácticas agrícolas agresivas con el medio ambiente son algunos de los factores que han llevado a incrementar en los últimos cincuenta años el ya acelerado ritmo de pérdida de biodiversidad. La apuesta es procurar el desarrollo del potencial de uso sustentable de las especies nativas.

Eugenia Ponce de León Chaux

*Directora General*

**Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt**

## Prólogo

Mientras que el mundo científico reconoce que las especies exóticas son la segunda más grande causa de pérdida de diversidad biológica, todavía la mayoría de las personas no sabe que el problema existe. Poco a poco, los gobiernos se ponen a par de la amenaza porque viven experiencias de daños a la economía, la sociedad, la salud y el ambiente con especies que con frecuencia son las mismas en otros países: el caracol africano, la rana toro, la tilapia, la carpa, el tojo o retamo espinoso, la palma africana, diversas plantas ornamentales e incluso las mascotas.

De igual manera, universidades e instituciones de investigación empiezan a incluir el tema en las clases de biología o ecología en sus programas académicos. Mientras tanto, millones de personas siguen tratando de trasladar especies sin noción alguna de que la más sencilla liberación de una mascota en un parque, con la intención de que viva mejor que en cautiverio, puede generar daños ambientales irreversibles.

No es viable tener que esperar hasta que millones de personas sin relación directa con cualquier trabajo en el área ambiental aprendan sobre especies exóticas invasoras, tomen conciencia de los problemas que pueden causar y cambien sus actitudes de manera que se pueda garantizar la conservación de la diversidad biológica. Acciones urgentes son necesarias.

Es un dicho común y muy viejo que prevenir es mejor que remediar. Sin duda eso se aplica al tema de invasiones biológicas: muchas especies, después de introducidas, establecidas e invasoras, no pueden ser erradicadas. Eso es casi siempre verdadero para especies acuáticas y para animales de difícil ubicación en el ambiente natural, pero igualmente puede servir para plantas.

En general, los listados de especies exóticas invasoras de los países presentan entre 80 y 90% de introducciones voluntarias, normalmente vinculadas a finalidades económicas. Ésas son especies de ambientes terrestres y especies acuáticas utilizadas para cultivo, en la mayor parte de agua dulce. Así, en estos ambientes solamente un 10 a 20% representan introducciones accidentales, que no podrían pasar por una evaluación previamente a una decisión de introducción. Esos números solamente demuestran que no hay procedimientos eficientes para permitir o negar la introducción de especies. Además, muchos son los ejemplos de especies introducidas para fines económicos sin cualquier estudio de mercado y que nunca llegan a generar beneficios: la rana toro y el caracol africano son excelentes ejemplos. Los perjuicios son socializados: el problema se entrega a los gobiernos para resolverlo, y los ciudadanos se ven obligados a pagar por programas de control o de erradicación.

De las herramientas disponibles para prevenir la introducción de especies, el análisis de riesgo resulta muy eficiente para darle los fundamentos científicos necesarios a la agencia responsable por la decisión de permitir o negar una introducción. La precisión de esos sistemas llega a un

90%. Eso quiere decir que si se hubieran aplicado análisis de riesgo a las especies introducidas en los países hace mucho tiempo, tomando en cuenta variables ambientales, servicios ecosistémicos e incluso el mismo potencial verdadero de mercado, hoy habría apenas entre 10 y 20% de las especies exóticas invasoras presentes.

En este sentido es igualmente interesante realizar una evaluación de las especies exóticas ya introducidas al país para la aplicación de metodologías como el análisis de riesgo. Los protocolos resultan en niveles de riesgo muy útiles para llevar a cabo acciones de control o erradicación, pero igualmente para verificar cuáles especies exóticas que todavía no han manifestado su potencial de invasión pueden ser reconocidas y erradicadas antes de que puedan establecerse o permanecer hasta el punto de tornarse invasoras.

Como los sistemas de análisis de riesgo son en general ajustados a partir de los protocolos desarrollados en Nueva Zelanda y Australia, considerados los mejores del mundo, hay una cuestión muy importante que no está cubierta para otros países, y tampoco para Latinoamérica. Se trata de la capacidad de gobernanza sobre el tema, que en verdad aumenta o disminuye el riesgo de introducción y de manejo de especies exóticas invasoras. En los dos países mencionados, la legislación está ajustada para tratar problemas de invasión, se aplica el principio contaminador-pagador, y se asegura de que providencias sean aplicadas rápidamente en casos de invasión biológica, en especial cuando hay detección temprana o cuando una especie es autorizada para cultivo. En el caso de muchos otros países donde el trabajo solamente está empezando, los riesgos son más altos, pues todavía no hay leyes que obliguen al control o a la erradicación, no hay sistemas de detección temprana establecidos, y tampoco hay conciencia pública.

Tenemos un largo pero muy constructivo camino a seguir. Si logramos aumentar el nivel de conocimiento de la amenaza de especies exóticas invasoras y elegir mejor las especies que necesitamos introducir para favorecer el desarrollo económico de manera integrada a la conservación de la diversidad biológica, estamos en el camino cierto.

Este trabajo es pionero en Latinoamérica y debe ser seguido por muchos otros países. Las herramientas están disponibles: ahora hay que aplicarlas.

Sílvia R. Ziller

*Directora del Programa Global de Especies Invasoras (GISP) para Latinoamérica*

*Directora del Instituto Hórus, Líder de la red I3N Brasil – [www.institutohorus.org.br](http://www.institutohorus.org.br)*

## **Agradecimientos**

Esta publicación constituye el resultado de un esfuerzo interinstitucional y fue posible gracias al apoyo de investigadores que participaron en diferentes reuniones. Los editores agradecen a Edgar Linares, Olga Montenegro y Hugo López del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, Orlando Vargas del Grupo de Restauración de la Universidad Nacional de Colombia, Mónica Cuellar del Ideam, y las contratistas Juliana Agudelo y Adriana Melo.

A Oscar Lasso-Alcalá por la información suministrada y el material fotográfico. A Antonio Machado Alisson y Germán Galvis, por permitirnos el uso de sus fotografías en esta publicación.



## Tabla de contenido

<b>Índice de autores</b> . . . . .	4
<b>Acrónimos, siglas y abreviaturas</b> . . . . .	5
<b>Presentación</b> . . . . .	7
<b>Prólogo</b> . . . . .	9
<b>Agradecimientos</b> . . . . .	11
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS EMPLEADOS</b> . . . . .	15
¿Cómo se construyeron los análisis de riesgos de especies introducidas en Colombia? . . . . .	19
¿Cuáles son los objetivos y alcances del documento? . . . . .	20
Elementos conceptuales del proceso de invasiones biológicas y su problemática . . . . .	21
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ESTÁNDARES TÉCNICOS DE LAS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE RIESGO Y CONSIDERACIONES GENERALES</b> . . . . .	37
Estándares . . . . .	39
Propuesta de categorización para manejo de especies invasoras . . . . .	46
Consideraciones generales . . . . .	47
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>ANÁLISIS DE RIESGO DE ESPECIES DE PLANTAS INTRODUCIDAS PARA COLOMBIA</b> . . . . .	51
Introducción y antecedentes . . . . .	53
Cómo usar la metodología I3N para el análisis de riesgo de plantas introducidas en Colombia . . . . .	56
Consideraciones finales . . . . .	63
Agradecimientos . . . . .	63
Anexo 3.1 . . . . .	68
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA ESPECIES ACUÁTICAS CONTINENTALES Y MARINAS</b> . . . . .	73
La riqueza de la biodiversidad acuática . . . . .	75
La introducción de organismos acuáticos . . . . .	76
Antecedentes globales y nacionales sobre las introducciones de especies en aguas continentales y salobres . . . . .	79
Antecedentes globales y nacionales sobre las introducciones en aguas marinas . . . . .	85
El proceso metodológico, la metodología propuesta y su utilización . . . . .	89
Resultados de análisis de riesgo de las especies de aguas continentales, salobres y marinas . . . . .	96

Consideraciones finales . . . . .	102
Anexo 4.1. . . . .	115
Anexo 4.2. . . . .	122
Anexo 4.3. . . . .	129
Anexo 4.4. . . . .	136
Anexo 4.5. . . . .	146

**CAPÍTULO V**

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA ESPECIES INTRODUCIDAS DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN COLOMBIA (ANFIBIOS, REPTILES, AVES Y MAMÍFEROS) . . . . .149**

Introducción. . . . .	151
Antecedentes . . . . .	153
Proceso metodológico. . . . .	155
Resultados del análisis de riesgo de las especies introducidas de vertebrados terrestres en Colombia . . . . .	169
Consideraciones finales . . . . .	175
Anexo 5.1 . . . . .	183
Anexo 5.2 . . . . .	189
Anexo 5.3 . . . . .	194
Agradecimientos . . . . .	200

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS EMPLEADOS



*Oncorhynchus mykiss*  
■ Francisco Nieto - UPA (IAvH)



*Eichornia crassipes*  
■ Francisco Nieto - UPA (IAvH)



*Capra hircus*  
■ Claudia Múnera



*Genista monspessulana*  
■ Francisco Nieto - UPA (IAvH)



*Lonchura malacca*  
■ Jeyson Sanabria-Mejía



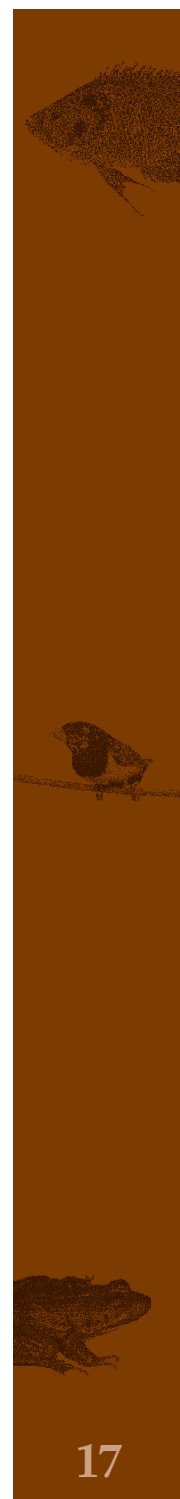
A lo largo de la historia, el movimiento y la dispersión de forma natural entre regiones constituye un componente integral dentro de la dinámica poblacional de algunas especies (Howard 1960 en Ojašti 2001a, Mathews 2005, Gutiérrez 2010). Sin embargo, estas dinámicas se han visto alteradas por el ser humano, el cual ha tenido un papel importante en la distribución actual de las especies, estableciendo nuevas dinámicas biogeográficas. En general, estos procesos, que se han visto acelerados en los últimos 150 años, están ligados a la colonización humana de nuevas áreas, el establecimiento de centros urbanos y la búsqueda de su seguridad alimentaria (Ojašti *et al.* 2001, Mathews 2005, Gutiérrez 2010).

Las personas se han movido con sus productos cada vez más lejos y más rápido, transportando numerosas especies de manera intencional o accidental (Hernández 2002). El incremento en el movimiento de especies se debe a factores como el cambio climático y la globalización que facilitan la ocupación de nichos vacíos y aceleran los mecanismos de introducción de numerosas especies con fines agrícolas, ornamentales y forestales, superando barreras geográficas que no podrían haber sido superadas sin el ser humano y que, en consecuencia, ha llevado a un proceso de homogenización de la biodiversidad en el mundo, según consideran algunos autores (Olden y Poff 2003).

El movimiento intencional de especies tiene diferentes motivaciones, tales como producción de alimento o de madera, control biológico, especies de ornato, compañía para bioterios y colecciones en zoológicos (Ojašti *et al.* 2001, Wittenberg *et al.* 2001, Gutiérrez 2010). Sin embargo, no todas son consideradas perjudiciales, y pese a que constituyen un importante elemento en las actividades humanas, muchas otras especies introducidas son liberadas o escapan de su cautiverio al medio natural. Y aunque la mayoría de los casos estas especies no sobreviven mucho tiempo, otro porcentaje de estos organismos se establecen con poblaciones autosostenibles en ecosistemas naturales, proliferan y tienen interacciones negativas con especies nativas, por lo que son denominadas especies invasoras (UICN 1999, Mathews 2005, McNeely *et al.* 2001).

De igual manera, las personas transportan de manera accidental o no intencional organismos vivos como polizones o pasajeros no invitados, insectos que van en cargamentos de alimentos o que infestan materiales para empacar madera, organismos que se adhieren a los cascos de los buques intercontinentales (Hernández 2002) y microorganismos cargados en aguas de los tanques de lastre o incluso semillas y microorganismos transportados por los turistas.

En la actualidad las invasiones biológicas son consideradas la segunda causa de pérdida de biodiversidad y uno de los cinco principales motores de cambio (McNeely 2001, MEA 2005). Se ha documentado que a nivel global el 90% de las introducciones de vertebrados y plantas son intencionales y el restante 10% son accidentales (Wittenberg y Cočk 2001). Los efectos negativos de las especies invasoras incluyen la alteración de ecosistemas completos debido a la modificación





de la dinámica hídrica, alteración de los regímenes de fuego, del ciclo de nutrientes y de otros procesos ecológicos claves.

Acuerdos internacionales identifican las invasiones biológicas como una prioridad. Particularmente, el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), ratificado por 193 países, declara en su artículo 8h que cada país parte “impedirá que se introduzcan, contro-

lará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies”. En este mismo sentido, el CDB definió las especies invasoras como programa y temática multisectorial con 15 principios orientadores y elaboró, como parte de su agenda en la novena Conferencia de las Partes (COP) de 2008, un análisis que dio como resultado la identificación de vacíos de información e inconsistencias legales en el marco internacional y priorizó el desarrollo de herramientas para la evaluación del riesgo de introducción de especies para la prevención, manejo y control de las invasiones biológicas (CDB 2008). Colombia, como país parte del Convenio (Ley 165 de 1994), está comprometida a adelantar acciones que conduzcan al cumplimiento de la Convención y las acciones priorizadas.

La construcción e implementación de estas herramientas para la evaluación del riesgo de introducción de especies, así como para la identificación de prioridades, están principalmente relacionadas con las introducciones intencionales. En el ámbito global, estos procesos suelen estar regulados y planificados a través de medidas legales y de solicitudes de ingreso que llegan a los gobiernos persiguiendo diversos objetivos y actividades. Estas evaluaciones establecen el primer punto de control o filtro para la prevención de introducción de especies que pueden ser potencialmente perjudiciales (Ojašti *et al.* 2001, Bomford 2008,) y constituyen, además, el mecanismo para la clasificación y categorización de especies con el objetivo de priorizar acciones para la prevención, manejo y control de especies introducidas y establecidas en un país o región específica (Randall *et al.* 2008, Zalba y Ziller 2008, CCA 2009 y Bomford 2008).

Pese a que el Programa Global de Especies Invasoras (GISP, por sus siglas en inglés), en su estrategia global incluye como uno de los diez elementos estratégicos de respuesta, la construcción y el desarrollo de sistemas de análisis de riesgo mediante la construcción de herramientas y la identificación de estrategias para la prevención y manejo (McNeely *et al.* 2001), en la actualidad no existen metodologías mundialmente aceptadas o un órgano rector que defina de manera estandarizada las herramientas que deben ser empleadas para el análisis de riesgo de introducción de especies. Los principales desarrollos sobre estas herramientas corresponden a esfuerzos regionales (Randall 2000, Wittenberg y Cock 2001, Parker *et al.* 2007, Bomford 2008, CCA, 2009) y se refieren principalmente a la evaluación de las consecuencias de la introducción, el riesgo de establecimiento de la especie y el cálculo de la dimensión, características y tipos de riesgo que pueda traer la especie para especies y ecosistemas nativos, así como las posibilidades y la viabilidad de control y de erradicación.

Por otra parte, estos ejercicios de priorización y categorización de especies introducidas en el ámbito global y regional tienen múltiples orientaciones y públicos. La Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), publicó en 2001 el listado *100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo*, que incluye desde microorganismos hasta mamíferos y toma como criterios de priorización de especies, la severidad de su impacto sobre la diversidad biológica o las actividades humanas y la identificación de especies representativas como ejemplos del problema de invasiones biológicas en el mundo (Lowe *et al.* 2004). Por su parte, GISP ha elaborado múltiples publicaciones para la creación de conciencia pública a través de listados regionales (Mathews y Brand 2004, Mathews 2005, Ziller *et al.* 2005). Finalmente, en el contexto de los países del trópico Andino se generaron regionales sobre especies invasoras en el marco del documento *Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico Andino* (Ojašti 2001b).

En Colombia, la autorización y el seguimiento a la introducción de especies está a cargo de entidades e instituciones de diferentes sectores; esta intersectorialidad se distribuye entre entidades como el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el Ministerio de Protección Social (MPS, Instituto Nacional de Salud, INS). Pese a esto, muchas veces se desconocen los riesgos que conlleva el ingreso de especies exóticas y en la actualidad no se cuenta con las herramientas para evaluar su ingreso al país. Por otro lado, hasta el año 2008 con la construcción del *Plan Nacional de Acción para la Prevención, Manejo y Control de las Especies Introducidas Trasplantadas e Invasoras* (MAVDT *en prensa*), Colombia no contaba con un marco nacional para la implementación de acciones ni con la definición de una línea base de especies. Por esta razón, se identificó la necesidad de definir lineamientos para el análisis de riesgo que apoyen el proceso de evaluación y la categorización de especies invasoras, así como también provean de elementos técnicos para el seguimiento intersectorial por parte de los ministerios MAVDT, MADR y MPS.

Es así como en el marco del trabajo de los institutos de investigación vinculados al Sistema Nacional Ambiental (Sina), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, en asocio con el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” Invemar y la vinculación de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, a través del biólogo marino, Francisco de Paula Gutiérrez, se identificó la necesidad de desarrollar las herramientas metodológicas para el análisis de riesgo de especies introducidas e invasoras, además de actualizar los listados oficiales y establecer categorías que pueden ser adoptadas nacionalmente para las especies introducidas o transplantadas.

## **¿Cómo se construyeron los análisis de riesgos de especies introducidas en Colombia?**

Como parte de la implementación del citado plan nacional de acción, construido en 2008 (MAVDT *en prensa*), el Instituto Humboldt identificó y priorizó temas y metas para el plan de acción, identificando la necesidad de elaborar y definir directrices nacionales donde se desarrollen o ajusten herramientas técnicas para la evaluación del riesgo de especies introducidas transplantadas e invasoras en Colombia. Por esta razón, en 2009 el Instituto Humboldt, en asocio con el Instituto SINCHI, convocó a una reunión de los institutos de investigación vinculados al Sina, con el fin de discutir y concertar la terminología a emplear en el tema de las invasiones

biológicas. Como resultado, se conformó un grupo de trabajo interinstitucional coordinado por el Instituto Humboldt, en el que hacen parte el Invemar, el Instituto SINCHI y el investigador Francisco de Paula Gutiérrez de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, reconocido experto en el tema de invasiones biológicas y recursos hidrobiológicos. Como primer resultado del trabajo del grupo, se definieron grupos de organismos a evaluar (plantas, peces y macrofauna terrestre) y pasos metodológicos generales para abordar la evaluación de especies y su categorización.

## ¿Cuáles son los objetivos y alcances del documento?

Este documento está dirigido a tomadores de decisiones e instituciones adscritas y vinculadas al Sina. Sus objetivos son los siguientes: aportar metodologías para la evaluación del riesgo de especies para nuevas introducciones y para especies ya introducidas o trasplantadas en Colombia, proponer categorías para las especies invasoras de alto riesgo y aportar elementos nuevos en la toma de decisiones relacionada con las especies ya introducidas en las diferentes regiones del país. Así mismo, se espera que las metodologías sean incorporadas en los procedimientos y marcos regulatorios, lo que permitirá que se tomen las medidas precautorias y de manejo y control de estas especies en Colombia.

El presente documento contiene cuatro partes. Un primer capítulo donde se define el marco general de la problemática sobre invasiones biológicas y se presentan los elementos conceptuales relacionados. El segundo capítulo hace referencia a los elementos y variables acordadas para los diferentes grupos taxonómicos, los estándares técnicos de las metodologías de análisis de riesgo, que deben incluir en sus evaluaciones de riesgo, tres secciones: riesgo de establecimiento, riesgo o capacidad de impacto y capacidad de control o manejo.

Adicional a estas secciones, se debe tomar en cuenta como estándar, el cálculo de un porcentaje de incertidumbre y el ajuste climático de la especie introducida. Así mismo, en este capítulo se incorpora la propuesta de categorización de las especies evaluadas como invasoras de alto riesgo. La tercera parte del documento incluye capítulos específicos sobre las herramientas metodológicas para la evaluación de riesgo de impacto de especies de diferentes grupos taxonómicos como plantas vasculares terrestres y flora acuática, especies de fauna (marinas y especies dulceacuícolas/continentales) y vertebrados terrestres (reptiles, anfibios, aves y mamíferos). Cada capítulo metodológico responde a características particulares en cada grupo taxonómico, pero teniendo en cuenta los estándares del capítulo dos mencionado anteriormente. Cabe resaltar que en lo referente al porcentaje de incertidumbre que establece el grado de desconocimiento de las características que pueden ayudar en los procesos de invasión de la especie, aunque todos incorporan este elemento, cada metodología y cada grupo definió independientemente un porcentaje de incertidumbre mínimo para aceptar la evaluación, de acuerdo con los criterios de la metodología adoptada, de la información disponible o de criterios particulares de los autores que desarrollaron la metodología.

Cada uno de estos capítulos metodológicos analizó, de manera integral pero presentando de manera separada, las especies introducidas al territorio nacional y las especies nativas colombianas introducidas en otras regiones (trasplantadas). La información resultante referencia un listado actualizado de especies con su nivel de riesgo y su categoría, así como un ejemplo explicativo de la forma de uso de las metodologías.

## Elementos conceptuales del proceso de invasiones biológicas y su problemática

### ¿Qué son las especies invasoras?

Para comprender de mejor forma los procesos relacionados con las invasiones biológicas es importante conocer y definir claramente los términos empleados, de manera que no existan ambigüedades o interpretaciones inexactas de las herramientas y análisis de la problemática.

Pese a que se han generado discusiones acerca de las definiciones y los términos empleados en los procesos de invasiones biológicas, en el ámbito global no se tiene un consenso sobre la terminología (Valéry *et al.* 2008). Debido a esta consideración, en 2009 se llevó a cabo una reunión en la que participaron investigadores de las autoridades científicas (Invemar, Instituto SINCHI e Instituto Humboldt) y expertos como Francisco de Paula Gutiérrez de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y Orlando Vargas de la Universidad Nacional de Colombia, quienes discutieron y ajustaron la terminología y los conceptos a utilizar, los cuales se presentan a continuación en la Tabla 1. Estos términos y definiciones adoptan y modifican en algunos apartes los provistos por el CDB.

TÉRMINO	SINÓNIMOS	DEFINICIÓN
Nativa	Indígena, autóctona	Especie, subespecie o taxón inferior que habita dentro de su rango de distribución natural (pasado o presente), incluyendo el área que puede ocupar y alcanzar usando sus propias extremidades (patas o alas) u otros sistemas de dispersión, incluso si su presencia en el sitio es azarosa.
Introducción (CDB)		Movimiento intencional, o no intencional, indirecto o directo, de una especie exótica fuera de su rango natural (pasado o presente) por intervención humana. Este movimiento puede ser entre países o bien, entre regiones en un mismo país.
Especie introducida** (CDB modificada).	Exótica, alóctona, foránea, no nativa, exógena, trasplantada.	Especie, subespecie o taxón inferior e híbrido que se encuentra fuera de su distribución natural, pasada o presente, incluyendo cualquier parte, gametos, semillas, huevos o propágulos.
Especie establecida	Aclimatada.	Especie introducida que se reproduce exitosamente y tiene una población viable.
Especie invasora	Peste, plaga, maleza.	Especie introducida que se establece y dispersa en ecosistemas o hábitats naturales o seminaturales*; es un agente de cambio y causa impactos ambientales, económicos o de salud pública.
Especie criptogénica		Especie cuya área de distribución original es incierta y sobre la que existen dudas acerca de su carácter de nativa o exótica.
Organismos vivos modificados (OVM)	Organismos genéticamente modificados (OGM)	Cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de biotecnología moderna (ver Protocolo de Cartagena).
Especie feral	Cimarrón	Individuos y poblaciones de especies domésticas introducidas que viven y se reproducen en hábitats naturales portándose como animales silvestres.

\* De acuerdo con la UICN (2000), ecosistemas seminaturales son aquellos no alterados perceptiblemente por la acción humana a que, habiendo sido alterados, retienen elementos nativos significativos.

\*\* Si bien estos términos se utilizan como sinonimias, debe acotarse para mayor claridad que las especies introducidas pueden separarse en dos grandes grupos: *especies exóticas*, provenientes de otros países. Aquí se incluyen los términos alóctona, foránea, no nativa y exógena y las *especies trasplantadas*, originarias de Colombia, pero llevadas a otra región o cuenca en Colombia.

Para un gran número de autores, la definición de invasión biológica se centra en dos criterios principales, el geográfico (biogeográfico), cuando se habla de atravesar barreras geográficas o recorrer largas distancias y el de impacto, cuando hace referencia a que la especie puede considerarse como invasora si tiene un efecto negativo sobre la comunidad o ecosistema en donde se ha dispersado (Valéry *et al.* 2008).

**Tabla 1.** Términos, definiciones y sinonimias ajustadas y adoptadas relacionadas con especies invasoras. Reunión autoridades científicas 9 de agosto de 2009.

En resumen, se puede concluir que las especies invasoras son organismos (generalmente transportados por el ser humano), que superan barreras geográficas, ambientales y reproductivas, que logran establecer poblaciones viables, cuyas estrategias de dispersión favorecen su avance y que tienen efectos negativos en términos de dominancia y desplazamiento de las especies nativas afectando los ecosistemas donde se aloja (ISSG, 2010), así como efectos sobre la economía, la salud o las tradiciones sociales y culturales.

### REFERENTE A LA TERMINOLOGÍA SOBRE ESPECIES INVASORAS

- ▶ Para Colombia se tomarán como válidos los términos y las definiciones incluidos en la Tabla 1, que toman los conceptos modificados del Convenio de Diversidad Biológica.
- ▶ El término de especie invasora = especie exótica invasora. Se aplica a especies introducidas y trasplantadas, pero no así a especies colombianas que representan una plaga dentro de sus mismos sitios de origen (área de distribución natural), dada su abundancia elevada.
- ▶ Se incluye el término de ovm debido al riesgo potencial que éstos representan en cuanto a hibridación y transferencia de genes resistentes a métodos de control de plagas o malezas.

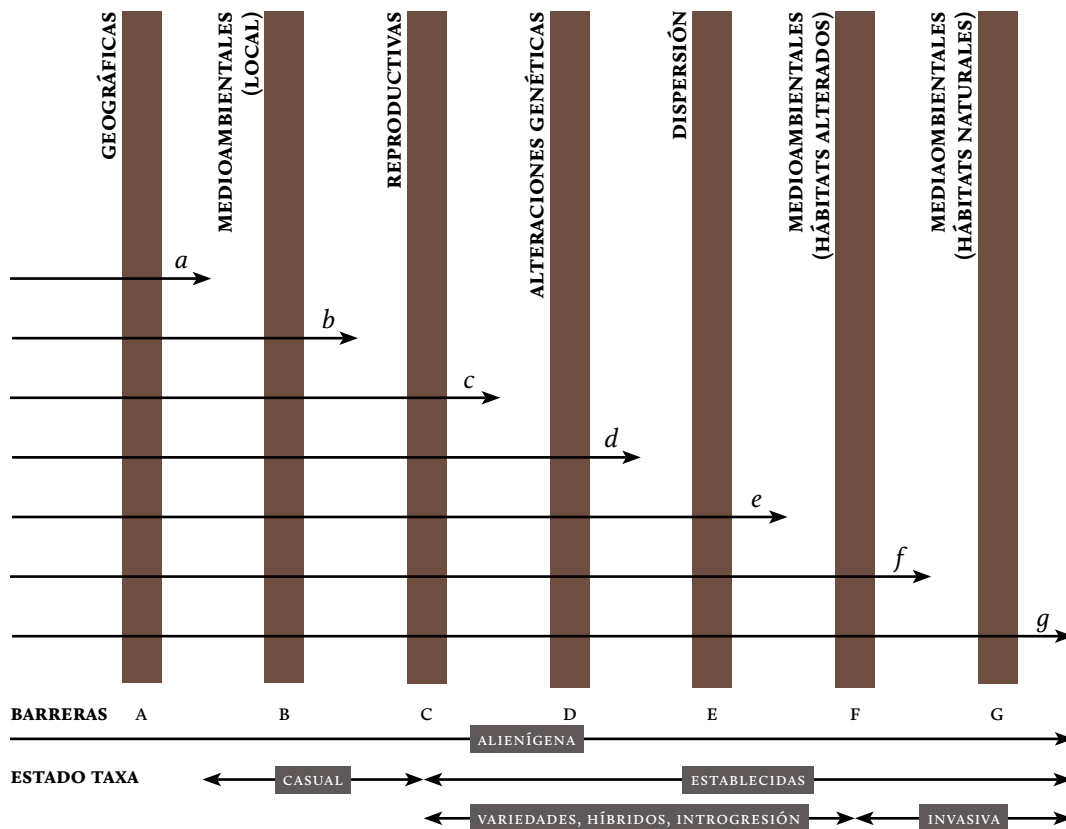
### ¿Cómo es el proceso de las invasiones biológicas y por qué es un problema?

Las especies invasoras son consideradas uno de los cinco motores de pérdidas de biodiversidad y la segunda causa de pérdida de biodiversidad, después de la destrucción de hábitat (MEA 2005, McNeely *et al.* 2001). Pese a que la dinámica de las poblaciones de muchas especies en el mundo incluyen las migraciones o movimientos a grandes distancias, la naturaleza del mismo ha sido alterada e incrementada por una suma de factores como expansión de la frontera agrícola, traducida en deforestación y fenómenos como la globalización y el cambio global que incrementan la capacidad de las especies de moverse desde y hacia sitios lejanos, rompiendo barreras geográficas.

El movimiento de especies asistido por el ser humano se puede dar de dos maneras: intencional, relacionado con intereses económicos o sociales, accidental o no intencional, que incluyen movimiento de especies sin un propósito y muchas veces sin conocimiento. Ejemplos de éstas son el ratón casero (*Mus musculus*) que arribó al país en los barcos europeos y las especies marinas que llegan en aguas de lastre.

En el proceso de invasión biológica, las especies introducidas pasan por etapas secuenciales en las que superan barreras ambientales y reproductivas. Antes de adquirir la connotación de invasoras, las especies son: (i) importadas e introducidas, cuando las especies llegan y luego de estar en cautiverio escapan o son liberadas al ambiente natural, (ii) establecidas, cuando se generan poblaciones autosostenibles, y (iii) invasoras, cuando la dispersión es amplia y rápida y generan impacto negativo a especies y poblaciones nativas (Figura 1). Durante el proceso, existen una serie de características intrínsecas de la biología de las especies que facilitan el paso de una etapa a la otra: dieta amplia, madurez sexual temprana, número de crías elevado o numerosos ciclos reproductivos. En plantas, producción de grandes cantidades de semillas, tolerancia a disturbios humanos, semillas con dormancia que genera un banco de semillas con una larga permanencia, reproducción sexual y vegetativa con una buena capacidad de rebrote, capacidad de formar núcleos de alta densidad. Sin embargo, aunque existen muchos estudios que intentan definir las características o perfil de las especies invasoras, el indicador más valioso del potencial

de invasión está en el historial de invasión de la especie en otras partes del país o del mundo. La demostración de capacidad invasiva de una especie tiende a repetirse en otras partes en la medida en que las barreras ambientales, de reproducción y de dispersión sean vencidas. Así mismo, factores externos como la ausencia de competidores o predadores, la deforestación y expansión de la frontera agrícola y el cambio en las condiciones climáticas, sumado a la presión de múltiples introducciones (presión propágulos), contribuyen a que las nuevas especies dispongan de espacios y condiciones ideales en las que pueden proliferar y dominar sobre las especies nativas.



**Figura 1.** Proceso de las invasiones biológicas (tomado de Gutiérrez 2006).

Los efectos negativos de las especies invasoras se evidencian sobre la biodiversidad nativa, la economía y la salud humana y agropecuaria. En este sentido, los impactos de las especies invasoras no sólo son un problema ambiental. Muchas de las especies, que ahora son consideradas invasoras, fueron introducidas de manera accidental en barcos (como en el caso de las ratas -*Ratus rattus*-), pegadas a los cascos de los buques (por ejemplo los mejillones zebra- *Dreissena polimorpha*-) o dentro de material para agricultura como contaminante en semillas (McNeely *et al.* 2001), ocasionando grandes pérdidas económicas y graves repercusiones en la producción de alimentos. Así, controlar los efectos negativos que tienen las especies invasoras implica la inversión de millones de dólares anuales. De igual manera, se pueden evidenciar los efectos sobre la salud pública; virus como la malaria, el dengue o el virus del Nilo, se han dispersado más fácilmente hacia nuevas áreas debido a la transformación de ecosistemas (expansión de la frontera agrícola) y rutas y vectores de dispersión que permiten que enfermedades que antes circulaban de forma benévola entre las especies silvestres, tengan nuevas formas y posibilidades de transmisión (Mathews 2005).

Finalmente, los efectos de las invasiones biológicas en términos biológicos son en muchos casos irreversibles. Se considera en términos de ecosistemas que los dos ambientes más altamente propensos son las islas y los ecosistemas alterados (Gutiérrez 2006). Así mismo los impactos relacionados con las especies se dan principalmente por desplazamiento, extinción y pérdida del acervo genético de especies nativas, ocasionados por la competencia por recursos como luz o alimento, la predación directa, la hibridación. En este sentido, algunas especies invasoras reemplazan especies nativas que son recursos tradicionales de comunidades locales, generando pérdidas culturales y sociales de difícil reversión, no sólo por la pérdida de conocimiento en términos de riqueza cultural y biológica.

Se debe resaltar adicionalmente que la preocupación del Convenio sobre Diversidad Biológica, referente a la repartición equitativa de beneficios, suele no ser atendida por los mercados de especies exóticas, que son repartidos por pequeños grupos privados; pero cuando las especies invaden y causan impactos, los perjuicios son compartidos por la población y suelen tornarse problemas del gobierno.

En este proceso de invasión de especies, uno ejemplo de los casos de mayor impacto en el país es el de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*). La especie, originaria de los Estados Unidos, ha sido introducida en más de 40 países como opción alimenticia (ISSG 2010). En Colombia, la autorización de ingreso en la década de los 80 respondió a intereses comerciales para producción en zoocria de las ancas de rana. *L. catesbeianus* utiliza como hábitat un amplio espectro de ambientes acuáticos, con preferencia de lagos, zonas ribereñas, cursos de agua y otros humedales. Sumado a esto, la rana toro tiene una gran plasticidad de adaptarse a nuevos ambientes, una dieta amplia y hábitos predatorios, además de otras características intrínsecas de la biología de especie que determinan que sea una especie reconocida globalmente como invasora agresiva. Algunos de los principales impactos reportados incluyen:

- ▶ Vector de enfermedades como la Chytridiomycosis causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, que afecta especies de anfibios nativos ocasionando la disminución de poblaciones e incluso la extinción.
- ▶ Predación de otras especies de anfibios. Su amplia dieta incluye huevos, larvas y pequeños reptiles, entre otros. En Estados Unidos ha depredado varios anfibios amenazados.
- ▶ Alteración de ecosistemas. Algunos estudios han sugerido que los renacuajos de la rana toro pueden catalogarse como ingenieros ecosistémicos debido a que alteran la biomasa donde se encuentran.

Su distribución actual en Colombia es amplia, puesto que se ha registrado en departamentos como Caldas, Cauca, Valle del Cauca, Antioquia y algunas zonas de la región Caribe (Palacios y Ruiz 1990), incluyendo áreas naturales y reservas como la laguna de Sonso (Acoña *com pers*).







Por otra parte, y como se ha descrito anteriormente, las especies introducidas invasoras afectan severamente la economía de un país, sus altos costos respecto a pérdidas en diversidad biológica, en cosechas, y a su control o manejo, son objeto de estudio por grupos como el de la Universidad de Cornell, que estimó que los efectos nocivos de las especies invasoras le significaban anualmente a EE.UU. \$ 137.000 millones de dólares americanos (Pimentel *et al.* 2000). Algunos

cálculos mundiales recientes sobre los daños causados por las especies invasoras ascienden a más de \$1,4 billones de dólares anuales (Burgiel & Muir 2010), mientras que valores cercanos a los US\$ 420.000 millones de dólares (Tabla 2), se estiman para el control o manejo de éstas. Pese a esto es importante resaltar que algunos de estas valoraciones pueden considerarse subestimados, pues se basan principalmente en pérdidas agrícolas y no considerar las pérdidas ambientales y los costos derivados de enfermedades transmitidas por vectores exóticos que son igualmente especies invasoras.

PAÍS	INVERSIÓN ANUAL
Estados Unidos de América	US\$ 137 mil millones
India	US\$ 116 mil millones
Brasil	US\$ 50 mil millones
Australia	US\$ 13 mil millones
Reino Unido	US\$ 12 mil millones
Sudáfrica	US\$ 7 mil millones
<b>TOTAL</b>	<b>US\$ 335 mil millones</b>

Fuente: Pimentel *et al.* (2000) modificado por Gutiérrez.

**Tabla 2.** Costo anual asociado al control o erradicación de las especies invasoras en algunos países.

ESPECIES	VARIABLES ECONÓMICAS (DÓLARES AMERICANOS POR AÑO)	IMPACTO ECONÓMICO (1 MONEDA = APROX. 20 MILLONES DE DÓLARES AMERICANOS)
 Ratas ( <i>Rattus rattus</i> y <i>R. norvegicus</i> )	\$19 millones de dólares americanos al año en pérdidas y daños en los Estados Unidos. (Pimentel <i>et al.</i> 2005)	1 moneda
 Cerdos ferales ( <i>Sus scrofa</i> )	\$800 millones de dólares americanos al año en pérdidas y daños en los Estados Unidos. (Pimentel <i>et al.</i> 2005)	40 monedas
 Buchón de agua ( <i>Eichornia crassipes</i> ) y otras hierbas acuáticas exóticas	\$100 millones de dólares americanos al año en costos relacionados al uso del agua en los países en desarrollo (GISP 2004b)	5 monedas
 Gusano minador de vegetales ( <i>Liriomyza sativae</i> )	\$80 millones de dólares americanos al año de pérdidas económicas en China (Li y Xie 2002)	4 monedas
 Mangosta de la India ( <i>Herpestes javanicus</i> )	\$50 millones de dólares americanos al año en daños solo en Puerto Rico y las islas de Hawai (GISP 2004b)	2.5 monedas
 Broca del Café ( <i>Hypothenemus hampei</i> )	\$300 millones de dólares americanos al año en India (GISP 2004b)	15 monedas

**Figura 2.** Costos económicos de algunas especies invasoras en el mundo (tomado de CDB 2009)

### ¿De qué forma se ha abordado el tema de las invasiones biológicas en el ámbito global, regional y nacional?

En el ámbito internacional, el Convenio de Diversidad Biológica insta a los países Parte a implementar acciones sobre las especies invasoras. De forma simultánea, en 1996 en una reunión en Noruega, que constituyó el primer esfuerzo global para evaluar el impacto de las especies invasoras, se concluyó que:

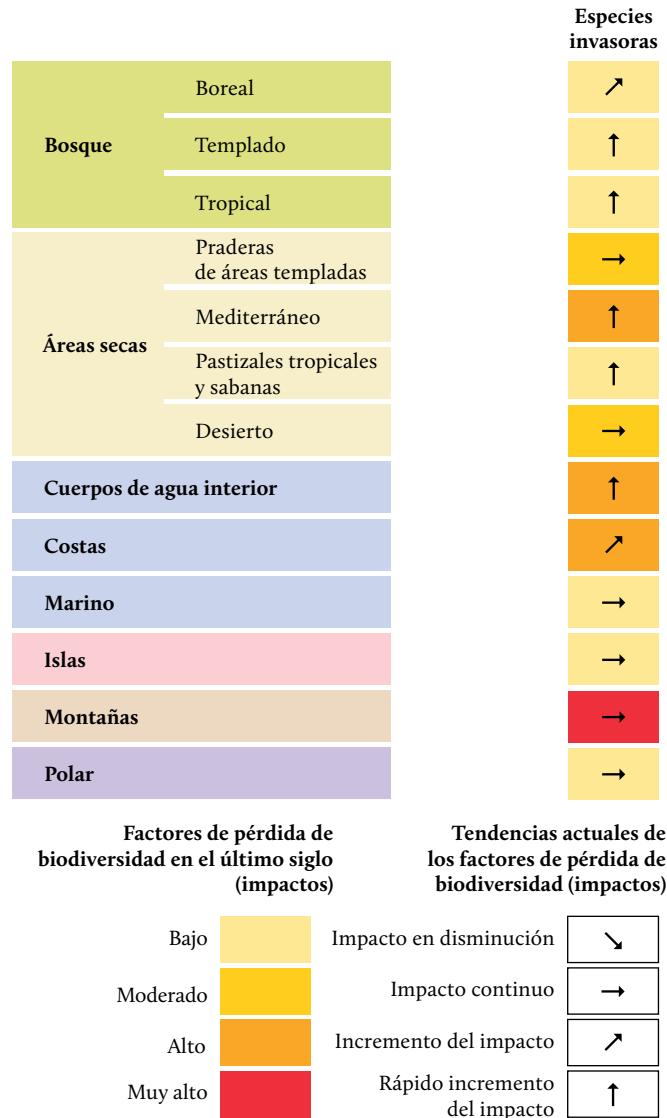
- ▶ El impacto de las especies invasoras es y continúa siendo “inmenso, insidioso, creciente e irreversible”.
- ▶ Adicional al cambio climático, las especies invasoras constituyen la amenaza más significativa contra el medio ambiente alrededor del mundo. Los países en desarrollo se verán impactados severamente, en particular los pequeños estados- islas en desarrollo (SIDS, por sus siglas en inglés).
- ▶ Se necesita urgentemente un plan y una estrategia para tratar este tema.

Como respuesta a estos requerimientos, tres organizaciones internacionales: la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (*International Union for Conservation of Nature*, IUCN), el Centro de Agricultura y Ciencias Biológicas (*Centre for Agriculture and Biosciences International*, CAB International o Cabi) y el Comité Científico para Problemas del Ambiente (*Scientific Committee for Problems of the Environment*, Scope) crearon el GISP, el cual provee apoyo a los países parte para la implementación del artículo 8h, que señala que “cada parte impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies”. En esa medida, el GISP busca contribuir al conocimiento y a la creación de conciencia acerca de la introducción de especies exóticas por medio de productos como la estrategia global de especies invasoras (McNeely *et al.* 2001).

En el mismo marco de las iniciativas y acuerdos internacionales que abordan el tema de las invasiones biológica, de acuerdo al CDB, existen otros acuerdos y lineamientos voluntarios internacionales y regionales que incluyen regulaciones sobre especies invasoras, entre estos se destacan: Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC), Convención sobre Humedales (Convención Ramsar), Convención sobre las Especies Migratorias (CMS, por sus siglas en inglés), Convención Internacional para el Control y Manejo de las aguas de Lastre y Sedimentos (GloBallašt, por sus siglas en inglés), Convención Internacional para la Protección de Plantas (IPPC, por sus siglas en inglés), y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites). Esta última específicamente trata en su resolución Conf. 13.10 (Rev. CoP 14) sobre el *Comercio de especies exóticas invasoras* y recomienda a las Partes que: **a)** tengan en cuenta los problemas de las especies invasoras al redactar leyes y reglamentos nacionales sobre el comercio de especímenes vivos de animales o plantas; **b)** consulten con la Autoridad Administrativa del país importador propuesto, siempre que sea posible y cuando proceda, al examinar las exportaciones de especies potencialmente invasoras, a fin de determinar si existen medidas internas para reglamentar esas importaciones (UNEP/CDB/SBSTTA/14/16/Rev.1).

En este mismo sentido, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) propuso los principales motores de pérdida de biodiversidad en cada tipo de bioma y su tendencia en los últimos 50 a 100 años, periodo en el que las especies invasoras tienen un papel preponderante (Figura 3).

El análisis de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM) muestra cómo las tendencias en lo referente a especies invasoras tendrán un incremento rápido en islas y ecosistemas costeros, acuáticos continentales y bosques tropicales. Estas consideraciones están basadas en la opinión de expertos sobre los motores de pérdida de biodiversidad y la evaluación de condiciones y tendencias globales.



**Figura 3.** Tendencias globales de las especies invasoras como motor de pérdida de biodiversidad. Tomado de MEA (2005). Las flechas indican las tendencias sobre los impactos, mientras que los colores presentan los efectos que las especies invasoras han tenido en el último siglo.

En el ámbito regional, en América se han realizado diversos esfuerzos para tratar el tema de las especies invasoras, algunos orientados desde el GISP. Los esfuerzos incluyen la publicación de documentos orientativos como el *Modelo para el desarrollo de una estrategia nacional para el manejo de especies exóticas invasoras* (Ziller et al. 2007) o la *Estrategia regional de biodiversidad para los países del Trópico Andino. Especies exóticas invasoras* (Ojaști 2001), así como documentos que han apoyado el desarrollo de listados y diagnósticos como la compilación de especies en 2001 de la CAN (Ojaști 2001), *Especies exóticas invasoras de Sudamérica* (Ziller et al. 2005), el *Informe sobre las especies exóticas en Venezuela* (Ojaști et al. 2001) y reportes de listados de Galápagos (Josse 2000 en Ojaști 2001b) y la publicación de *Estrategia Nacional para Especies Exóticas Invasoras* del Ministerio del Ambiente de Brasil en 2009, entre otros. Finalmente, en la región se han construido documentos y esfuerzos, que de acuerdo con Hernández (2002) incluyen el caso de México, Canadá y Estados Unidos de América por medio de la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) que ha contribuido a través de la construcción de lineamientos como las *Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras* (CCA 2009).

En Colombia, el problema de las especies invasoras comenzó a ser evidente desde 1997 con el *Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad* (Chaves y Arango 1997); sin embargo, el desarrollo del tema se ha concentrado en la producción de listados e inventarios generales, análisis de especies y casos de especies particulares (Rueda-Almonacid 1999, Alvarado y Gutiérrez 2002, Arcila y Quintero 2005, entre otros). Todas estas investigaciones se han centrado en aspectos de distribución e impacto (Tabla 3). Pese a esto, en el país no existían lineamientos nacionales hasta la construcción en 2008 del *Plan Nacional para la Prevención, Manejo y Control de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras en Colombia* (MAVDT en prensa); este instrumento se establece como el primer esfuerzo coordinado de país y constituye un elemento de apoyo para la toma de decisiones sobre el tema de las invasiones biológicas.

**Tabla 3.** Información sobre investigación en especies introducidas, trasplantadas e invasoras de Colombia (modificado del *Plan Nacional para la Prevención, Manejo y Control de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras en Colombia*, -MAVDT en prensa-)

TÍTULO	AUTOR Y AÑO
Impact of <i>Paratrechina fulva</i> on other ant species. Pp.121-132. In: Williams D.F. (ed). 1994. Exotic ants biology, impact and control of introduced species. Westview Press. USA.	Zenner-Polanía (1994)
*Especies hidrobiológicas continentales introducidas y trasplantadas y su distribución en Colombia, Capítulo en <i>Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997</i> .	Chaves y Arango (1997)
*Evaluación preliminar sobre la situación actual de las poblaciones adventicias de rana toro <i>Rana catesbeiana</i> , en el Valle del Cauca.	Rueda-Almonacid (1997)
*Hábitos alimenticios de la rana toro ( <i>Rana catesbeiana</i> ) Anura: Ranidae, en el Valle del Cauca, Colombia.	Daza y Castro (1999)
*Situación actual y problemática generada por la introducción de rana toro a Colombia.	Rueda-Almonacid (1999)
*Informe preliminar sobre especies invasoras en Colombia en 2001. En: S.R. Ziller, JK Reaser, L.E. Neville & K. Brandt (eds). 2005. "Invasive Alien in South America" (Especies alienígenas invasoras en Sudamérica) "National Reports & Directory of Resources" (informes nacionales y directorio de recursos). "Global Invasive Species Programme, Cape Town South Africa". (Programa Global de Especies Invasoras, Ciudad del Cabo, Sudáfrica).	Gast et al. (2001)
<i>Digitonthophagus gazella</i> : perspectivas para el análisis del estado actual de su migración y colonización. En: Memorias V Reunión Latinoamericana de Escarabaeoloidología. Marzo 3-9 de 2001. Quito, Ecuador.	Noriega (2001)
Especies hidrobiológicas continentales, introducidas y trasplantadas y su distribución en Colombia.	Alvarado y Gutiérrez (2002)
Determinación de la estructura poblacional de <i>Oreochromis niloticus</i> , L.1758 (Pisces:Cichlidae), en la cuenca hidrográfica del río Sinú-Colombia. 16p.	Castiblanco, Gutiérrez y Jaramillo (2003)
*Impacto e historia de la introducción de la hormiga loca ( <i>Paratrechina fulva</i> ) a Colombia.	Arcila y Quintero (2005)
Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el distrito capital. Complejo invasor retamo espinoso ( <i>Ulex europaeus</i> L.), retamo liso ( <i>Teline monspessulana</i> (L) C. Koch.). Jardín Botánico José Celestino Mutis. Subdirección Científica, Grupo de Ecología de la Restauración.	Ríos -Alzate (2005)
*Desarrollo de un estudio acerca de las especies exóticas e invasoras más comercializadas en los viveros registrados ubicados en la sabana Bogotá y los municipios que comprenden la vía a Ibagué (Tolima), estableciendo origen y procedencias más frecuentes.	Olaya (2005)
*"Invasive Alien Species in South America" (Especies alienígenas invasoras en Sudamérica): "National Directory of Resources" (informes nacionales & directorio de recursos). Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa, (Programa Global de Especies Invasoras, Ciudad del Cabo, Sudáfrica). 114p.	Ziller, Reaser, Neville & Brandt (eds) (2005)
Primer registro continental de <i>Digitonthophagus gazella</i> (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia: modelación de áreas susceptibles de colonización. En: Memorias xxxii Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Ibagué, Colombia.	Noriega, Solís, García, Ospina y Pérez (2005)
<i>Procambarus</i> (Scapulicambarus) <i>clarkii</i> (Girard, 1852), (Crustacea:Decapoda:Cambaridae). Una langostilla no nativa en Colombia.	Campos (2005)
*Plan de manejo de la trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> y <i>Salmo trutta</i> ) en el Parque Nacional Chingaza: lineamientos para el manejo de la especie exótica invasora.	Diavenera (2006)

TÍTULO	AUTOR Y AÑO
Determinación de la capacidad de invasión de <i>Acacia decurrens</i> Willd, a partir de características reproductivas de la especie en la cuenca de la laguna de Suesca (Cundinamarca, Colombia).	Londoño- Stipanovic (2007)
Caracterización horizontal y vertical de los bancos de semillas germinables de <i>Ulex europaeus</i> L. (Fabaceae) en parches de diferentes tamaños (embalse de Chisacá, localidad de Usme, Bogotá, D. C.).	Zabaleta (2007)
Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados en Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. Rev. Acad. Colomb. Cienc.: volumen xxxi, número 121.	Álvarez-León & Gutiérrez-Bonilla (2007)
Nile Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> , Linnaeus, 1758) in the Ciénaga Grande de Santa Marta and Pajarales Lagoon Complex, Effects on Natural Ecosystems and Human Communities.	Gil <i>et al.</i> (en prep.)
Categorización de especies introducidas en la Amazonia colombiana con antecedentes de invasión. Trabajo de grado para optar al título de ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.	Cárdenas (2009)
Guía de las especies introducidas marino-costeras de Colombia. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales No. 15 y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 128 p.	Gracia ( <i>en prensa</i> )

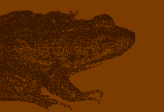
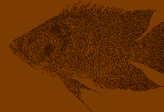
### ¿Qué son y para qué sirven las metodologías para evaluación de análisis de riesgo de especies introducidas?

Una evaluación de análisis de riesgo es una herramienta que permite tomar decisiones sobre las acciones relacionadas con el tema de introducción de especies y evalúa el potencial de establecimiento, impacto y capacidad de control que una especie introducida puede causar sobre la biodiversidad, la economía, la cultura o la salud humana. Este tipo de herramientas define principalmente la identificación de la probabilidad de que la especie se vuelva invasora, la determinación del potencial de impacto que estas pueden tener si se vuelven invasoras y la viabilidad de control y erradicación (Ziller *et al.* 2005, Wilgena *et al.* 2008).

La evaluación de las especies a través de las herramientas disponibles incluye un determinado grado de incertidumbre científica que debe ser tomado en cuenta. En este sentido, el CDB resalta básicamente dos criterios fundamentales en el análisis de una especie introducida.

En primer lugar, el **principio de precaución**, que indica que la incertidumbre científica de los riesgos asociados con la introducción de especies exóticas no debería ser motivo para no adoptar medidas preventivas contra la introducción de especies exóticas, posiblemente invasoras, o aplazarlas medidas de erradicación y control (Unep 1999). Wittenberg y Cočk (2001) definen el principio de precaución como el fundamento que brinda las bases para utilizar herramientas de análisis de riesgo como cimiento de la toma de decisiones acerca de las introducciones, actividades y estrategias de control.

Siguiendo la pauta del principio precautorio, se debe evitar la presunción de inocencia, es decir, se ha de considerar que todos los candidatos a una introducción son potencialmente invasores, hasta que se reúna la información pertinente sobre la base de procesos de análisis de riesgos con bases científicas, que permitan demostrar lo contrario, es decir, que la especie en cuestión no presente un riesgo de resultar invasora. Algunas especies, pese a que presenten algún riesgo de invasión, son manejables puesto que pueden ser contenidas y pueden ser empleadas bajo condiciones restrictivas. Contrario a lo anterior, otras tienen mecanismos de dispersión por animales u otras formas imposibles de controlar, de manera que sus escapes son casi garantizados. Éste es el caso



*Ensete ventricosum*  
Dairon Cárdenas



de las especies acuáticas que resultan de riesgo alto, pues su control es prácticamente imposible.

En segundo lugar, la **prevención de introducción**, intencional o accidental de especies invasoras, medida que resulta más viable y costoefectiva que el control de invasoras ya establecidas. Si, a pesar de todo, la especie ha logrado entrar, se debe hacer lo posible para erradicar el brote puntual de inmediato, antes que logre colonizar extensiones mayores (Ojasti 2001). Este principio se basa en que las especies que se han naturalizado no son dañinas en apariencia y solamente cuando expresan su condición de invasoras generan daños ambientales, económicos y sociales de

inmensas dimensiones; en esa medida, las decisiones siempre deben contemplar la precaución de sus efectos. Es así que si una especie ha sido reportada como invasora en algún lugar, debe ser vista como posible invasora en cualquier territorio diferente de su lugar de origen.

Así, los procesos de análisis de riesgo tienen un papel fundamental en la evaluación de cuestiones medioambientales, relativas a las especies introducidas y son el centro de la formulación de las políticas sobre introducción de especies. Su uso proporciona la justificación y el apoyo que necesitan las acciones que han de llevarse a cabo, con lo cual se asegura que los recursos se empleen en evitar mayores riesgos e impedir que se tomen decisiones precipitadas “a medida que el problema va surgiendo”. Otro propósito de los análisis de riesgo es el aporte a la detección temprana de especies que tienen probabilidad de establecerse en un nuevo territorio. Por ello, se definen como la primera línea estratégica para la implementación de acciones de detección temprana y respuesta rápida, evitando las consecuencias que se deriven de estas especies.

Simons y De Poorter (2008) concluyen que las mejores evaluaciones de riesgo son aquellas que contienen una base científica, son transparentes, comparables y repetibles, están basados en datos confiables, se llevan a cabo empleando la mejor información disponible y se consideran explícitamente la incertidumbre dentro del proceso.

Con base en lo anterior, a partir del uso de los análisis de riesgo se puede definir si se permite la entrada o no de una especie exótica nueva o la base para la definición de categorías a especies foráneas conocidas como invasoras o con potencial de invasión, que ya se encuentran en el país, con el fin de priorizar acciones de control y manejo (Winterberg y Cočk 2001).

Se debe entender que los análisis deben presentar una estimación razonable del riesgo general, además de comunicar con eficacia el grado relativo de certidumbre que conllevan y, si procede, ofrecer recomendaciones sobre medidas de mitigación para reducir el riesgo.

Conviene tener precaución para asegurar que el proceso explique con claridad las incertidumbres inherentes al proceso, así como para evitar la planeación y ejecución de un proceso que arroje un resultado predeterminado. Las evaluaciones cuantitativas de riesgos permiten obtener una valiosa comprensión; sin embargo, nunca logran incluir todas las variables. Ya sean cuantitativas o cualitativas, las evaluaciones de riesgos siempre se deben matizar con una cuidadosa opinión profesional. Los objetivos que no se pueden alcanzar con una evaluación de riesgos son:

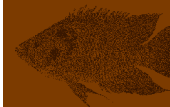
1. Determinar el nivel de riesgo aceptable. ¿Qué riesgo, o qué nivel de riesgo, es aceptable? depende de la manera en que una persona, una entidad o un país percibe ese riesgo. Los niveles de riesgo son juicios de valor que se caracterizan por variables que van más allá de la evaluación sistemática de la información. Conforme a la legislación internacional vigente, cada país tiene derecho a establecer su nivel de riesgo aceptable, siempre que mantenga un grado de coherencia en sus decisiones en materia de riesgos.
2. Determinar con precisión si se establecerá un organismo introducido, así como cuándo o cómo. Tampoco es posible determinar qué efectos específicos tendrá un organismo introducido. A lo sumo, se pueden calcular las probabilidades de que un organismo llegue a introducirse y su potencial para causar daños en condiciones ambientales y de hospedaje favorables.

La capacidad de un organismo introducido para establecerse tiene que ver con una combinación de características intrínsecas de éste, como del entorno en el que se está introduciendo. La interacción entre el organismo y el ambiente receptor determina en gran medida si fracasará o tendrá éxito en su invasión, establecimiento o propagación. Estos factores no necesariamente pueden predecirse por medio de afirmaciones generales basadas tan sólo en la biología del organismo. Además, aunque se disponga de amplia información sobre un organismo exótico, muchos investigadores -y la realidad misma- consideran que las dinámicas ecológicas son tan turbulentas y caóticas que no es posible predecir con precisión los sucesos ecológicos futuros (CCA 2009).

## Bibliografía

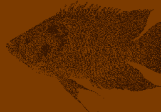
- ▶ Alvarado Forero H. y Gutiérrez F. P. 2002. Especies hidrobiológicas continentales introducidas y trasplantadas y su distribución en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Unión Gráfica Ltda. 170p.
- ▶ Álvarez- León R. y Gutiérrez F. P. 2007. Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y trasplantados en Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. Rev. Acad. Col. Cienc. Exac. Fis. Nat., 31 (121): 557-574.
- ▶ Arcila A. y Quintero M.P. 2005. Informe final contrato de prestación de servicios No. 136. Impacto e historia de la introducción de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) en Colombia. 91p.
- ▶ Bomford M. 2008. Risk assessment models for establishment of exotic vertebrates in Australia and New Zealand. Invasive Animals Cooperative Research Centre, Canberra.
- ▶ Burgiel, S.W. & Muir A.A.. 2010. Invasive Species, Climate Change and Ecosystem- Based Adaptation: Addressing Multiple Drivers of Global Change. Global Invasive Species Programme (GISP), Washington, DC, US, and Nairobi, Kenya. 56p.
- ▶ Campos M. 2005. *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii* (Girard, 1852), (Crustacea: Decapoda: Cambaridae). Una langostilla no nativa en Colombia. (Zoología). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 29 (111): 295-302, 2005.
- ▶ Cárdenas J. 2009. Categorización de especies introducidas en la Amazonia colombiana con antecedentes de invasión. Trabajo de grado para optar el título de ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. 84p.
- ▶ Castiblanco J., Gutiérrez F. P. y Jaramillo C. 2003. Determinación de la estructura poblacional de *Oreochromis niloticus*, L. 1758 (pises: Cichlidae), en la cuenca hidrográfica del río Sinú, Colombia. 16 p.
- ▶ CCA, Comisión para la Cooperación Ambiental. 2009. Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras. Casos de prueba para el pez cabeza de serpiente (Channidae) y el pleco (Loricariidae) en aguas continentales de América del Norte. Montreal (Quebec) Canadá. 98p. ISBN: 978-2-923358-61-1.

- ▶ CDB, Convenio de Diversidad Biológica. 2009. Especies exóticas invasivas. Una amenaza a la diversidad biológica. Día Internacional de la Diversidad Biológica. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 27p. Booklet.
- ▶ CDB, Convenio de Diversidad Biológica. CDB. UNEP/CDB/SBSTTA/14/16/Rev.1. 2010. Labor más a fondo sobre lagunas e incongruencias en el marco normativo internacional sobre especies exóticas invasoras, especialmente las introducidas como mascotas, especies de acuarios y terrarios, y como carnada viva y alimento vivo, y prácticas óptimas para abordar los riesgos relacionados con su introducción. Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico. Decimo cuarta reunión. Nairobi, 10-21 de mayo de 2010.
- ▶ Chaves M. E. y Arango N. 1998. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad – Colombia. Tomo I. Causas de pérdida de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Pnuma, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- ▶ Chaves, M.E. y Santamaría, M. (eds). 2006. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998 – 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 2 Tomos.
- ▶ Daza J. D. y Castro F. 1999. Hábitos alimenticios de la rana toro (*Rana catesbeiana*) Anura: Ranidae en el Valle del Cauca, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales. Vol 23. pp. 265-274.
- ▶ Diavanera A. 2006. Plan de manejo de la trucha (*Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*) en el Parque Nacional Chingaza: lineamientos para el manejo de la especie exótica invasora. Beca de financiamiento de especies focales. Instituto Alexander von Humboldt.
- ▶ Gracia A., Medellín-Mora J., Gil-Agudelo D.L. y Puentes V. (eds.). En prensa. Guía de las especies introducidas marino-costeras de Colombia. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales No. 15 y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 128 p.
- ▶ Gutiérrez F. de P. 2010. Las invasiones biológicas y el cambio climático. Universidad Jorge Tadeo Lozano P. 109- 122. Revista La Tadeo. Calentamiento global. Más ciencia mejores políticas.
- ▶ Gutiérrez F. P. 2006b. Estado de conocimiento de especies invasoras: propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 156p.
- ▶ Gutiérrez F.P. 2006a. Causas directas de pérdida de biodiversidad. D. Especies invasoras. Tomo I. 194-198p. En: Chaves, M.E. y Santamaría, M. (eds). 2006. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998 – 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 2 tomos.
- ▶ Hernández, G. 2002. Invasores en Mesoamérica y el Caribe. Invasives in Mesoamerica and the Caribbean. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. UICN. San José, Costa Rica.
- ▶ Ideam, Igac, IAvH, Invemar, I. SINCHI e IIAF. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá, D.C., 276 p. +37 hojas cartográficas.
- ▶ ISSG, Invasive Species Specialist Group. Base de datos global sobre especies invasoras. Grupo de especialistas de especies invasoras UICN. URL: <http://www.issg.org/database/welcome/>
- ▶ Ley 165 de 1994. Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.



- ▶ Londoño- Stipanovic F. 2007. Determinación de la capacidad de invasión de *Acacia decurrens* Willd, a partir de características reproductivas de la especie en la cuenca de la laguna de Suesca (Cundinamarca, Colombia). Trabajo de grado para optar al título de ecólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- ▶ Lowe S., Browne M., Boudjelas S. y De Poorter M. 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una Selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo de Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo de especialista de la Comisión Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición en inglés publicada junto con el número 12 de la revista Aliens. Diciembre 2000. Versión traducida y actualizada. 2004.
- ▶ Mathews S. y Brand k. 2004. Africa Invaded. The Growing Danger of Invasive Alien Species. Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP). 80p.
- ▶ Mathews S. 2005. Sudamérica Invadida. Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP). El creciente peligro de las especies exóticas invasoras. 80p.
- ▶ MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. En prensa. Plan Nacional para la Prevención, Manejo y Control de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras en Colombia.
- ▶ McNeely J.A., Money H.A., Neville L.E., Scchei P. y Waage J.K. (Eds). 2001. A Global strategy on invasive alien species. UICN Gland, Switzerland, and Cambrigde, UK., in collaboration with the Global Invasive Species Programme.
- ▶ MEA, Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being. Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington D.C. 100p.
- ▶ Noriega J.A. 2001. *Digitonthophagus gazella*: Perspectivas para el análisis del estado actual de su migración y colonización. En Memorias V Reunión Latinoamericana de Escarabaeo-loidología. Marzo 3-9 de 2001. Quito, Ecuador.
- ▶ Noriega J.A., Solís C., García H.G., Ospina D.A. y Pérez L.G. 2005. Primer registro continental de *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia: modelación de áreas susceptibles de colonización. En: Memorias xxxii Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Ibagué, Colombia.
- ▶ Ojasti J. 2001a. Estrategia Regional de Biodiversidad para los países del Trópico Andino. Especies exóticas invasoras. Convenio de cooperación CAN-BID. Caracas, Venezuela. 64p.
- ▶ Ojasti J. 2001b. Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. Estudio nacional. Comunidad Andina de Naciones (CAN).223p.
- ▶ Ojasti J., González Jiménez E, Szeplaki L.B. (Eds). 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Ministerio del Amiente y de los Recursos Naturales. Oficina Nacional de Biodiversidad Biológica. Caracas- Venezuela.
- ▶ Olaya A. 2005. Desarrollo de un estudio acerca de las especies exóticas e invasoras más comercializadas en los viveros registrados ubicados en la sabana Bogotá y los municipios que comprenden la vía a Ibagué (Tolima), estableciendo origen y procedencias más frecuentes. Informe final contrato de prestación de servicios 154. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 95p.
- ▶ Olden J.D. & Poff N.L. 2003 Toward a Mechanistic Understanding and Prediction of Biotic Homogenization. Vol. 162. No. 4 pp. 442-460. The American Naturalist.

- ▶ Palacios I.D. & Ruiz N. R. 1990. Algunos aspectos biológicos y factibilidad de producción de *Rana palmipes* (SPIX 1824 ), en zocriaderos. Universidad de La Salle Facultad de zootecnia .Tesis de grado.
- ▶ Parker C., Caton B. P. & Fowler L. 2007. Ranking nonindigenous weed species by their potential to invade the United States. *Weed Science* 2055:386–397.
- ▶ Randall J, Morse L, Benton N, Hiebert R, Lu S. & Killeffer T. 2008. The Invasive Species Assessment Protocol: A Tool for Creating Regional and National Lists of Invasive Nonnative Plants that negatively Impact Biodiversity *Invasive Plant Science and Management*, 1:36–49.
- ▶ Pimentel, D., Lach, L. Zúñiga, R. & Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs of non indigenous species in the United States. *Bioscience* 50: 53-65.
- ▶ Randall R.P. 2000. “Which are my worst weeds?” A simple ranking system for prioritizing weeds. *Plant Protection Quarterly*. 15 (3) 109-115.
- ▶ Ríos Alzate H.F. 2005. Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el distrito capital. Complejo invasor retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) – retamo liso (*Teline monspessulana* (L) C. Koch.) Jardín Botánico José Celestino Mutis. Subdirección Científica, Grupo de Ecología de la Restauración. 155pp.
- ▶ Rueda-Almonacid 1997. Evaluación preliminar sobre la situación actual de las poblaciones adventicias de “rana toro”, *Rana catesbeiana* en el Valle del Cauca. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. 62 p.
- ▶ Rueda-Almonacid J.V. 1999. Situación actual y problemática generada por la introducción de “rana toro” a Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 23 (Suplemento Especial): 367-393.
- ▶ Simons S. & De Poorter 2008. Best Practices in Pre-Import Risk Screening for Species of Live Animals in International Trade. *Proceedings of an Expert Workshop on Preventing Biological Invasions*. University of Notre Dame, Indiana, USA, 9-11
- ▶ UICN, Unión Mundial para la Naturaleza, 1999. Recomendaciones. Especies Invasoras Exóticas. Cuarta Reunión del Organo Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (Montreal, Canadá, del 21 al 25 de junio de 1999)
- ▶ Valéry L., Fritz H., Lefeuvre J-C. & Simberloff D. 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Volume 10, Number 8 / diciembre de 2008*. pp. 1573-1464.
- ▶ Wilgena N. J. van, Richardson D. M. & Baard Ernst H.W. 2008. Alien reptiles and amphibians in South Africa: Towards a pragmatic management strategy. *South African Journal of Science* 104, January/February 2008
- ▶ Williams D. F. (ed). 1994. *Exotic ants biology, impact and control of introduced species*. West-view Press. USA.
- ▶ Wittenberg R. y Cock M.J.W. (eds). 2001. *Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, xvii- 228.
- ▶ Zabaleta A. 2005. Expresión *in situ* del banco de semillas germinable de *Ulex europaeus* y su relación con la estructura de los parches (Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca).



- ▶ Zalba S.M. y Ziller S.R. 13N. Iabin - 13N. Red Interamericana de Información sobre Especies Invasoras. [versión 1.0, enero de 2008].
- ▶ Ziller S. R., Reaser J. K., Neville L. E. & Brandt K. (eds). 2005. "Invasive alien species in South America" (Especies exóticas invasoras en Sudamérica): "national directory of resources" (informes nacionales & directorio de recursos). Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa, (Programa Global de Especies Invasoras, ciudad del Cabo, Sur Africa). 114p.
- ▶ Ziller S. R., Zalba S. M. y Zenni R. D. 2007. Modelo para el desarrollo de una estrategia nacional para el manejo de especies exóticas invasoras. Programa de especies exóticas invasoras para Suramérica, The Nature Conservancy, Programa Global de Especies Invasoras (GISP).

# CAPÍTULO II

## ESTÁNDARES TÉCNICOS DE LAS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE RIESGO Y CONSIDERACIONES GENERALES



*Macrobrachium rosebergii*  
■ Oscar Lasso-Alcalá



*Litobathes catesbeianus*  
■ Andrés Rymel Acosta



*Ipomoea purpurea*  
■ Dairon Cárdenas



*Pterois volitans*  
■ Oscar Lasso-Alcalá



*Thunbergia alata*  
■ Francisco Nieto - UPA (IAvH)



## Estándares

Las metodologías para evaluar el riesgo en la introducción de especies son ejercicios de análisis diseñados para afrontar las particularidades de cada grupo taxonómico (capítulos III, IV y V). Pese a esto, en el presente ejercicio se identificaron y definieron criterios y puntos comunes que debían tener las metodologías, que se acordaron como estándares para todos los análisis. Estos estándares están agrupados en tres categorías que se describen a continuación, ejercicio que se complementa con la propuesta de un modelo de categorización de especies invasoras.

## Secciones de las metodologías de análisis de riesgo

Las revisiones sobre las diversas herramientas para los análisis de riesgo concuerdan en que estas deben incluir como mínimo tres grandes secciones o componentes clave:

- ▶ Riesgo de establecimiento
- ▶ Riesgo o capacidad de impacto
- ▶ Capacidad de manejo o control

Estos componentes se basan en variables clave que han probado tener un relativo valor predictivo, tales como **(i)** la coincidencia o ajuste climático que se refiere a las condiciones para establecimiento de una especie, **(ii)** los antecedentes de invasión (historia de introducción, establecimiento en otros países), **(iii)** la presión de propágulos que se refiere a la medida del esfuerzo de introducción o, bajo la visión de la precaución, el potencial interés en la diseminación de la especie (número de eventos de liberación o números de organismos liberados) y **(iv)** los impactos conocidos en otros países, el potencial depredador o de competencia, las características tróficas, el potencial de transmisión de enfermedades y el potencial de hibridización, entre otros (I3N , Bomford 2008).

Las herramientas para análisis de riesgo de flora, organismos acuáticos marinos y continentales y vertebrados terrestres aquí presentadas toman como estándar mínimo estas tres secciones y definen las particularidades para cada uno de estos grupos.

## Consideraciones sobre ajuste climático

La similitud climática es un elemento importante al momento de evaluar el riesgo de invasión. Se define por el grado de semejanza climática entre el área de origen de la especie, las áreas donde ya ha sido introducida o las áreas donde se pretende introducir o se considera que, después de introducida, puede llegar a cualquier tipo climático dentro del país. Existen diversas formas de analizar y ajustar este criterio en una evaluación de riesgo de establecimiento e invasión, desde complejos desarrollos de modelos cuantitativos que incluyen análisis de modelación de especies (Bomford 2008), hasta métodos de cuestionarios simplificados (Baker *et al.* 2007). Sin embargo, hasta el momento, en Latinoamérica no existían ejercicios aplicados en este tema, razón por la cual para el presente trabajo se adoptó como estándar para las metodologías de plantas y espe-

cies de vertebrados terrestres, el modelo de ajuste climático. Este modelo es parte de la herramienta de análisis de riesgo del ejercicio realizado por la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (Iabin) y su Red de Información sobre Especies Invasoras I3N (Zalba *et al.* 2007). A continuación se presentan los estándares relativos al ajuste climático.

El modelo de ajuste climático empleado (Zalba *et al.* 2007) parte de una figura que representa la clasificación mundial de climas de acuerdo con el esquema de Köppen-Geiger<sup>1</sup>(Figura 4), que incluye tres niveles de clasificación con las siguientes categorías:

**A- Clima Ecuatorial Húmedo**

- Sin estación seca (Af)
- Con estación seca corta (Am)
- Con invierno seco (Aw)

**B- Clima Seco**

- Semiárido (BS)
- Árido (BW)

} Frío (h) o cálido (k)

**C- Clima Templado Húmedo**

- Sin estación seca (Cf)
- Con invierno seco (Cw)
- Con verano seco (Cs)

} Con verano cálido (a),  
Con verano frío (b),  
Con verano corto y frío (c),  
Con invierno muy frío (d)

**D- Clima Frío Húmedo**

- Sin estación seca (Df)
- Con invierno seco (Dw)

**E- Clima Frío Polar (E)**

**F- Clima de Montaña (H)**

Para completar la información correspondiente al grado de coincidencia climática entre el área de origen de la especie evaluada y el lugar donde será introducida, se procede de la siguiente manera:

1. Detectar en el mapa la región de origen de la especie si es una especie incluida en alguna de las bases de datos de I3N (<http://i3n.iabin.net>). En particular en la base de datos de Colombia (<http://ef.humboldt.org.co>) se puede encontrar esta información en el campo “Características generales, Distribución de origen”. Es muy importante que más allá de verificar el tipo climático de la región de origen de la especie se deben revisar los tipos climáticos en donde la especie ha sido

<sup>1</sup> Tomada de [http://www3.shastacollege.edu/dscollon/images/Maps-Images/world\\_climate\\_map.jpg](http://www3.shastacollege.edu/dscollon/images/Maps-Images/world_climate_map.jpg)





citada (áreas o regiones) como invasora o establecida. Por tanto, es necesario ubicar estas áreas en el mapa y determinar a qué tipo climático corresponden.

2. Observar los tipos climáticos correspondientes al área donde la especie será introducida y al resto del territorio nacional, considerando que, una vez introducida la especie, el control de su expansión espontánea o antrópica dentro del país se vuelve muy difícil de ejercer.
3. Asignar un nivel de coincidencia entre el tipo climático del área nativa o de origen y el área donde la especie registra antecedentes de invasión con el tipo climático de su país o región donde se espera introducir. Los valores de coincidencia dependen del nivel de desagregación de cada tipo climático. En el caso de los climas E (Frío Polar) y H (de Altura), con un sólo nivel de clasificación, la coincidencia se registra siempre como “Muy Alta”. Para el clima Ecuatorial Húmedo que presenta dos niveles de detalle, la coincidencia será “Alta” si los ambientes de origen y de destino coinciden sólo a nivel de tipo climático principal, es decir, cuando se trate de distintas variantes de clima Ecuatorial Húmedo y “Muy Alta” si las áreas coinciden también a nivel de subcategoría (por ejemplo ambas son del tipo Ecuatorial Húmedo sin estación seca).

Para el resto de los tipos climáticos que incluyen tres niveles de clasificación (climas Seco, Templado Húmedo y Frío Húmedo), la coincidencia será “Muy Alta” para los que coincidan en el tercer nivel de clasificación (por ejemplo dos áreas templadas húmedas, sin estación seca y con verano cálido), “Alta” para los que correspondan a iguales clases en la segunda categoría pero difieran en la tercera (por ejemplo dos áreas templado húmedas, sin estación seca, una de ellas con verano cálido y la otra con invierno muy frío) y “Moderada” si sólo coinciden a nivel del tipo climático principal (por ejemplo dos lugares de clima Frío Húmedo, uno de ellos sin estación seca y el otro con invierno seco). Finalmente, la coincidencia climática será considerada “Nula” cuando las regiones correspondan a diferentes tipos climáticos principales (por ejemplo una especie proveniente de un clima Tropical Húmedo que será introducida en una región con clima de Altura).

En el caso de los análisis de riesgo de las especies introducidas continentales terrestres (flora y vertebrados) que ya se encuentran establecidas en Colombia, se utilizó una coincidencia de “Alta”, ya que son especies que han comprobado su afinidad y se han visto favorecidas por las condiciones climáticas del país.

Por otra parte, en lo referente al ámbito acuático (aguas continentales, salobres o marinas) no existe un modelo propuesto, ni probado. Por tanto, es pertinente revisar a fondo los extremos de tolerancia climática de la especie a introducir en su ambiente original para, de esta manera, predecir los límites que pueda alcanzar la especie en la nueva área y su potencialidad para establecerse o convertirse en invasora.

Sin embargo, muchas especies, especialmente las acuáticas, están restringidas no necesariamente por cuestiones climáticas sino por su capacidad de dispersión, por barreras geográficas, por competencia o por factores aleatorios, en donde la historia natural de la especie debe ser juiciosamente analizada. Es de anotar que en la actualidad, asistimos a escenarios de cambios

climáticos, con consecuencias negativas para todos los ambientes por dificultad de adaptación de las especies y posible necesidad de migración a áreas donde puedan estar adaptadas a los niveles de temperatura. Asimismo, el ascenso de los niveles de agua en los mares y el aumento de temperatura están desfavoreciendo o favoreciendo especies y generado cambios en su distribución, en respuesta a las variaciones climáticas. Además, de que se aprecia una expansión hacia los polos de las especies de aguas más cálidas y una contracción alrededor de los polos de las especies de aguas más frías.

En términos de las poblaciones acuáticas, ya sean marinas o continentales, las especies son más vulnerables a cambios bruscos o permanentes de temperatura, a diferencia de las especies continentales terrestres. Cualquier cambio en la temperatura del hábitat de ecosistemas acuáticos influye notablemente en el metabolismo de los organismos acuáticos, afectando la tasa de crecimiento, la productividad, la reproducción estacional y la vulnerabilidad a enfermedades y toxinas. Por ello, los cambios climáticos globales han afectado no sólo la temperatura de los océanos, sino también la acidez del agua (Hoegh-Guldberg *et al.* 2007), con lo cual se hace muy difícil generar un ajuste climático para los ambientes acuáticos. Adicionalmente, se están produciendo cambios en la salinidad de los océanos y los mares se están volviendo más ácidos, con probables consecuencias negativas para muchos arrecifes de coral y organismos relacionados con el calcio.

Con estos planteamientos, es evidente la dificultad de acogerse a un esquema predeterminado que establezca un diagrama de ajuste climático a aplicar para los ambientes acuáticos.

### Niveles de riesgo e incertidumbre de especies introducidas

Como resultado de los análisis de riesgo se obtienen niveles que permiten catalogar las especies de acuerdo con el riesgo de invasión que representan para los ecosistemas y las especies nativas. En este sentido, se proponen tres niveles de riesgo para especies introducidas en el país, así:

- ▶ **Bajo o muy bajo**
- ▶ **Moderado**
- ▶ **Alto**

Cada nivel de riesgo se obtiene con base en las características disponibles de la similitud climática, historia natural, biología y ecología de la especie, antecedentes de invasión e impacto en otros países, así como la factibilidad de control. Aquellas especies clasificadas con un nivel alto de riesgo alto, serán consideradas como **especies invasoras**, pese a que al momento del análisis no haya expresión de invasión en el país, ya que el análisis se refiere a la capacidad de una especie de establecerse e invadir.

De la misma forma, para los casos en que no haya información suficiente o disponible, o cuando el resultado del análisis no es claro, se presenta la opción de “**requiere mayor análisis**” que clasifica las especies involucradas en un nivel entre moderado y alto. En este rango, hay que buscar más datos para completar el análisis de riesgo y por lo tanto no se puede tomar ninguna decisión sobre la introducción hasta que no se defina y se obtenga un resultado en cualquiera de los niveles, alto, moderado o bajo, reduciendo la incertidumbre.

Pese a que todas las metodologías incluyen estos tres niveles y la posibilidad de requerir mayor evaluación, cabe destacar que teniendo en cuenta las diferencias y particularidades de cada

grupo biológico, las metodologías internamente definen los rangos para los cuales califican las especies (ver capítulos III, IV y V).

Como una parte integral de los análisis de riesgo, es importante mencionar que la capacidad de establecimiento de un organismo tiene que ver con una combinación de características propias, tanto de la especie como de las condiciones de su entorno. Sin embargo, la predicción del proceso de establecimiento está influenciada por variaciones de las dinámicas poblacionales, el efecto antrópico y las variaciones climáticas, generando predicciones imprecisas y dificultad en la toma de decisiones. Pese a esto, cabe resaltar que si todas las condiciones fueran seguras no habría necesidad de las evaluaciones de riesgo de invasión; por ello, la carencia de información en estos procesos está identificada como *incertidumbre*, la cual se puede dividir en tres tipos distintos (CCA, 2009):

- a. Del proceso (metodología).
- b. De los asesores (error humano).
- c. Sobre el organismo (elementos biológicos y ambientales desconocidos).
- d. La “incertidumbre del proceso” hace referencia a las eventuales falencias de la metodología usada, por lo cual es necesario evitar que las metodologías de evaluación de riesgos se apliquen de manera estática o rutinaria. En esta medida, se debe procurar su modificación conforme se detecten errores en los procedimientos o se planteen nuevas metodologías.
- e. La “incertidumbre de los asesores” está dada por el error humano. La mejor forma de reducirla es contar con las personas más calificadas (idóneas) para realizar los análisis, aunque los evaluadores no deben ser expertos en la especie para evitar parcialidad.
- f. La “incertidumbre sobre el organismo” a la que hacen referencia las metodologías aquí presentadas describe la carencia de información (historia natural, manejo, etc.) de la especie evaluada.

Los umbrales de incertidumbre responden a cada grupo biológico o a la mecánica del protocolo o metodología que se aplica, razón por la cual cada capítulo explica y define el umbral o valor límite del riesgo de incertidumbre permitido en cada grupo (ver capítulos específicos). Esta limitante o incertidumbre biológica constituye uno de los elementos más importantes en un proceso de evaluación de riesgos. Así, el sentido común indica que la calidad de una evaluación de riesgos se relaciona con la calidad de los datos disponibles sobre el organismo y el ecosistema que puede ser potencialmente invadido. Sin embargo, aquellos organismos sobre los que se ha realizado un mayor número de investigaciones de alta calidad son los que se evalúan con mayor facilidad, contrario a lo que sucede con un organismo del que se sabe muy poco. El nivel de incertidumbre consiste entonces en un factor que indica la validación del análisis frente a la información.

En esta medida, una elevada incertidumbre biológica no evidencia de manera directa un grado importante de riesgo. Sin embargo, los organismos con un alto grado de incertidumbre biológica sí representan un riesgo real, por lo que es importante considerar los impactos en otras

regiones para definir estrategias de prevención y respuesta rápida para la aplicación de medidas de manejo en áreas donde aún no han sido introducidos.

Con base en lo anterior se reitera que, en la medida de lo posible, se debe realizar una estricta búsqueda de información proveniente principalmente de una base científica y que la anecdótica o basada en la experiencia del evaluador sea complementaria. En este punto se debe resaltar la responsabilidad de los evaluadores para evitar lo que se ha identificado previamente como el principal factor que ha permitido el fenómeno de las invasiones en los países.

## Propuesta de categorización para manejo de especies invasoras

Los análisis de riesgo definen umbrales o niveles sobre los cuales las especies introducidas deben ser consideradas peligrosas o no para especies y ecosistemas nativos. No obstante, no definen una categoría sobre su manejo por lo que los análisis de riesgo deben ser complementados con la definición de categorías de manejo que tengan en cuenta que las especies de alto impacto y de baja factibilidad de manejo seguro y de control sean prohibidas y que se reconozca la importancia económica de algunas especies invasoras para condicionar su uso a prácticas de manejo que hagan bajar el riesgo de invasión.

Se busca entonces que el desarrollo de estos análisis sobre el riesgo, se traduzca en un balance costo-beneficio que apoye la toma de una determinación sobre la introducción o sobre el manejo/producción de las especies invasoras. Es necesario recalcar que aquellas especies invasoras consideradas como permitidas en el país, deberán contar con regulaciones estrictas de manejo y monitoreo y con el aval técnico de los institutos de investigación o autoridades ambientales, con el objetivo de prever usos inadecuados que vayan en detrimento de especies y ecosistemas nativos.

En el tema de categorización de especies invasoras, existen diferentes sistemas adoptados en el mundo. Sudáfrica, por ejemplo, define tres categorías que involucran restricción y responsabilidad, así: categoría I: especies prohibidas y que deben ser erradicadas; categoría II: especies prohibidas sin permiso que deben ser controladas si no están dentro del área permitida y categoría III: especies prohibidas para venta, compra y producción.

Nueva Zelanda por su parte define tres categorías de declaración de especies invasoras con restricción, valor comercial y valor ornamental. Finalmente, Brasil adoptó un sistema de dos categorías: prohibidas y permitidas bajo condiciones definidas para fines específicos.

A partir de una discusión de diferentes propuestas de categorización se propone adoptar para Colombia el modelo de categorización de Brasil teniendo en cuenta que es el único ya implementado en Suramérica, que no establece un modelo completamente restrictivo y que basa las decisiones principalmente en los conceptos científicos, pero, que de igual manera, toma medidas para aquellas especies cuyo beneficio es mayor que su costo (Ziller *com. pers.*).

Las categorías de manejo y restricción se definen sólo para aquellas especies que posterior a la evaluación de riesgo sean consideradas como especies con un alto riesgo de invasión. Se proponen entonces las siguientes dos categorías:

**Categoría 1:** incluye especies que son prohibidas para cualquier propósito y no pueden ser cultivadas, criadas, vendidas, compradas, transportadas o mantenidas para cualquier finalidad.

Son especies que implican un alto riesgo de establecimiento, un elevado nivel de impacto o tienen un alto costo de manejo para su control, para las cuales en general no hay un mercado establecido o mucho interés económico.

**Categoría 2:** incluye especies utilizadas para fines de producción, en general con valor comercial, que pueden ser cultivadas o criadas bajo condiciones controladas en acuerdo con regulaciones específicas. En esta categoría se incluyen especies que pueden ser de alto riesgo, pero que son de gran importancia económica o que están ampliamente distribuidas y para las cuales se requieren planes de manejo, no deben ser trasplantadas en otras regiones de Colombia y no deben hacerse nuevas introducciones al país.



Es importante recalcar que en este documento no se incluirá la categorización de manejo de las especies invasoras (riesgo alto), ya que ésta debe ser realizada por el comité nacional de especies introducidas e invasoras (exóticas y trasplantadas) e invasoras de Colombia, en el cual se analizarán caso por caso todas las especies, tomando como insumo los análisis de riesgo presentados en este ejercicio, de forma que se realice su declaratoria oficial.

## Consideraciones generales

Un componente que no está contemplado de manera exhaustiva en los análisis de riesgo, es la estructura legal que tiene el país. Prácticas de prevención y control solamente pueden ser efectivas cuando el país tiene legislación que permita establecer y hacer cumplir reglas específicas para el manejo de especies exóticas invasoras. Si esta posibilidad no existe, el nivel de riesgo sin duda es más alto para especies que podrían ser cultivadas bajo condiciones específicas. A este respecto, pese a que en Colombia se ha desarrollado una amplia normativa discutida y analizada en otras publicaciones (Gutiérrez 2006), ésta deberá continuar un proceso de armonización para la toma de decisiones intersectorial.

La normativa más reciente incluye las resoluciones 848 de 2008 “por la cual se declaran algunas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones” y la 0207 de 2010 “por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones”.

Los efectos negativos de las invasiones biológicas han sido continuos y de grandes proporciones. Estos impactos no sólo han puesto en riesgo los ecosistemas naturales sino la producción alimenticia, lo que ha llevado a que la prevención y reducción de los impactos de las especies invasoras se convierta en una política pública oficial en diferentes países, en la que la toma de decisiones sobre importaciones o introducción de especies debe considerar factores como la base científica (análisis de riesgo) y una postura ética (Gutiérrez 2006).

En respuesta a lo anterior, las evaluaciones de riesgo constituyen una herramienta fundamental para la toma de decisiones sobre especies invasoras, pues analizan factores biológicos, económicos y de manejo para solicitudes de introducción de una especie no nativa o de especies ya introducidas al país (Simons y De Poorter 2008). Por ello, las metodologías de análisis de riesgo presentadas pretenden ser parte de los procedimientos y marcos regulatorios que deben ser seguidos en Colombia, tanto el ámbito nacional como en el regional.

En relación al proceso de introducción de especies, los tomadores de decisiones deben tener en cuenta:

- ▶ El proceso de introducción de especies que tiene como resultado las invasiones biológicas es generalmente irreversible y conlleva consecuencias potenciales y riesgos para los ecosistemas naturales, la salud humana, las tradiciones de uso de recursos naturales y la economía de los países.
- ▶ Se debe proceder bajo el principio de precaución a la hora de evaluar la relación costo-beneficio de una introducción.
- ▶ El grado alto de incertidumbre de un análisis de riesgo no es justificación para definir que una especie no representa un riesgo a las especies y ecosistemas nativos.
- ▶ Las evaluaciones de riesgo pretenden identificar las especies exóticas y definir un nivel de riesgo, pese a esto, el siguiente paso debe establecer una categorización para el manejo de las especies. En estos procesos pueden presentarse conflictos que deberán ser tratados con acuerdos y compromisos intersectoriales, evaluando la relación costo-beneficio y estableciendo reglas claras de procedimiento.
- ▶ La definición de niveles de riesgo de las especies introducidas en Colombia aporta información técnica para la prevención, manejo y control de las invasiones biológicas y a su vez sirve como insumo para el fortalecimiento de instituciones que tienen dentro de sus actividades los sistemas de control de especies (puestos fronterizos). Así mismo, son la base técnica para el desarrollo de políticas y marcos jurídicos necesarios que aborden el tema de las especies invasoras en el país.
- ▶ Es importante generar los espacios para analizar y establecer las categorías de manejo de las especies invasoras que deben tener en cuenta su relación costo-beneficio, así como definir acciones para su control, manejo y monitoreo aceptadas en el territorio nacional. La factibilidad de manejo en bajas condiciones de riesgo es fundamental para la toma de decisión, así como la factibilidad de reglamentar la producción y de asegurar que las prácticas de prevención y control de invasiones sean implementadas.

## Bibliografía

- ▶ Baker R.H.A., R. Black, G. H. Copp, K. A. Haysom, P. E. Hulme, M. B. Thomas, A. Brown, M. Brown, R. J.C. Cannon, J. Ellis, M. Ellis, R. Ferris, P. Graves, R. E. Gozlan, J. Holt, L. Howe, J. D. Knight, A. MacLeod, N. P. Moore, J. D. Mumford, S. T. Murphy, D. Parrott, C. E. Sansford, G. C. Smith, S. St-Hilaire & N. L. Ward. 2007. The UK risk assessment scheme for all non-native species. In Rabitsch, W., F. Essl & F. Klingenstein (Eds.): Biological Invasions – from Ecology to Conservation. *Neobiota* 7 (2007): 46-57 E. Branquart (Ed.). 2007. Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. Versión 2.6. available on line at [http://ias.biodiversity.be/ias/documents/lseia\\_protocol.pdf](http://ias.biodiversity.be/ias/documents/lseia_protocol.pdf)
- ▶ Bomford, M. 2008. Risk assessment models for establishment of exotic vertebrates in Australia and New Zealand. Invasive Animals Cooperative Research Centre, Canberra, Australia.
- ▶ Bomford M., Kraus F., Barry S. C. & Lawrence E. 2009. Predicting establishment success for alien reptiles and amphibians: a role for climate matching. *Biological Invasions* (2009) 11:713–724.
- ▶ CCA, Comisión para la Cooperación Ambiental. 2009. Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras. Casos de prueba para el pez cabeza de serpiente (Channidae) y el pleco (Loricariidae) en aguas continentales de América del Norte. Montreal (Quebec) Canadá. 98p. ISBN: 978-2-923358-61-1.
- ▶ Gutiérrez F. P. 2006. Estado de conocimiento de especies invasoras: propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 156p.
- ▶ Hoegh-Guldberg, O. , P. J. Mumby, A. J. Hooten, R. S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. D. Harvell, P. F. Sale, A. J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C. M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R. H. Bradbury, A. Dubi, M. E. Hatziolos. 2007. Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*. Vol. 318 (5857): 1737 – 1742.
- ▶ I3N, Presentación sobre invasiones biológicas
- ▶ Resolución 848 de 2008. Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones.
- ▶ Resolución 207 de 2010. Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones.
- ▶ Simons S. & De Poorter M. 2008. Best Practices in Pre-Import Risk Screening for Species of Live Animals in International Trade. Proceedings of an Expert Workshop on Preventing Biological Invasions. University of Notre Dame, Indiana, USA, 9-11
- ▶ Zalba, S.M.; Ziller, S.R. 2007. Herramientas de prevención de invasiones biológicas. Washington: I3N/Iabin. <http://i3n.iabin.net>



# CAPÍTULO III

## ANÁLISIS DE RIESGO DE ESPECIES DE PLANTAS INTRODUCIDAS PARA COLOMBIA

Dairon Cárdenas López, Nicolás Castaño Arboleda y Juliana Cárdenas-Toro



*Thunbergia alata*  
■ Francisco Nieto - UPA (IAvH)



*Impatiens balsamina*  
■ Nicolás Castaño



*Ulex europaeus*  
■ Dairon Cárdenas



*Abutilon pictum*  
■ Dairon Cárdenas



*Fuchsia magellanica*  
■ Dairon Cárdenas



*Podrían darse casos de plantas traídas de otras partes para que se volvieran comunes en todas las islas en un período inferior a diez años. Varias de las plantas que ahora son las más numerosas en las extensas llanuras de La Plata, que cubren leguas cuadradas de superficie y excluyen a casi todas las demás plantas, fueron traídas de Europa; y hay plantas que ahora se extienden en la India, como supe por el Dr. Falconer, desde Cabo Comodín hasta el Himalaya, que fueron importadas de América desde su descubrimiento.*

Charles Darwin

*El origen de las especies (1859)*

En este capítulo se presentan los aspectos relacionados con las especies introducidas, naturalizadas e invasoras de la flora terrestre y acuática en Colombia. Para estas especies se realiza, (i) un análisis general (preevaluación) sobre sus antecedentes globales como especie invasora en bases de datos internacionales, (ii) Se analizan las especies con una metodología propuesta para plantas en latinoamerica I3N y (iii) se obtiene como resultado un listado de especies que tienen diferentes grados de riesgo de invasión, resaltando a las especies de alto riesgo.

## **Introducción y antecedentes**

Durante la historia, el ser humano ha domesticado cerca de 2.000 especies de plantas para su alimentación, de las cuales cerca de 150 se cultivan comercialmente en la actualidad (Mukerji 1997); en muchos casos esta práctica ha generado una transformación significativa sobre el paisaje natural y varias de estas especies han logrado arraigarse en la cultura de los pueblos. Por otro lado, el ser humano ha propiciado la introducción de numerosas especies ornamentales (Varón *et al.* 2002, Esquivel 2009, Mahecha *et al.* 2004, Hernández-Schmidt & Knap 2003, Carbonó 2003, Carvajal y Chacón 2000), situación que ha alcanzado hasta el 83% de especies introducidas en el ornato de una ciudad (Cárdenas *et al.* 2005).

En este proceso se ha estimulado la introducción de algunas especies con potencial invasor, lo cual ha generado el desplazamiento de especies nativas, con la consecuente pérdida de los servicios ambientales y del pasaje que esto significa. En el ámbito internacional se ha publicado un documento que reporta las 100 peores especies invasoras en el mundo (Lowe *et al.* 2004), en donde las plantas son el grupo más abundante con 32 especies de plantas terrestres y 4 plantas acuáticas. De otra parte, el Compendio Global de Malezas (GCW, por sus siglas en inglés) contiene cerca de 28.000 especies de plantas, de las cuales aproximadamente 1.000 han sido listadas como invasoras.

Las especies invasoras son consideradas en el mundo entero como el segundo motivo de extinción de especies, después de la pérdida de hábitat (Wilcove *et al.* 1999, McNeely *et al.* 2001). En tal sentido, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) emitió la Resolución N° 0848 de mayo de 2008 en la cual se declaran como invasoras, entre otros organismos, cinco especies de plantas exóticas o foráneas presentes en el territorio colombiano; ellas son buchón de agua (*Eichornia crassipes*), alga marina (*Kappaphycus alvarezii*), retamo espinoso (*Ulex europaeus*), retamo liso (*Teline monspessulana*) y pasto yaragua (*Melinis minutiflora*).

Según Badii y Landeros (2006) las plantas invasoras tienen características comunes a las plantas colonizadoras exitosas, que incluyen estrategias de reproducción tipo  $r$ , uso de hábitat pionero, tiempo de generación corto, alta fecundidad y altas tasas de reproducción, además de que pueden tener la habilidad para cambiar entre estrategias  $r$  y  $k$ <sup>1</sup>.

Por su parte, García (2004) sostiene que las plantas invasoras presentan una elevada producción de semillas con intervalos cortos entre los períodos de producción, sistemas de polinización generalistas, flores hermafroditas y un rápido crecimiento desde la etapa de plántulas hasta la madurez sexual. A su vez, Ríos y Vargas (2003) consideran que las especies invasoras presentan alta capacidad de dispersión, la habilidad para reproducirse sexual y asexualmente, alta tolerancia a la heterogeneidad ambiental, capacidad para utilizar gran variedad de recursos (especies generalistas en hábitat) y se encuentran muy asociadas con ambientes intervenidos por el ser humano. Badii y Landeros (2006) sostienen que las plantas con mayor probabilidad de volverse invasoras son principalmente acuáticas o semiacuáticas, pastos, fijadoras de nitrógeno, enredaderas y árboles clonales.

En Colombia, la variedad de ecosistemas comprende hábitats, desde páramos hasta selvas tropicales, humedales, llanuras orinocenses y desiertos. Esta variedad de ecosistemas incrementa su diversidad biológica, la cual en términos florísticos, se calcula en cerca de 25.000 especies. Sin embargo, en el país existe una gran cantidad de especies de plantas exóticas o introducidas, las cuales debido a su oferta de productos útiles (frutas, pulpa, madera, taninos, medicinas o especies ornamentales), han sido trasladadas por el ser humano, desde su hábitat original hasta otras regiones durante muchos siglos (Mathews 2005).

Por otro lado, los diferentes procesos de colonización del territorio colombiano han generado un flujo de especies de una región a otra, con lo cual se han introducido especies entre ecosistemas al interior del país. En el presente trabajo, el análisis de las especies transplantadas (introducidas) de un ecosistema a otro dentro del territorio colombiano estuvo muy orientado a especies con evidente potencial invasivo, según información de diferentes especialistas botánicos colombianos. En este sentido es importante aclarar que un trabajo sistemático orientado a definir el número de especies transplantadas o introducidas entre ecosistemas del territorio colombiano está por desarrollarse.

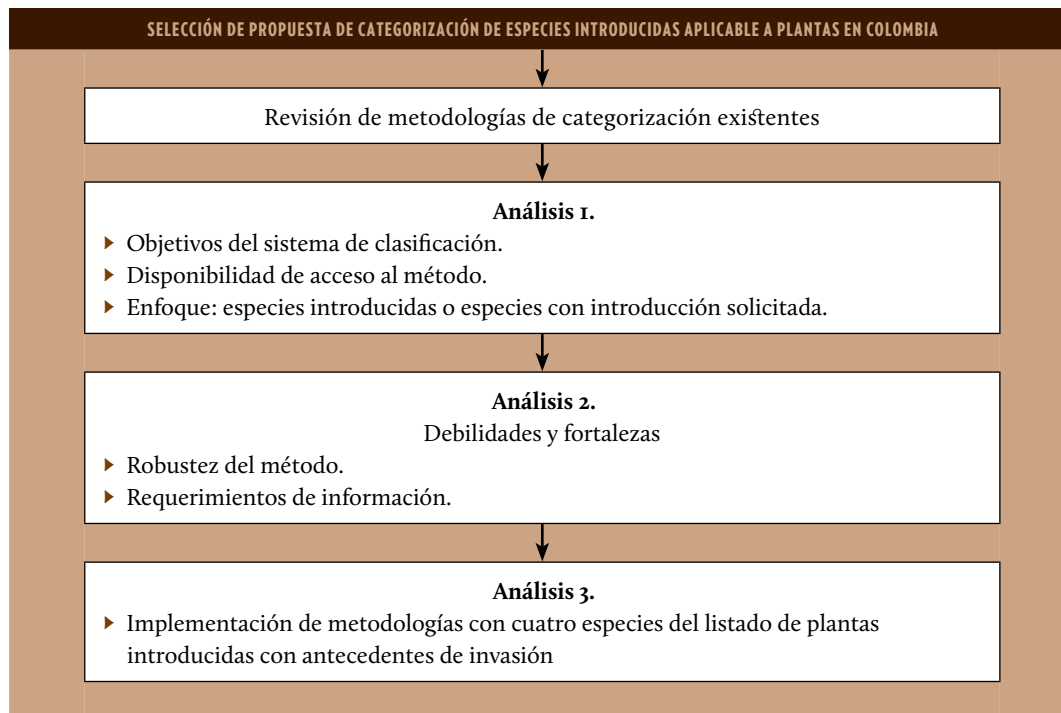
### Proceso metodológico

Para evaluar las especies de plantas invasoras se ha desarrollado una amplia gama de sistemas de categorización que abarca, desde modelos de evaluación de riesgo para valorar la entrada de

<sup>1</sup> Estrategias  $r$  y  $k$  es una hipótesis de dos estrategias de las especies dentro de la teoría de la selección, así: estrategia  $r$ : especies que producen numerosos descendientes, cada uno con baja probabilidad de supervivencia; estrategia  $k$ : especies que invierten mucha energía en pocos descendientes, cada uno con alta probabilidad de supervivencia.

especies a un país (Pheloung *et al.* 1999); sistemas de clasificación para priorizar las especies invasoras más agresivas (Randall 2000), pasando por sistemas de categorización para malezas en ecosistemas agrícolas, forestales y naturales (Virtue *et al.* 2001), sistemas de clasificación de especies de plantas invasoras no nativas (Parker *et al.* 2007), protocolos de evaluación de especies invasoras (Randall *et al.* 2008) hasta herramientas de análisis de riesgo de establecimiento e invasión (I3N Zalba y Ziller 2007), entre otras.

Para el proceso de selección de la propuesta de análisis de riesgo de plantas introducidas a usarse en Colombia (Figura 1), se evaluaron trece (13) metodologías (Tabla 1), las cuales fueron analizadas teniendo en cuenta dos factores: i) los objetivos puntuales del sistema de categorización, para definir si la metodología puede ser implementada en plantas introducidas con antecedentes de invasión en Colombia y ii) qué tan preciso es el método en cuanto a determinar un rango de clasificación o categoría, para la especie evaluada.



**Figura 1.** Proceso de selección de metodología de análisis de riesgo de invasión para plantas introducidas con antecedentes de invasión.

A partir de esta evaluación preliminar, se seleccionaron cuatro metodologías: Randall (2000), Morse *et al.* (2004), Randall *et al.* (2008) e I3N (Zalba y Ziller 2007). A estas metodologías preseleccionadas se les aplicó una segunda evaluación, en términos de: i) la robustez del método en criterios y cantidad de variables que utiliza y ii) la cantidad de requerimientos frente a la disponibilidad de información con que cuenta Colombia para estas especies.

Las metodologías que resultaron de la segunda selección fueron I3N (Zalba y Ziller 2007) y Randall *et al.* (2008). Con el fin de entender el funcionamiento detallado de cada una de las dos metodologías, se analizaron las preguntas puntuales de cada una y, posteriormente, se evaluaron a partir de los resultados de la categorización de cuatro especies con antecedentes de invasión, dos especies ampliamente reportadas como invasoras en diferentes bases de datos como ajénjibre (*Hedychium coronarium*) y palma africana (*Elaeis guineensis*) y dos con un solo un reporte de invasión como piñón de purga (*Jatropha gossypifolia*) y patilla (*Citrullus lanatus*).

**Tabla 1.** Metodologías de análisis de riesgo de invasión para especies introducidas

AUTOR Y AÑO	OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA
USDA Aaphis 2004	Aceptar o rechazar especies para importación o introducción.
Pheloung <i>et al.</i> 1999	Aceptar o rechazar la introducción o importación de plantas para uso como una herramienta de bioseguridad.
I3N-2007 Zalba y Ziller 2007	Establecer niveles de riesgo asociados a la introducción e invasión de plantas.
Williams <i>et al.</i> 2001	Aceptar o rechazar la introducción o importación de plantas en Nueva Zelanda.
USDA NCRS 2000	Aceptar o rechazar especies de plantas para su introducción o importación para uso en plantaciones.
Randall <i>et al.</i> 2008	Identificar, categorizar y listar plantas no nativas que causan impacto negativos en la biodiversidad.
HEAR 2004	Aceptar o rechazar especies de plantas para su introducción o importación en Hawai e islas del Pacífico.
CONABIO 2009	Evaluar la posibilidad de que una especie se convierta en problema al ser introducida a un nuevo ecosistema para determinar prioridades de acción.
Heffernan <i>et al.</i> 2001	Evaluar el potencial de invasión de especies introducidas dentro de sistemas agrícolas y forestales.
Randall 2000	Priorizar especies invasoras locales (Australia).
Morse <i>et al.</i> 2004	Identificar, categorizar y listar plantas no nativas que causan impactos negativos en la biodiversidad
Parker <i>et al.</i> 2007	Priorizar plantas invasoras o plagas que no se han naturalizado en EE. UU.
Reichard & Hamilton 1997	Aceptar o rechazar especies de plantas para su introducción o importación en Oregón y Washington

La *Herramienta de análisis de riesgo de establecimiento e invasión* de I3N (Zalba y Ziller 2007) fue seleccionada dado que el resultado de la categorización de las cuatro especies fue más consecuente con su realidad biológica, según consenso de un grupo de botánicos consultados. La metodología de I3N (Zalba y Ziller 2007), a diferencia de la propuesta por Randall *et al.* (2008), asigna puntajes exactos a las especies evaluadas, define categorías de invasibilidad de acuerdo con el puntaje final una vez implementada la metodología y da un valor de incertidumbre, a través del cual logra que permite conocer el nivel de desconocimiento sobre una especie y tomar la decisión de aceptar o no la categorización final. El valor de la incertidumbre permite identificar especies que requieren mayor estudio. Éste análisis es fundamental debido a los grandes vacíos de información para algunas especies.

## Cómo usar la metodología I3N para el análisis de riesgo de plantas introducidas en Colombia

La *Herramienta de análisis de riesgo de establecimiento e invasión* de I3N (Zalba y Ziller 2007), se desarrolla dentro de una plantilla predeterminada en Excel® y se basa en 28 criterios (preguntas) agrupados en tres categorías, así: riesgo de establecimiento o invasión, impacto potencial y dificultad de control o erradicación. La suma de los puntajes correspondientes a cada pregunta resulta en una indicación del riesgo asociado a la introducción o invasión de la especie evaluada (ver [http://i3n.iabin.net/tools/web\\_tools.html](http://i3n.iabin.net/tools/web_tools.html)). Las preguntas toman en cuenta los reportes previos de invasión y ajuste climático; aspectos de la biología de la especie como, la capacidad de establecer poblaciones a partir de pocos individuos, la producción de semillas, capacidad de rebrote vegetativo y de producir compuestos alelopáticos, entre otros; también considera aspectos de la especie en relación con la tolerancia a los incendios o su afectación sobre la economía, la salud humana y los usos tradicionales del suelo, así como temas referentes a la facilidad de control de la especie.

Esta herramienta detecta faltantes clave de información, establece umbrales de calificación del riesgo de invasión, es decir, valores que marcan los límites entre lo que puede considerarse riesgo bajo (valores entre 1.0 - 2.99), moderado (valores entre 3.01 - 4.0) y alto (valores entre 5.01 - 10.0) y señala, además los casos en que deberían desarrollarse análisis extra antes de llegar a un diagnóstico ajustado “requiere mayor análisis”(valores entre 4.01 - 5.0) (ver [http://i3n.iabin.net/tools/web\\_tools.html](http://i3n.iabin.net/tools/web_tools.html)). Esos valores pueden ser ajustados en cada país de acuerdo con el nivel de riesgo que se considere aceptable. Ese ajuste debe ser hecho con base en el análisis de riesgo realizado para especies que ya están presentes en el país y que tienen su biología y comportamiento bien conocidos, en relación con su capacidad de invasión y su comportamiento en ambientes naturales locales.

## Ejemplo resumido de la metodología

### Sistema de Análisis de Riesgo Versión 1.0 (enero 2008)

Nombre de la especie:	
<i>Hedychium coronarium</i>	
Nombre del responsable de desarrollar el análisis:	
Para cada inciso complete el casillero que corresponda (celdas amarillas) con un número "1", si coloca otro caracter o si no responde al punto aparecerá la frase "FALTA RESPONDER". No elija más de una respuesta por inciso ni deje preguntas sin responder.	
<b>A- RIESGO DE ESTABLECIMIENTO E INVASIÓN</b>	
A1- Antecedentes de invasión	
La especie está citada como “invasora” en dos o más bases de datos de I3N y/o en otras fuentes de información	1
La especie está citada como “invasora” o como “establecida” en una base de datos de I3N y/o en alguna otras fuentes de información	
La especie ha sido extensamente introducida sin que registren antecedentes de establecimiento o invasión	
No se pudieron encontrar antecedentes de introducción de la especie en otros países	
	10
<b>B- IMPACTO POTENCIAL</b>	
B1- Capacidad de crecer formando núcleos densos y cerrados	
La especie es capaz de crecer formando núcleos de alta densidad (manchones, matorrales o bosques)	1
Los individuos se establecen de manera aislada, separados unos de otros o al menos no tienen la capacidad	
No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores (sin información)	10
<b>C- FACTIBILIDAD DE CONTROL</b>	
C1- Tipo de ambiente (terrestre o acuático)	
La especie habita ambientes acuáticos	
Se trata de una planta terrestre	1
	0
<b>CÁLCULO DEL RIESGO DE INTRODUCCIÓN</b>	
Especie: <i>Hedychium coronarium</i>	
Riesgo de introducción: 5,82	
Nivel de riesgo: ALTO	
Nivel de incertidumbre (porcentaje de preguntas sin información) 0,00	

Tomado de Base de datos I3NPlantas

## Resultados de la evaluación de especies de plantas introducidas

Para la identificación de las especies a evaluar usando la *Herramienta de análisis de riesgo de establecimiento e invasión I3N* (Zalba y Ziller 2007), se adelantó el inventario de las principales

especies de plantas introducidas en ecosistemas de Colombia, incluyendo ecosistemas por fuera del territorio nacional. Este inventario fue producto de varias salidas de campo por las diferentes regiones del país, donde se visitaron los jardines botánicos de las principales ciudades, se consultaron botánicos de diferentes ciudades y centros de investigación y distintas publicaciones que documentan la flora ornamental de algunas ciudades de Colombia, entre otros. Finalmente, a partir de reportes bibliográficos, se buscó el origen de cada una de las especies.

La lista incluye información de especies ornamentales, alimenticias, maderables, forrajeras, medicinales y malezas de cultivo, para un total de 596 especies de plantas introducidas a Colombia. Cabe anotar que el inventario no incluye algunos grupos de plantas ornamentales de particular dificultad taxonómica en su identificación como Aizoáceas, Aráceas, Begoniáceas, Bromeliáceas, Cactáceas, Crasuláceas, Marantáceas y Orquidáceas, aunque se reporten algunas de ellas.

Este listado fue confrontado con diferentes bases de datos internacionales sobre especies invasoras, con el propósito de identificar especies con antecedentes de invasión en el mundo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Bases de datos sobre especies invasoras consultadas

INSTITUCIÓN	NOMBRE	PAÍS	SITIO WEB
Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (Iabin)	Red Temática Iabin de Información sobre Especies Invasoras (I3N)	Argentina, Bahamas, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay	<a href="http://i3n.iabin.net/">http://i3n.iabin.net/</a>
Unión Mundial para la Conservación (UICN)	Base de datos global de especies invasoras (GISD), manejada por el grupo de especialistas de especies invasoras (ISSG)	Mundial	<a href="http://www.issg.org">www.issg.org</a>
Organización de Ecosistemas Hawaianos y Proyecto de Riesgo (Hear)	Base de datos de especies no-nativas dañinas (HNIS)	Hawai	<a href="http://www.hear.org">www.hear.org</a>
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)	Base de datos del Centro de Información Nacional de Especies Invasoras del USDA	EE. UU.	<a href="http://www.usda.gov">www.usda.gov</a>

Al confrontar las 597 especies introducidas a Colombia con las diferentes bases de datos sobre especies de plantas invasoras, se consolidó un listado de 274 especies de plantas introducidas en diferentes ecosistemas colombianos con antecedentes de invasión en el mundo. Ante el alto número de especies con antecedentes de invasión, se adelantó una **preevaluación** para definir con cuáles especies se usaría la Herramienta I3N (Zalba y Ziller 2007). Para la preevaluación se utilizaron los siguientes criterios: **i)** especies con mayor frecuencia de reportes de invasión por parte de los especialistas botánicos consultados, **ii)** especies incluidas en I3N Colombia, **iii)** especies naturalizadas en Colombia, y **iv)** especies ya categorizadas en trabajos anteriores (Cárdenas-Toro 2009).

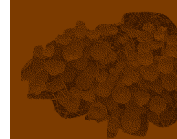
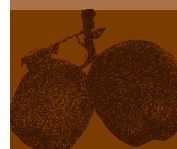
En total se evaluaron 83 especies mediante la Herramienta I3N (Anexo 1); de estas, 71 correspondieron a plantas introducidas desde ecosistemas por fuera del territorio nacional, las cuales están naturalizadas en Colombia; nueve especies “*de muy amplia distribución o cosmopolitas, pero que su separación de las especies nativas es muy difícil*”, identificadas como crípticas; y por

último, tres especies que se consideran nativas de Colombia, pero que han sido transplantadas o introducidas a otros ecosistemas colombianos.

De las 83 especies evaluadas, 42 presentaron Alto Riesgo de Invasión (A) (Tabla 3), entre ellas se destaca la presencia de ojo de poeta o Susana (*Thunbergia alata*), retamo espinoso (*Ulex europaeus*) buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y palma africana (*Elaeis guineensis*). Según la herramienta, los principales impactos son el aumento en la frecuencia o intensidad de los incendios, impacto potencial alto o moderado en la economía, inhibición del crecimiento de especies deseadas por el aumento en la presencia de compuestos alelopáticos, cambios significativos en la estructura del hábitat o en la forma de vida dominante, el aumento en la presencia de hospedadores de patógenos o parásitos conocidos; y el aumento de elementos tóxicos para la fauna silvestre.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	TIPO DE INTRODUCCIÓN	CALIFICACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua	Centro de Suramérica	Voluntaria	8,07
Fabaceae	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	Europa	Voluntaria	7,39
Hydrocharitaceae	<i>Egeria densa</i>	Elodea	Sur de Suramérica	Voluntaria	6,97
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>	Pasto enea	Criptogénica	Voluntaria	6,97
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	Rabo de zorro	Criptogénica	Involuntaria	6,84
Poaceae	<i>Holcus lanatus</i>	Heno blanco	Asia y Europa	Voluntaria	6,71
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	África	Voluntaria	6,71
Fabaceae	<i>Teline monspessulana</i>	Retamo liso	Europa	Voluntaria	6,56
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de agua	Criptogénica	Involuntaria	6,34
Poaceae	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pasto anual	África	Voluntaria	6,19
Poaceae	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Pasto estrella	África	Voluntaria	6,19
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i>	Ojo de poeta	África	Voluntaria	6,06
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	Criptogénica	Voluntaria	6,06
Poaceae	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Yaraguá	África	Voluntaria	6,06
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	Yaraguá	África	Voluntaria	6,06
Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i>	Pasto elefante	África	Voluntaria	6,06
Poaceae	<i>Urochloa brizantha</i>	Braquiaria	África	Voluntaria	6,06
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i>	Braquiaria	África	Voluntaria	6,06
Lemnaceae	<i>Lemna aequinoctialis</i>	Lenteja de agua	Criptogénica	Involuntaria	5,93
Lemnaceae	<i>Spirodela intermedia</i>	Lenteja de agua	Criptogénica	Involuntaria	5,93
Davalliaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	Helecho	Criptogénica	Voluntaria	5,87
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i>	Palma africana	África	Voluntaria	5,82
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>	Ajenjibre	Asia	Voluntaria	5,82
Mimosaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia plateada	Oceanía	Voluntaria	5,81
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho marranero	Criptogénica	Involuntaria	5,74
Poaceae	<i>Imperata brasiliensis</i>	Imperata verde	Sur de Suramérica	Voluntaria	5,7

**Tabla 3.** Especies de plantas con Alto Riesgo de Invasión



FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	TIPO DE INTRODUCCIÓN	CALIFICACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGO
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	Asia	Involuntaria	5,7
Poaceae	<i>Urochloa maxima</i>	Braquiaria	África	Voluntaria	5,7
Salviniaceae	<i>Salvinia molesta</i>	Lenteja de agua	Criptogénica	Involuntaria	5,69
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente león	Europa	Involuntaria	5,63
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambú	Asia	Voluntaria	5,52
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camandulensis</i>	Eucalipto	Oceanía	Voluntaria	5,45
Pinaceae	<i>Pinus caribaea</i>	Pino caribea	Centroamérica y Caribe	Voluntaria	5,45
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Caña de castilla	Europa	Involuntaria	5,35
Hydrocharitaceae	<i>Limnobium laevigatum</i>	Trebol acuático	Norteamérica	Involuntaria	5,24
Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i>	Cojón de fraile	África y Asia	Involuntaria	5,23
Salviniaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho de agua	Criptogénica	Involuntaria	5,2
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	Caña brava	Criptogénica	Involuntaria	5,19
Poaceae	<i>Guadua superba</i>	Bambú	Centro de Suramérica	Voluntaria	5,16
Poaceae	<i>Guadua weberbaueri</i>	Bambú	Centro de Suramérica	Voluntaria	5,16
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerillo	África	Voluntaria	5,15
Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Centroamérica y Caribe	Voluntaria	5,03

A su vez, se presentaron 25 especies con Moderado Riesgo de Invasión (M), de las cuales sobresalen los siguientes: árbol del pan (*Artocarpus altilis*), coco (*Cocos nucifera*), hoja santa (*Kalanchoe pinnata*), pera de agua (*Syzygium malaccense*), girasol montañero (*Tithonia diversifolia*) y tulipán africano (*Spathodea campanulata*). Cuatro especies presentaron Bajo Riesgo de Invasión: acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), paico (*Chenopodium ambrosioides*), hinojo (*Foeniculum vulgare*) y perejil (*Petroselinum crispum*).

Se presentaron 12 especies en la categoría de “Requiere mayor análisis” (R) (Tabla 4), que indica que la especie se encuentra en un límite entre nivel moderado y alto, por lo cual requiere un mayor análisis para determinar si se considera como invasora o no. En esta categoría están las especies que tienen valores entre 4 y 5.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Fabaceae	<i>Arachis pintoii</i>	Mani forrajero
Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i>	Cortejo, vinca,
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	Patilla
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango
Musaceae	<i>Musa ornata</i>	Musa ornamental
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	Aceituno
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa, poma
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i>	Bellísima
Poaceae	<i>Echinochloa polystachya</i>	Pasto alemán

**Tabla 4.** Especies con nivel de riesgo: Requiere mayor análisis.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino pátula
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino candelabro

El nivel de incertidumbre en todas las evaluaciones fue muy bajo (lo cual indica que se contó con suficiente información para desarrollar la Herramienta de Análisis de Riesgo de I3N). La mayoría de especies (34) presentaron nivel de incertidumbre cero, 29 especies presentaron nivel de incertidumbre de 3.45%, 16 especies presentaron nivel de 6.9% y solo una especie presentó nivel de incertidumbre de 6.99%.

Las preguntas que no fueron resueltas en la Herramienta de I3N por falta de información disponible, correspondieron a las relacionadas con existencia de métodos conocidos de control, mecanismos de dispersión, elementos tóxicos para la fauna, características que favorecen o aumentan la frecuencia de incendios, presencia de parásitos y presencia de compuestos alelopáticos.

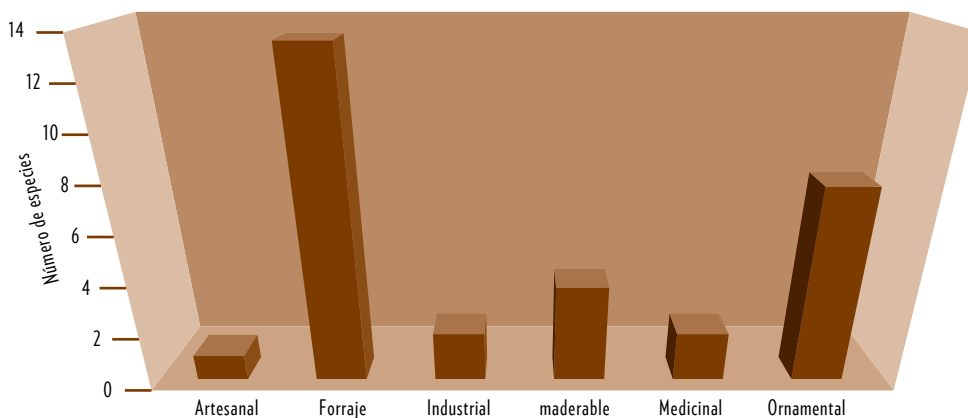
### Especies con alto riesgo de invasión en Colombia

Las 42 especies de plantas que presentan Alto Riesgo de Invasión en Colombia están agrupadas en 36 géneros, 19 familias y tres divisiones. La división Magnoliophyta, con 37 especies (9 Magnoliopsida y 28 Liliopsida); Pteridophyta con 3 y Coniferophyta con una especie, respectivamente.

La familia con el mayor número de especies con Alto Riesgo de Invasión fue Poaceae (gramíneas) con 19, en la cual se destacan los géneros *Cynodon* y *Urochloa* con tres especies cada uno, y *Guagua* y *Pennisetum* con dos especies cada uno. Otras familias de importancia son Fabaceae, Hydrocharitaceae, Lemnaceae, Mimosaceae y Salviniaceae, todas ellas con dos especies cada una. Con respecto a las especies acuáticas, la herramienta de análisis de riesgo les da un peso importante debido a la dificultad de manejo que presentan.

El hábito con el mayor número de especies con Alto Riesgo de Invasión en Colombia corresponde a las hierbas con 31 especies, árboles (5), arbustos (4), y bejucos y palmas con una especie.

El mayor número de plantas invasoras han sido introducidas a Colombia intencionalmente como plantas útiles, la mayoría como plantas forrajeras seleccionadas para el establecimiento de la ganadera extensiva en el país, donde sobresalen 13 especies de pastos (Figura 2).

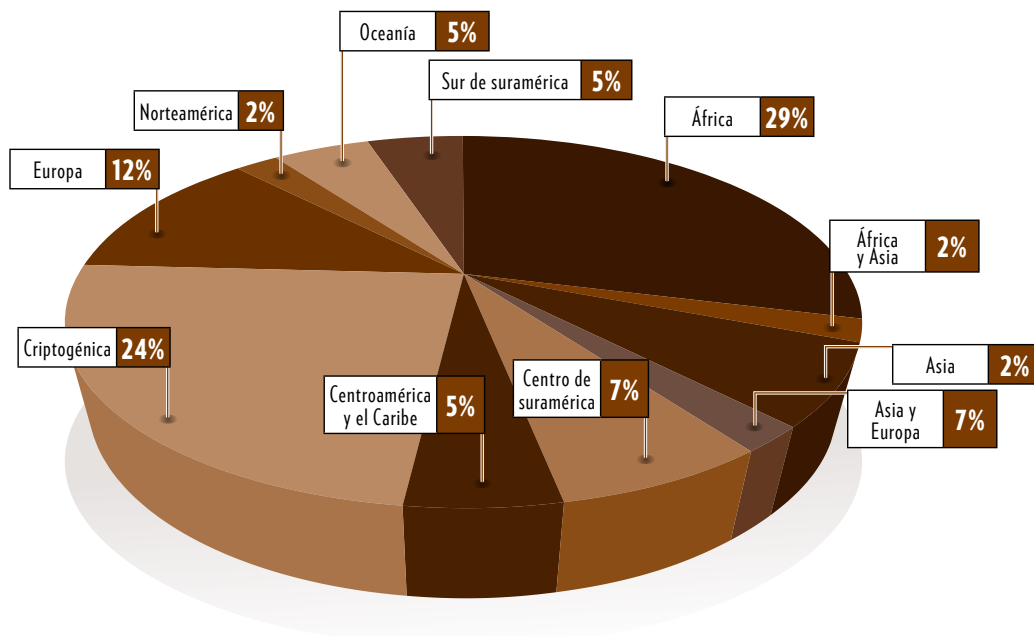


**Figura 2.** Principales usos de las plantas invasoras en Colombia

Como ornamentales se registran 9 especies con alto potencial invasor y ampliamente reconocidas, como son ojo de poeta o Susana (*Thunbergia alata*), introducida como ornamental desde África a Europa y luego a América y retamo espinoso (*Ulex europaeus*), introducida desde el siglo antepasado de Europa para construir cercas vivas. Otra especie fuertemente invasora es el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), de origen amazónico y distribuida ampliamente por el mundo como especie ornamental de acuarios. Una especie introducida para la producción industrial de aceite es la palma africana (*Elaeis guineensis*), la cual está siendo cultivada masivamente en los valles interandinos, el Chocó Biogeográfico y la Orinoquia colombiana, en algunos casos transformando las coberturas originales de los ecosistemas, sin dimensionar las consecuencia a mediano y largo plazo sobre la diversidad y composición de especies endémicas en la región.

Históricamente, las especies útiles han sido introducidas a muchas partes del mundo, desde diferentes continentes con el propósito de surtir las demandas de la humanidad. En esa medida muchas se han convertido en serias amenazas para la diversidad biológica al constituirse en especies invasoras. En el caso de Colombia, la mayoría de especies invasoras han llegado desde África (13 especies), Asia (5) y Europa (5) (Figura 3).

**Figura 3.** Distribución de lugares de origen de las especies invasoras en Colombia.



En Colombia existen otras especies de muy amplia distribución o cosmopolitas reconocidas también como “crípticas”, pues distinguirlas de las nativas es difícil; entre ellas podemos citar a la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), la lenteja d agua (*Lemna aequinoctialis* y *Spirodela intermedia*), el rabo de zorro (*Andropogon bicornis*), *Cynodon dactylon*, la caña brava (*Gynerium sagittatum*), el helecho marranero (*Pteridium aquilinum*), el helecho de agua (*Azolla filiculoides*), *Nephrolepis cordifolia* y *Salvinia molesta* ambos helechos).

## Consideraciones finales

En el país, las coberturas transformadas o con algún grado de perturbación presentan los mayores registros de especies introducidas o invasoras. Por otro lado, la mayoría de plantas introducidas en Colombia corresponden a aquellas cultivadas intencionalmente como especies útiles en categorías alimenticias, forrajeras, medicinales u ornamentales principalmente.

Es prioritario evaluar el riesgo de introducción, establecimiento e invasión de futuras especies que vayan a ser introducidas en Colombia, ya que las acciones preventivas son más económicas que las acciones de control y manejo; comprender que no se puede introducir especies sin la debida evaluación debe ser claro especialmente para las autoridades ambientales y sobre todo se debe procurar que la población en general incorpore este conocimiento como propio.

El presente trabajo genera herramientas para la toma de decisiones sobre la priorización de especies invasoras en el territorio colombiano; sin embargo, es necesario tener en cuenta que se requiere evaluar los impactos de las plantas invasoras sobre los ecosistemas, la estructura de las especies nativas, la economía y aspectos culturales. Esto implica inicialmente generar planes de manejo o control para cada una de las especies con Riesgo de Invasión Alto, con el fin de controlar su dispersión e invasión en ecosistemas naturales y seminaturales.

## Agradecimientos

A Sonia Mireya Sua por su apoyo en el manejo de la información, a Wilson Rodríguez (especialista de Pteridofitos), Julián Aguirre (especialista en Bromeliaceae) y Iván Andrés Gil (especialista de Moraceae), por apoyar la evaluación de especies.

Especial agradecimiento a los siguientes botánicos colombianos los cuales aportaron su conocimiento sobre plantas con potencial invasor en Colombia: Alvaro Cogollo, Alvaro Idarraga, Cristina López, Darío Sánchez, Estela Ma. Quintero, Felipe A. Cardona, Fernando Alzate, Gilberto Emilio Mahecha, Hernando Vergara, Jesús A. Pineda, Juan Lázaro Toro, Lucy Hernández, Luis López, Martha Ligia Gómez R., Ricardo Callejas, Rodrigo Botina, Sergio L. Rodriguez, William Vargas, Wilson Devia y Wilson Rodríguez.

Por sus aportes con algunas especies y observaciones a Gloria Galeano y Julio Betancur (Herbario Nacional Colombiano del Instituto de Ciencias Naturales), Marcos Correa y Edwin Trujillo (Herbario de la Universidad de la Amazonia), Ximena Londoño (especialista en Bambu/Guadua), Carlos Agudelo (Herbario Universidad del Quindío), Hermes Cuadros (Herbario Universidad del Atlántico), Eduino Carbonó (Herbario de la Universidad del Magdalena), Alicia Rojas (Jardín Botánico Eloy Valenzuela de Bucaramanga), Álvaro Cogollo y Darío Sánchez (Herbario del Jardín Botánico de Medellín “Joaquín Antonio Uribe”), Héctor Esquivel (Herbario de la Universidad del Tolima), Alejandro Castaño (Instituto para la Investigación y Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca -INCIVA), Rosalba Ruiz (Herbario de la Universidad de Córdoba), Roberto Sánchez (Herbario de la Universidad de Pamplona) y Felipe Cardona (Herbario de la Universidad de Antioquia).



A las siguientes corporaciones por facilitar información sobre especie introducidas o invasoras en sus jurisdicciones: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (cvc), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (Corpourabá), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena (Cormacarena), Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (cvs), Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima), Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Corponor), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA) y Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ).

Finalmente, a los siguientes jardines botánicos por permitir el acceso y la consulta de las colecciones vivas: Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá, Jardín Botánico Guillermo Piñeres de Cartagena, Jardín Botánico Eloy Valenzuela de Bucaramanga, Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe y Jardín Botánico Juan María Céspedes de Tuluá.

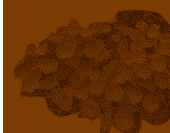
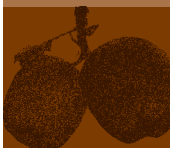


## Bibliografía

- ▶ Badii, H.M. & J. Landeros. 2006. Invasive species or the third horseman of environmental apocalypses, a threat to sustainability. *Daena: International Journal of Good Conscience* 2(1): 39-53.
- ▶ Carbonó, E. 2003. Catálogo ilustrado de la flora del distrito de Santa Marta, Colombia. Universidad del Magdalena. Santa Marta.
- ▶ Cárdenas, D., J.C. Arias y R. López. 2005. Árboles y Arbustos de la Ciudad de Leticia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá.
- ▶ Cárdenas-Toro, J. 2009. Categorización de especies de plantas introducidas en la amazonia colombiana con antecedentes de invasión. Trabajo de grado para optar el título de Ecólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- ▶ Carvajal, E.A. y J. Chacón Rangel. 2000. Flora urbana de Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta.
- ▶ Conabio. 2009. [http : //www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/ Lineamientos\\_de\\_analisis\\_de\\_riesgo](http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Lineamientos_de_analisis_de_riesgo)
- ▶ Escobar, E., J. Belarcázar y G. Rippstein. 1993. Clave de las principales plantas de sabana de la altillanura de los llanos orientales en Carimagua, Meta, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT- Universidad Nacional de Colombia. Cali. 92pp.
- ▶ Esquivel, H. E. 2009. Flora arbórea de la ciudad de Ibagué. Universidad del Tolima - Cortolima. Ibagué. 643pp.
- ▶ Fernández-Alonso, J.L. y M. Hernández-Schmidt. 2007. Catálogo de la flora vascular de la cuenca alta del río Subachoque (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia* 29(1):73-104.
- ▶ Fonnegra, R. y S. L. Jiménez. 1999. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. 273pp.
- ▶ García, J. 2004. Especies de flora Invasora en el Parque Natural Bahía de Cádiz. Área Ecología. Universidad de Cádiz.

- ▶ Graf, A.B. 1992. *Tropica. Color cyclopedia of exotic plants and trees*. Roehrs Company. New Jersey. 1149pp.
- ▶ Hawaiian Ecosystems at Risk project (HEAR) Invasive species information for Hawaii and the Pacific; 2004. <http://www.hear.org/>
- ▶ Heffernan, K.E., P.P. Coulling, J.F Townsend & C.J. Hutto. 2001. *Ranking Invasive Exotic Plant Species in Virginia*. Natural Heritage Technical Report 01-13. Richmond, VA: Virginia Department of Conservation and Recreation, Division of Natural Heritage.
- ▶ Hernández-Schmidt, M. & D.D. Knapp. 2003. *The woody plants of Colegio Nueva Granada*. Cargraphics Eds. Bogotá. 194pp.
- ▶ Lowe S., Browne M., Boudjelas S. y de Poorter M. (2004). 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición. Versión electrónica [www.issg.org/bookletS.pdf](http://www.issg.org/bookletS.pdf)
- ▶ Mahecha, V.G.E., A.O. Escobar, D. Camelo S., A. Rozo F., D. y Barrero B. 2004. *Vegetación del territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. Panamericana Formas e Impresos S.A. Bogotá. 871pp.
- ▶ Mathews S. 2005. *Sudamérica Invasida. Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP). El creciente peligro de las especies exóticas invasoras*. 80pp.
- ▶ McNeely, J.A., H.A. Mooney, L.E. Neville, P.J. Schei & J.K. Waage. 2001. *Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN, Gland Switzerland and Cambridge UK.
- ▶ Morse, L.E., J.M. Randall, N. Benton, R. Hiebert, & S. Lu. 2004. *An Invasive Species Assessment Protocol: Evaluating Non-Native Plants for Their Impact on Biodiversity*. Version 1. NatureServe, Arlington, Virginia.
- ▶ Mukerji, A.K. 1997. *La importancia de los productos forestales no madereros y las estrategias para el desarrollo sostenible*. En: XI Congreso Forestal Mundial. Turquía.
- ▶ Parker, C., P.C. Barney & L. Fowler. 2007. *Ranking nonindigenous weed species by their potential to invade the United States*. *Weed Science* 55: 386-397.
- ▶ Pheloung, P., P. Williams & S. Halloy. 1999. *A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions*. *Journal of Environmental Management* 57: 239-251.
- ▶ Randall J.M., L. E. Morse, N. Benton, R. Hiebert, S. Lu & T. Killeffer. 2008. *The Invasive Species Assessment Protocol: A Tool for Creating Regional and National Lists of Invasive Nonnative Plants that Negatively Impact Biodiversity*. *Invasive Plant Science and Management* 1:36-49.
- ▶ Randall, R.P. (2000). "Which are my worst weeds?" A simple ranking system for prioritizing weeds. *Plant Protection Quarterly* 15 (3): 109-115.
- ▶ Reichard, S.H. & C.W. Hamilton. 1997. *Predicting invasions of woody plants introduced into North America*. *Conservation Biology* (11) 193-203.
- ▶ Ríos, F. y O. Vargas. 2003. *Ecología de las especies invasoras*. *Pérez Arbelaezia* 14: 119-149.

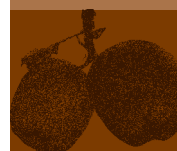
- ▶ USDA APHIS U.S. Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service. 2004. Weed-Initiated Pest Risk Assessment: Guidelines for Qualitative Assessments.
- ▶ USDA NRCS U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. 2000. National Plant Materials Manual. 3rd Edition.
- ▶ Varón, T. P., L. Morales S. y J. A. Londoño F. 2002. Árboles urbanos. Corantioquia. Especial impresores. Medellín. 143pp.
- ▶ Virtue, J.G., R.H. Groves & F.D. Panetta. 2001. Towards a system to determine the national significance of weeds in Australia (Weed Risk Assessment). Collingwood, Victoria, Australia: CSIRO. 124-150 pp.
- ▶ Wilcove, D., Rothstein, D., Bubow, J., Phillips, A., & Losos, E., 1999. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience* 48: 607-615.
- ▶ Williams, P.A., E. Nicol & M. Newfield. 2001. Assessing the risk to indigenous biota of plant taxa new to New Zealand.
- ▶ Zalba, S.M. y S.R. Ziller. 2007. Herramientas de prevención de invasiones biológicas. Washington: I3N/labin.



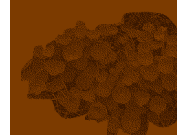
## Anexo 3.1.

### Total de especies evaluadas

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	SINONIMIA	HÁBITO	NOMBRE COMUN
ACANTHACEAE	<i>Thunbergia alata</i>		Bejuco	Ojo de poeta, Susana
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>		Arbol	Mango
APIACEAE	<i>Foeniculum vulgare</i>		Hierba	Hinojo
APIACEAE	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Petroselinum sativum</i>	Hierba	Perejil
APOCYNACEAE	<i>Catharanthus roseus</i>		Hierba	Cortejo, Vinca, Viuditas
ARACEAE	<i>Pistia stratiotes</i>		Hierba	Lechuga de agua
ARECACEAE	<i>Cocos nucifera</i>		Palma	Coco
ARECACEAE	<i>Elaeis guineensis</i>		Palma	Palma africana
ASCLEPIADACEAE	<i>Calotropis procera</i>		Arbusto	Cojón de frayle
ASTERACEAE	<i>Senecio madagascariensis</i>		Hierba	Boton de oro
ASTERACEAE	<i>Senecio vulgaris</i>		Hierba	Yuyo
ASTERACEAE	<i>Taraxacum officinale</i>		Hierba	Diente león
ASTERACEAE	<i>Tithonia diversifolia</i>		Arbusto	Boton de oro
BALSAMINACEAE	<i>Impatiens balsamina</i>		Hierba	Besito
BIGNONIACEAE	<i>Spathodea campanulata</i>		Arbol	Tulipan africano, Miona
CAMPANULACEAE	<i>Digitalis purpurea</i>		Hierba	Digitalis
CAMPANULACEAE	<i>Hippobroma longiflora</i>		Hierba	
CANNABACEAE	<i>Cannabis sativa</i>		Hierba	Marihuana
CAPRIFOLIACEAE	<i>Sambucus nigra</i>	<i>S. peruviana,</i>	Arbusto	Sauco
CHENOPODIACEAE	<i>Chenopodium ambrosioides</i>		Hierba	Paico, Apazote
CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe pinnata</i>	<i>Bryophyllum pinnatum</i>	Hierba	Hoja santa, calanchoe
CUCURBITACEAE	<i>Citrullus lanatus</i>	<i>Citrullus vulgaris</i>	Bejuco	Patilla
CUCURBITACEAE	<i>Lagenaria siceraria</i>		Bejuco	Tarrali
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i>		Bejuco	Balsamina, cundeamor
CYPERACEAE	<i>Cyperus papyrus</i>		Hierba	Papiro
DAVALLIACEAE	<i>Nephrolepis cordifolia</i>		Hierba	Helecho
DAVALLIACEAE	<i>Nephrolepis cordifolia</i>		Hierba	Helecho
EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus communis</i>		Arbusto	Higuerillo
FABACEAE	<i>Arachis pintoi</i>		Hierba	Mani forrajero
FABACEAE	<i>Pueraria phaseoloides</i>		Bejuco	Kutzu
FABACEAE	<i>Teline monspessulana</i>	<i>Genista monspessulana</i>	Arbusto	Retamo liso
FABACEAE	<i>Ulex europaeus</i>		Arbusto	Retamo espinoso
HYDROCHARITACEAE	<i>Egeria densa</i>		Hierba	Elodea
HYDROCHARITACEAE	<i>Limnobium laevigatum</i>	<i>Hydromystris laevigata</i>	Hierba	Trebol acuatico
LAMIACEAE	<i>Mentha spicata</i>	<i>Mentha viridis</i>	Hierba	Hierbabuena
LEMNACEAE	<i>Lemna aequinoctialis</i>		Arbol	Lenteja de agua
LEMNACEAE	<i>Spirodela intermedia</i>		Hierba	Lenteja de agua
MIMOSACEAE	<i>Acacia auriculiformis</i>	<i>Racosperma auriculiforme</i>	Arbol	Acacia
MIMOSACEAE	<i>Acacia decurrens</i>		Arbol	Acacia plateada
MIMOSACEAE	<i>Acacia mangium</i>	<i>Racosperma mangium</i>	Arbol	Acacia mangio
MIMOSACEAE	<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Racosperma melanoxylon</i>	Arbol	Acacia negra
MIMOSACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>		Arbol	Leucaena



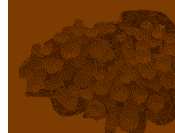
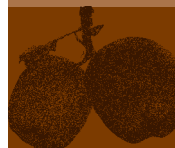
USO	ORIGEN CONTINENTES	NIVEL DE RIESGO	CALIFICACIÓN	INCERTIDUMBRE
Ornamental	Africa	A	6,06	3,45
Alimento	Asia	R	4,06	0
Medicinal	Europa	B	2,97	0
Alimento	Europa	B	2,3	0
Ornamental	Africa	R	4,48	0
	Criptogenica	A	6,34	6,9
Alimento	Asia y Oceania	M	3,13	3,45
Industrial	Africa	A	5,82	0
Medicinal	Africa y Asia	A	5,23	6,9
Maleza	Africa	M	3,7	0
Maleza	Europa	M	3,7	0
Medicinal	Europa	A	5,63	3,45
Ornamental	Centroamerica y Caribe	M	3,75	3,45
Ornamental	Asia	M	3,63	3,45
Ornamental	Africa	M	3,88	3,45
Ornamental	Europa	M	3,5	3,45
Ornamental	Oceania	M	3,19	3,45
Psicotropica	Asia	M	3,58	0
Medicinal	Africa, Asia y Europa	M	3,94	3,45
Medicinal	Centroamerica y Caribe	B	2,77	6,99
Medicinal	Asia	M	3,69	3,45
Alimento	Africa	R	4,18	0
Artesanal	Africa	M	3,76	0
Medicinal	Africa y Asia	M	3,69	3,45
Ornamental	Africa y Asia	M	3,5	3,45
Ornamental	Criptogenica	A	5,87	6,9
	Criptogenica	A	5,87	6,9
Industrial	Africa	A	5,15	0
Forrage	Centro de suramerica	R	4,63	3,45
Forraje	Asia	M	3,94	0
Ornamental	Europa	A	6,56	3,45
Ornamental	Europa	A	7,39	0
Maleza	Sur de suramerica	A	6,97	6,9
	Norteamerica	A	5,24	6,9
Medicinal	Europa	M	3,13	3,45
	Criptogenica	A	5,93	6,9
	Criptogenica	A	5,93	6,9
Maderable	Oceania	M	3,09	0
Maderable	Oceania	A	5,81	3,45
Maderable	Oceania	M	3,09	0
Maderabe	Oceania	B	2,88	3,45
Forrajera	Centroamerica y Caribe	A	5,03	0



### Anexo 3.1. Total de especies evaluadas (continuación)

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	SINONIMIA	HÁBITO	NOMBRE COMUN
MORACEAE	<i>Artocarpus altilis</i>	<i>Artocarpus communis</i>	Arbol	Arbol del pan
MUSACEAE	<i>Musa ornata</i>		Hierba	Musa ornamental
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus camandulensis</i>		Arbol	Eucalipto
MYRTACEAE	<i>Syzygium cumini</i>	<i>Eugenia cumini</i>	Arbol	Aceituno
MYRTACEAE	<i>Syzygium jambos</i>	<i>Eugenia jambos</i>	Arbol	Pomarrosa, Poma
MYRTACEAE	<i>Syzygium malaccense</i>	<i>Eugenia malaccense</i>	Arbol	Pomarroso
OLEACEAE	<i>Fraxinus chinensis</i>		Arbol	Urapan
PINACEAE	<i>Pinus caribaea</i>		Arbol	Pino caribea
PINACEAE	<i>Pinus patula</i>		Arbol	Pino patula
PINACEAE	<i>Pinus radiata</i>		Arbol	Pino candelabro
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago lanceolata</i>		Hierba	Llanten
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago major</i>		Hierba	Llanten
POACEAE	<i>Andropogon bicornis</i>		Hierba	Rabo de zorro
POACEAE	<i>Arundo donax</i>		Hierba	Caña de castilla
POACEAE	<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa bambos</i>	Hierba	Bambu
POACEAE	<i>Coix lacryma-jobi</i>		Hierba	Lagrima de Job
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>		Hierba	Gramma
POACEAE	<i>Cynodon nlemfuensis</i>		Hierba	Pasto anual
POACEAE	<i>Cynodon plectostachyus</i>		Hierba	Pasto estrella
POACEAE	<i>Echinochloa polystachya</i>		Hierba	Pasto Aleman
POACEAE	<i>Guadua superba</i>		Hierba	Bambu
POACEAE	<i>Guadua weberbaueri</i>		Hierba	Bambu
POACEAE	<i>Gynerium sagittatum</i>		Hierba	Caña brava
POACEAE	<i>Holcus lanatus</i>		Hierba	Heno blanco
POACEAE	<i>Hyparrhenia rufa</i>		Hierba	Yaraguá
POACEAE	<i>Imperata brasiliensis</i>		Hierba	Imperata verde
POACEAE	<i>Melinis minutiflora</i>		Hierba	Yaraguá
POACEAE	<i>Pennisetum clandestinum</i>		Hierba	Pasto kikuyo
POACEAE	<i>Pennisetum purpureum</i>		Hierba	Pasto elefante
POACEAE	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>		Hierba	Pasto
POACEAE	<i>Saccharum officinarum</i>		Hierba	Caña de Azucar
POACEAE	<i>Urochloa brizantha</i>	<i>Brachiaria brizantha</i>	Hierba	Braquiaria
POACEAE	<i>Urochloa decumbens</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>	Hierba	Braquiaria
POACEAE	<i>Urochloa maxima</i>	<i>Panicum maximum</i>	Hierba	Braquiaria
POLYGONACEAE	<i>Antigonon leptopus</i>		Bejuco	Bellisima
PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i>		Hierba	Buchón de agua
PTERIDACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>		Hierba	Helecho marranero
SALVINIACEAE	<i>Azolla filiculoides</i>		Hierba	Helecho de agua
SALVINIACEAE	<i>Salvinia molesta</i>	<i>Salvinia auriculata</i>	Hierba	
SPHENOCLEACEAE	<i>Sphenoclea zeylanica</i>		Hierba	Hierba culebra
TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>		Hierba	Pasto enea
TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>		Hierba	Pasto enea
ZINGIBERACEAE	<i>Hedychium coronarium</i>		Hierba	Ajenjibre

USO	ORIGEN CONTINENTES	NIVEL DE RIESGO	CALIFICACIÓN	INCERTIDUMBRE
Alimento	Oceania	M	3,82	0
Ornamental	Asia	R	4,61	0
Maderable	Oceania	A	5,45	0
Alimento	Asia	R	5	3,45
Alimento	Asia	R	4,61	3,45
Alimento	Asia	M	3,21	0
Ornamental	Asia	R	4,75	3,45
Maderable	Centroamerica y Caribe	A	5,45	0
Maderable	Centroamerica y Caribe	R	4,36	0
Maderable	Norteamérica	R	4,36	0
Medicinal	Asia y Europa	M	3,75	3,45
Medicinal	Europa	M	3,75	3,45
	Criptogenica	A	6,84	6,9
Artesanal	Europa	A	5,35	6,9
Maderable, ornamental.	Asia	A	5,52	0
Artesanal	Asia	M	3,19	3,45
Forraje	Criptogenica	A	6,06	0
Arvense	Africa	A	6,19	3,45
Forrajera	Africa	A	6,19	3,45
Forrajera	Africa	R	4,97	0
	Centro de suramerica	A	5,16	6,9
	Centro de suramerica	A	5,16	6,9
	Criptogenica	A	5,19	3,45
Forrajera	Asia y Europa	A	6,71	6,9
Forrajera	Africa	A	6,06	0
Forragero	Sur de suramérica	A	5,7	0
Forrajera	Africa	A	6,06	0
Forraje	Africa	A	6,71	6,9
Forraje	Africa	A	6,06	0
Forraje	Asia	A	5,7	0
Alimento	Oceania	M	3,58	0
Forrage	Africa	A	6,06	0
Forrage	Africa	A	6,06	0
Forrage	Africa	A	5,7	0
Ornamental	Centroamerica y Caribe	R	4,19	6,9
	Centro de suramerica	A	8,07	6,9
	Criptogenica	A	5,74	6,9
	Criptogenica	A	5,2	3,45
	Criptogenica	A	5,69	3,45
Maleza	Africa	M	3,25	3,45
Ornamental	Europa	A	6,97	0
Ornamental	Europa	A	6,97	0
Ornamental	Asia	A	5,82	0





# CAPÍTULO IV

## ANÁLISIS DE RIESGO PARA ESPECIES ACUÁTICAS CONTINENTALES Y MARINAS

Francisco de P. Gutiérrez, Carlos A. Lasso, Paula Sánchez-Duarte y Diego L. Gil.



*Crenolucius hujeta*  
■ Oscar Lasso-Alcalá



*Aequidens pulcher*  
■ Oscar Lasso-Alcalá



*Caquetata kraussii*  
■ Antonio Machado-Allison



*Pterois voltans*  
■ Oscar Lasso-Alcalá



*Piaractus brachypomus*  
■ Carlos A. Lasso



*Muchas especies de animales y plantas son transportadas voluntaria o involuntariamente fuera de su área original por los seres humanos. Algunas de ellas pueden desplazar a las autóctonas, interfiriendo en el funcionamiento de los ecosistemas receptores. Aunque los científicos llevan décadas estudiándolas y advirtiendo sobre sus efectos, sólo recientemente las administraciones y los responsables de espacios naturales han empezado a tomar conciencia de las amenazas ambientales y socioeconómicas que suponen.*

Castro-Díez P., F. Valladares y A., Alonso (2001).

En este capítulo se presentan los aspectos relacionados con la introducción, trasplante, repoblación y utilización de híbridos y de organismos vivos modificados (OVM), en aguas continentales, salobres y marinas. En este sentido, (i) se hace un análisis general de dichos aspectos a escala global, regional y nacional; (ii) se identifican a nivel nacional, las especies introducidas y trasplantadas y los híbridos utilizados en las diversas actividades: ornato, pesquerías, repoblación y acuicultura; (iii) se propone una metodología para el análisis de riesgo, de tal forma que aceptar o no la introducción de un organismo, con cualquier fin, esté precedido de la validación de criterios ciertos que permitan evaluar el riesgo de su establecimiento, su potencial impacto sobre ecosistemas, comunidades, poblaciones, especies y sobre aspectos culturales, las posibilidades de su manejo y control, y los fines mismos que se persiguen con la introducción. Finalmente, (iv) con base en el análisis de riesgo propuesto y la revisión de los estudios de caso nacionales, regionales y globales, se propone un listado nacional de especies que deben ser consideradas como de alto riesgo.

## **La riqueza de la biodiversidad acuática**

A escala global la diversidad biológica catalogada es cercana a 1,8 millones de especies. En este contexto, la diversidad en aguas continentales es muy alta comparada con la de otros ecosistemas. Los hábitats de aguas continentales cubren menos del 1% de la superficie del planeta, y sin embargo, albergan más del 25% de todos los vertebrados descritos, más de 126.000 de las especies conocidas de animales, y aproximadamente 2.600 macrófitas acuáticas. Se calcula que hay unas 27.400 especies de peces, moluscos, cangrejos, libélulas y plantas de agua dulce, de las cuales a la fecha sólo 6.000 se han evaluado a escala global. Estos ecosistemas proporcionan bienes y servicios importantes: provisión de alimentos, agua limpia, materiales de construcción y control de las inundaciones y de la erosión. Los medios de vida de muchas de las comunidades más pobres dependen de estos ecosistemas, estimándose que el valor de estos bienes y servicios

es de 70 billones de dólares -cifra equivalente al PIB de algunos países del tercio superior de las economías mundiales- (IUCN 2008).

Respecto a la diversidad biológica marina, según los últimos datos disponibles, **cada año se describen 1.635 nuevas especies marinas** y, en la actualidad, existen del orden de 230.000 a 250.000 especies de organismos marinos descritos; estas cifras indican que la biodiversidad marina representa el 15% de la biodiversidad global.

La diversidad continental y marina se aprovecha prioritariamente a través de las actividades pesqueras. En este sentido, en 2006, incluida la producción acuícola, se desembarcaron 110 millones de toneladas, que equivalen a un suministro *per cápita* teórico de 16,7 kg (equivalente en peso vivo) procedente de aproximadamente 687 especies, siendo diez las que más aportan las mayores capturas (FAO 2009).

La megadiversidad con que cuenta Colombia dista mucho de ser cabalmente conocida, pero se estima que a nivel marino existen 2.500 especies de moluscos, 2.000 de peces, 35 de mamíferos que habitan aguas marinas o estuarinas y 82 de aves. Este apretado resumen se ve superado cuando se incluyen otros grupos; así, para el Caribe se encuentran registradas 306 especies de esponjas, 9 de zoantideos, 115 de corales escleractinios, 15 de antipatharios, 25 de polycladios, 1.250 de moluscos, 246 de poliquetos, 560 de crustáceos decápodos, 20 de picnogónidos, 113 de briozoos, 296 de equinodermos, 990 de peces, 18 de mamíferos (5 exclusivas) y 565 de algas marinas. Así mismo, se han registrado aproximadamente 14 *phylum* y 378 especies zooplanctónicas, incluyendo estados larvales de los grupos mencionados y 214 especies de fitoplancton. Para el Pacífico se tienen nuevos registros y nuevas especies para algunos grupos taxonómicos en particular, tales como peces marinos (39 especies); crustáceos (21); equinodermos (13); poliquetos (11); cnidarios (7); poríferos (4) y macroalgas (3). El total de especies registradas para 13 grupos taxonómicos de animales y plantas marino-costeros es de 3.328, siendo los grupos más representativos en riqueza: moluscos (985 especies); peces (806); crustáceos (543) y poliquetos (459) (Invemar 2009).

Con respecto a la biodiversidad continental, ésta está muy lejana de ser conocida y sólo se cuenta con algunas aproximaciones al número de especies ícticas, que según las últimas investigaciones, es cercana a las 1.547 especies, cifra cercana al total estimado (Cala 2001, Maldonado-Ocampo *et al.* 2008). De éstas, aproximadamente 150 son especies denominadas de interés comercial y estudios recientes (Galvis *et al.* 2007) reconocieron como ornamentales en las cuencas del Orinoco y Amazonas más de 180 especies para cada una.

Con el anterior panorama, especial consideración merece el permitir que se proceda sin mayores análisis a introducir especies, cuando estas acciones han sido identificadas como uno de los riesgos más críticos a los que están expuestos los ecosistemas, las poblaciones y la biodiversidad en general (Hopkins 2001).

## La introducción de organismos acuáticos

Las introducciones ocurren en todos los niveles de organización biológica: microorganismos, plantas terrestres y acuáticas, invertebrados, anfibios, aves, mamíferos, peces y reptiles (Feinstein 2004). Pero ¿qué sucede cuando se introduce una especie en un ecosistema al cual no tendría acceso en forma natural? ¿Son los ecosistemas flexibles y toleran el cambio o se pueden dar

grandes repercusiones, provocando daños permanentes? ¿Algo especial se perderá para siempre? ¿Es eso importante? Esa misma pregunta es válida cuando hablamos de ovm, o de organismos genéticamente modificados -OGM- usualmente utilizados sin el debido biorrigor y análisis previos, quedando, en la mayoría de los casos, la autorización para su utilización sujeta solamente a la bondad de las premisas económicas (Devlin *et al.* 2007).

El manejo de las introducciones implica cuatro dimensiones en su manejo: (1) *la cultural*: el manejo de las especies exóticas involucra aquello que las personas encuentran bello y sobre lo que consideran aceptado o permitido. (2) *la educación*: ¿qué tanto conocen las personas sobre el tema?; (3) *la salud*: incluye la posibilidad de patógenos y (4) *la dimensión filosófica*: la reflexión sobre los cambios que estamos provocando y si estamos dejando a las nuevas generaciones, mejores o peores ecosistemas.

Introducir especies va en contravía tanto de su distribución natural, como de la prevención que se debe tener respecto al cuidado de la diversidad biológica, más aún cuando tales acciones ocurren en ecosistemas acuáticos, en donde es extremadamente difícil o imposible su erradicación.

Introducir especies es un primer tema, pero un segundo es el del trasplante (traslado de una especie nativa local de una cuenca hidrográfica a otra en el mismo país). En Colombia, normativamente el trasplante (Código de los Recursos Naturales y de Protección del Ambiente -Decreto Ley 2811 de 1974; Decreto 1608 de 1978- reglamentario en materia de fauna silvestre), no se considera una introducción, pero biológicamente lo es y su impacto en ocasiones puede llegar a ser igual o mayor (Gutiérrez 2005).

### Impacto de las introducciones

Moyle & Light (1996) desarrollaron algunas reglas para predecir el efecto invasivo de un organismo introducido, y concluyeron, que virtualmente, cualquier especie se puede convertir en invasora, y cualquier ecosistema puede ser invadido. A su vez, concluyeron que los efectos más dramáticos invasivos ocurren cuando la especie introducida es piscívora o herbívora o cuando el ecosistema invadido posee una baja diversidad natural. Un estudio muy exhaustivo sobre los impactos del trasplante de salmónidos de los géneros *Coregonus* y *Salvelinus*, se desarrolló en Suecia e Italia (Berg & Grimaldi, 1966; Nyman 1972; Nilsson 1978; Svardson 1979) y permitió postular que las introducciones y los trasplantes conducen a los siguientes cuatro posibles resultados:

1. Extinción de homólogos ecológicos; el ejemplo más dramático ha sido la extinción de la trucha ártica (complejo *Salvelinus alpinus*) debido a la introducción de ciertos *stocks* de *Coregonus*.
2. Hibridación, con los efectos concomitantes en la genética de las poblaciones originales.
3. Fracaso de la introducción, originado en parte por competencia con las especies establecidas.
4. Coexistencia, lo que implica, que la especie introducida o trasplantada encontró un “nicho vacante” en la comunidad, con una segregación interactiva de nicho.

En el ámbito global, inicialmente las introducciones fueron justificadas biológicamente con el concepto de “nichos vacíos”, lo que ha sido ampliamente discutido por muchos investigadores.

Entre estos y para el caso colombiano, Dahl (1958) expresó que los nichos vacíos corresponden a “un concepto errado, pues las poblaciones de peces dentro de la comunidad juegan un papel y la suma de sus actividades y respuestas es lo que se puede considerar un nicho. Sin embargo, si una especie está ausente de una comunidad, no se puede aseverar que existan nichos vacíos; puede haber niveles tróficos vacantes, pero nunca nichos vacantes”. Así mismo lo hicieron Contreras y Escalante (1984) que, mediante la discusión técnica para la evaluación de los impactos de las especies introducidas en México, rechazaron el citado concepto. Pese a lo anterior, el argumento aún se utiliza.

Ahora bien, lo que ha cobrado pertinencia ecológicamente para el caso de las introducciones es el estudio del acoplamiento o ensamblaje entre la especie introducida y las nativas, pues permite ver el grado de adaptabilidad y dinámica lograda o no por las especies alóctonas sobre las nativas (Drake 1983, Drake 1985, Diamond 1986, Drake, 1988, Drake 1989, Drake 1990, Drake 1991, Appelberg & Degerman 1991, Lockwood *et al.* 1993, Hugueny & Paugy 1995, Jennings *et al.* 1995 y Belyea *et al.* 1999).

Las estadísticas han arrojado como conclusión que la introducción de especies ha estado asociada en un 54% con la extinción de la fauna acuática nativa mundial (Harrison & Stiassny 1999), en un 70% para el caso de los peces de Norteamérica (Lassuy 2002) y en un 60% para el caso de México y algunos países africanos.

Como se ha mencionado en los capítulos introductorios, las especies introducidas, y las posteriormente convertidas en invasoras, pueden afectar a las especies nativas a través de diferentes mecanismos, entre los que se destacan la hibridación, la competencia por alimento y espacio, la depredación, la alteración del hábitat, el desplazamiento de las especies nativas, la alteración de la estructura de los niveles tróficos y la introducción de parásitos y enfermedades (transferencia de patógenos). A su vez, pueden modificar los ciclos de los nutrientes de tal manera que los miembros nativos de una comunidad se vean afectados indirectamente, ejerciendo, por ejemplo, una fuerte presión que se traduce en disminución de la abundancia de las macrófitas (Gutiérrez 2002).

Por otra parte, algunos de estos organismos pueden modificar el patrón de sedimentación y disposición de los mismos en la columna de agua, aumentando la turbidez y generando concentración elevada de algas. Las plantas superiores se debilitan al verse afectadas sus raíces, las cuales posteriormente a su muerte, entran en procesos de descomposición liberando nutrientes a la columna de agua, promoviendo así una retroalimentación, que produce mayor crecimiento de las algas. Así, las comunidades bentónicas se ven afectadas de dos maneras: son depredadas y pierden sitios de anidación una vez que las especies exóticas acaban con las macrófitas, sin contar los efectos de la eutroficación sobre el resto de la comunidad. Éste es el clásico ejemplo del impacto de los ciprínidos (carpas y afines) que fue advertido desde antaño -1938-, y recientemente comprobado en los Grandes Lagos (EE. UU.), Argentina, y diversos ecosistemas del planeta.

Igualmente, algunas especies, convertidas en invasoras, impactan las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía que sobre las mismas pudiese darse. Algunas especies, a su vez, conllevan características implícitas de toxicidad, territorialidad, efecto fundador y agresividad, lo que altera la estructura natural de las comunidades.

Respecto a los potenciales impactos de los OVM, se ha empezado a hacer planteamientos sobre el tema, ante lo cual no se deben tomar decisiones apresuradas sobre autorizaciones para su utilización sin los debidos análisis y controles (Devlin *et al.* 2007).

En coherencia con la idea, hoy universalmente aceptada en los medios conservacionistas y científicos, que los riesgos que supone la introducción de una especie son inaceptables, y debe considerarse positivo erradicarlas. Como se ha establecido en los capítulos introductorios (Capítulo I), económicamente los impactos y el manejo de especies invasoras generan altos costos (Pimentel *et al.* 2000).

Sin embargo, hay que reconocer que algunas introducciones han sido económica y estéticamente exitosas, de las cuales hay varios ejemplos: la mayor parte del salmón norteamericano (*Salmus salar*), así como *Micropterus salmoides*, introducido a aguas dulces europeas (Alemania, Austria y Polonia) y varias especies de *Oncorhynchus* a aguas marinas del norte de Rusia, en el Báltico y en el Reino Unido; el kokanee (*Oncorhynchus nerka*) a aguas dulces de Escandinavia. La trucha parda y la carpa europea han sido introducidas a América, Nueva Zelanda y la mayor parte de las áreas alpinas, a donde los europeos han llegado como colonizadores, generando actividad económica próspera, no totalmente exenta de afectaciones al medio y extinción de especies como ocurre hoy en EE. UU. La introducción de la trucha de lago (*Salvelinus namaycush*) iniciada en Fennoscandia en 1960, parece haber sido exitosa en lagunas suecas y finlandesas (Svardson 1979).

## Antecedentes globales y nacionales sobre las introducciones de especies en aguas continentales y salobres

Los análisis de los procesos invasivos han permitido colegir que existe una potencialización del proceso cuando ocurre en ecosistemas que poseen algún grado de alteración biológica, bien de origen natural o antrópico (Karr 1981, Fausch *et al.* 1984, Karr *et al.* 1986, Hughes 1987, Miller *et al.* 1988, Leska & Karr 1994, Lyons *et al.* 1995, Angermeier & Karr 1996, Hugueny *et al.* 1996, Liang & Menzel 1997, Belliard *et al.* 1999). Ello precisamente tiene ahora efecto en todos los ecosistemas acuáticos, pero principalmente en los continentales, en donde entidades globales, regionales o nacionales están inmersas en actividades pesqueras o acuícolas, promoviendo y financiando la transferencia de paquetes tecnológicos basados en especies exóticas, muchas de ellas consideradas de tiempo atrás como invasoras y ahora modificadas para tener OVM.

Las introducciones accidentales en ecosistemas acuáticos se han dado en varias formas: a través de las redes (contaminación por huevos), el escape de carnada (Johannes y Larkin 1961) y el escape de las especies de los tanques de acuicultura, por ejemplo a través de las inundaciones durante la temporada de lluvias, o por medio de canales o túneles utilizados para la navegación y para las plantas de energía.

Las evaluaciones previas efectuadas en diferentes regiones sugirieron que los ecosistemas continentales y estuarinos a escala global eran los más alterados por la “contaminación biológica” —así denominada la introducción de especies por Courtenay (1993)—. Ante estos indicios, la FAO a finales de la década de los setenta inició la compilación de una base de datos, encontrando que 237 especies habían sido introducidas a aguas continentales en 140 países (Welcomme 1981, Moyle & Leidy 1992, Allan & Flecker 1993).

*Macrobrachium rosenbergii*  
Oscar Lasso-Alcalá



En términos de frecuencias, a escala global los peces tuvieron 2.574 casos de introducción, lo que representó el 81,9%, mientras que los moluscos fueron el 9,4% (294 casos), los crustáceos el 6% (191 casos), las algas y las plantas el 1,1% (35 casos), otros invertebrados 0,9% (29 casos) y los vertebrados el 0,6% (18 casos). El 10% de las introducciones fueron acciones involuntarias o denominadas “accidentales”

y la fracción restante (90%) correspondió acciones deliberadas (Welcomme 1981 y 1998).

A nivel mundial, las especies de peces comúnmente introducidas han sido Goldfish calico (*Carassius auratus*), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), carpa común (*Cyprinus carpio*), pez mosquito (*Gambusia affinis*), carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpa cabezona, (*Hypophthalmichthys nobilis*), perca americana (*Micropterus salmoides*), trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*) y tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). En crustáceos, predominan: camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*), cangrejo californiano o del Pacífico (*Pacifastacus leniusculus*), cangrejo americano (*Procambarus clarkii*), y en moluscos, el caracol manzana (*Pomacea canaliculata*).

Como consecuencia de las introducciones mal planificadas y con propósitos estrictamente económicos, en el lago Tanganika (compartido por cuatro países: Burundi, República Democrática del Congo, Tanzania y Zambia) se extinguieron 200 especies endémicas, en el lago Malawi (Mozambique, Malawi y Tanzania) 300 especies y en el lago Victoria (Uganda, Tanzania y Kenia) 220 especies (Contreras-Balderas 1999, Contreras 2002).

Lo ocurrido en el lago Victoria, que tuvo la intención de generar una nueva pesquería a través de la introducción de la perca del Nilo (*Lates niloticus*) y la tilapia nilotica (*O. niloticus*), modificó la situación original en donde dos especies de tilapias: esculenta (*Oreochromis esculentus*) y variabilis (*Oreochromis variabilis*) dominaban el lago, además del cíprinido labeo victoria (*Labeo victorianus*) que lo hacía en los ríos afluentes. Las especies introducidas pasaron a dominar completamente la pesquería y la constitución de las poblaciones icticas. El lago poseía más de 300 especies de cíclidos, 99% de éstas endémicas (Barel 1985, Demoor & Bruton 1988; Goldschmidt 1996; Seehausen *et al.* 1996; Barliwa *et al.* 2003). Todas las especies declinaron dramáticamente sus stocks, a favor de las introducidas y la perca del Nilo, que es un gran depredador, alcanzó longitudes de hasta 2 m y peso de 220 kg. En 1999, para acabar de ensombrecer el panorama del lago, se introdujo el jacinto o buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y como ha ocurrido en 55 países a donde se ha llevado, se convirtió en una especie invasora inmanejable (Ecoforum 2001).

La perca en 1983 produjo 13.980 t y en 1989 101.257 t; por su parte, la tilapia pasó de 382 t en 1983 a 20.218 t en 1989. Paradójicamente, la introducción de la perca y de la tilapia representa el 25% de todas las capturas interiores de África. En 2000, las capturas ascendieron a 219.000 t para una población de 80.000 pescadores. La perca del Nilo representó el 70% de las capturas entre 1960 y 1969 y los cíclidos nativos casi desaparecieron (Sol 2000). De acuerdo con esta-

dísticas difundidas por la Organización Pesquera del lago Victoria, una organización intergubernamental con sede en Jinja (Uganda), la producción de la perca cayó de 518.000 t en 2007 a 298.664 t en 2009, perdiéndose casi un millón de empleos.

Para el caso de los EE. UU., los reportes indican que durante los pasados 100 años se han extinguido tres géneros, 27 especies y 13 subespecies de peces. En un 82% de los casos, la extinción involucra más de un factor y en un 68% estuvo presente la introducción de especies (Miller *et al.* 1989). Confirma la situación la presencia de entre 5.000 y 50.000 especies introducidas (10-15% establecidas y 10% invasivas). En aguas interiores, en 1999 se tenían registrados 16.000 casos que involucraban a 536 especies de peces (incluidos híbridos, especies y formas no identificadas). Estos registros estuvieron representados en 75 familias, con especies de todos los continentes a excepción de la Antártida. Cincuenta estados poseen registros de especies foráneas en aguas abiertas o naturales; los cinco primeros de la lista fueron California con 152, Florida con 127, Colorado con 106, Texas con 105 y Nevada con 93. *C. carpio*, *C. auratus* y *O. mykiss*, son las especies más ampliamente distribuidas (Fuller *et al.* 1999). En el estuario de Sacramento (California) se han establecido más de 212 especies exóticas y los invertebrados exóticos dominan completamente el bentos y el plancton. Así mismo, en sus aguas continentales, 52 especies alóctonas dominan a las 55 nativas, que se han visto obligadas a buscar nuevos hábitats (Cohen & Carlton 1995). Como consecuencia, en este estado desde 1969 no se permite la introducción de especies ícticas, a excepción de los triploides estériles de la carpa *C. idella* y para áreas muy bien definidas. A 2010 estos temas están siendo revisados a fondo para prohibir todas las especies de carpas, pues su capacidad de reproducción, adaptación y migración superó todos los cálculos iniciales sobre su incapacidad de producir impactos negativos en los grandes lagos y muchos ríos.

En la bahía de San Francisco y en los grandes lagos existen 150 especies introducidas, cuyas consecuencias se empezaron a estudiar en 1997 (Ruiz 1997), mientras que a nivel mundial Hall & Mills (2000) identificaron especies exóticas en 18 grandes lagos en los cinco continentes, afirmando que la situación cada día sería más grave debido al descenso de las capturas de las especies nativas, ante lo cual se planea su reemplazo por exóticas.

En Italia, el trasplante de 26 especies ícticas ha oscurecido completamente los patrones originales de distribución (Bianco 1995). En el Mediterráneo, la situación de las introducciones, el trasplante y las modificaciones debidas a los cambios climáticos está documentada para más de 50 especies por García & Hervella (1998).

Para el caso de América Latina, la introducción de especies piscívoras en Cuba ocasionó pérdida de diversidad biológica (Fernando 1991, Courtenay 1993). Así mismo, en 2002 Costa Rica poseía 41 especies invasoras (Hernández 2002). Una aproximación a las especies invasoras en Sudamérica reporta más de 120 en esta categoría, incluyendo los peces *O. mykiss*, *O. niloticus*, *O. mossambicus*, *G. affinis* y gambusia (*Gambusia holbrooki*), particularmente las carpas *C. carpio*, *C. idella*, *H. molitrix*, e *H. nobilis*, que para el caso de la provincia de Buenos Aires, se encuentran en más del 90% de las masas de agua dulce (Mathews 2005). En Chile, para el año de 1988 se reportaron 332 especies acuáticas oficialmente introducidas: 287 peces, 14 microalgas, 2 macroalgas, 2 crustáceos, 6 moluscos, 4 equinodermos, 4 reptiles, 3 cnidarios y un anfibio (Báez *et al.* 1998), contra las 17 especies ícticas introducidas hasta 1958 (De Buen 1958).

En 2001 la IUCN elaboró un documento en el que seleccionó las *100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo*, incluyendo cuatro plantas acuáticas, ocho invertebrados acuáticos y ocho peces. Entre éstas, en Colombia están establecidas en el medio natural los peces: *Salmo trutta*, *O. mykiss* y *O. niloticus*. Entre las candidatas a ser incluidas en una futura revisión y actualización de la lista se encuentran la carpa cabezona (*Hypophthalmichthys nobilis*), el Goldfish calico (*C. auratus*), la carpa plateada o argentina (*H. molitrix*) y la molinesia de velo (*Poecilia latipinna*).

En el lago Nicaragua (Nicaragua) y en Colombia, en los embalses de Betania e Hidroprado, las tilapias roja (*Oreochromis* sp.) y nilótica (*O. niloticus*), se han convertido en las especies más abundantes (McKaye 1977, McKaye *et al.* 1995, Alvarado 1998, Márquez y Guillot 2001), siendo objeto de una intensa actividad de pesca artesanal comercial y de 103 proyectos intensivos de acuicultura en jaulas flotantes. A su vez, en Colombia, en la Ciénaga Grande de Santa Marta (730 km<sup>2</sup> de sistema lagunar y 570 km<sup>2</sup> de área marina), *O. niloticus* ha dominado desde 1999 la pesquería, llegando a representar el 67% de las capturas (7.427.62 t). Las capturas han descendido, pero la especie en sólo tres años se convirtió en abundante (Narváez-Barinca *et al.* 2009). En ninguno de los casos descritos existió previsión biológica de los impactos negativos, que ahora son evidentes dado que muchas especies desaparecieron de las pesquerías.

Subregionalmente, entre los cinco países de la Comunidad Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) se han identificado 227 especies invasoras de todas las taxas, incluyendo las que corresponden al ámbito agrícola. Si bien esta lista está incompleta, particularmente en el ámbito acuático resulta evidente que los cinco países poseen los mismos grupos de especies invasoras y los problemas ambientales son repetitivos (Ojašti 2001).

En Perú, se reportaron 2 microalgas, 3 moluscos Turbot-, (*Scophthalmus maximus*) – (*C. gigas*), el abalón rojo de California (*Haliotis rufescens*) y 16 especies de peces: trucha arco iris (*O. mykiss*), trucha común (*S. trutta fario*), trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*), pejerrey argentino (*Basilichthys bonaerensis*), *Tilapia rendalli*, tilapia nilótica (*O. niloticus*), tilapia aurea (*Oreochromis aureum*), tilapia wami (*Oreochromis hornorum*), lebištes, guppy (*Poecilia reticulata*), carpa común (*C. carpio*), carpa herbívora (*C. idella*), *H. molitrix*, gurami (*Trichogaster argenteus*), bocačhico argentino (*Prochilodus argenteus*), espada (*Xiphophorus* sp.) y *G. affinis*. En crustáceos, dos especies: el camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*) y la langosta de pinza roja (*Cherax quadricarinatus*). Es decir, que entre los cuatro países a 1998 se habían introducido 955 especies y sobre sus impactos a esa fecha poco se sabía (Cánepa *et al.* 1998). A 2010, es posible decir que aunque se sabe algo más sobre sus impactos negativos, la información es incompleta y no hay estudios debidamente planificados a fin de determinarlos.

Para Venezuela, Ojašti (2001) reportó 1410 especies introducidas de todas las taxas, entre éstas 55 de peces. A 2007 se habían detectado 151 especies introducidas de peces; de éstas 109 eran introducidas y 42 trasplantadas. Del total de especies introducidas, 24 se encontraron establecidas en cuerpos de agua naturales, 33 en cuerpos de agua artificiales (cultivadas), dos se consideraron extintas, 26 sin información actual desde su introducción y 15 con presencia dudosa que requerían confirmación (Lasso-Alcalá y Lasso 2007). El mayor número de especies introducidas se registró en las cuencas del lago de Valencia y del mar Caribe (46 sp. c/u), lago de Maracaibo (41 sp.), Orinoco

(31 sp.), golfo de Paria (3 sp.) y Cuyuní (1 sp.). No se observaron especies de peces introducidos en la cuenca de río Negro (Amazonas) (Lasso-Alcalá y Lasso 2007). Sin embargo, de acuerdo con las investigaciones más recientes (Lasso-Alcalá *et al.* en prep.), se estima un total de 445 especies introducidas para Venezuela, y entre estas 278 dulceacuícolas, de las cuales 32 están establecidas en ecosistemas acuáticos continentales (tres malezas acuáticas, dos caracoles, 24 peces, y dos ranas). Para el caso de las especies trasplantadas, se cuenta con 80 ornamentales dulceacuícolas, que son criadas o mantenidas bajo confinamiento con fines comerciales. En general, las introducciones (cultivos, ornato, “re poblaciones”) fueron intencionales en la mayoría de los casos, aunque se evidencian escapes con origen en las instalaciones de acuicultura y acuarios.

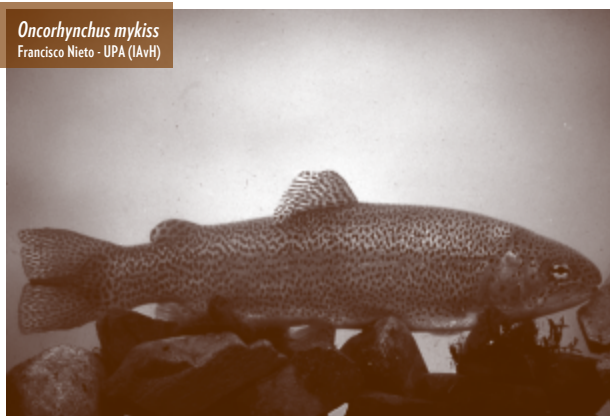
Para las cuencas anteriores, los impactos negativos han sido probados para los cíclidos *O. mossambicus*, *O. niloticus* y *Oreochromis* sp., que han pasado de los criaderos a aguas naturales en 13 de los 15 estados, estando ausentes en los estados Amazonas y Delta Amacuro (Solórzano *et al.* 2001). En el lago de Valencia, *O. mossambicus* se ha convertido en especie dominante, que debido a su característica de depredador, puede estar implicada en la casi extinción del tinicalo del lago de Valencia (*Atherinella venezuelae*), pez endémico de esta cuenca (Infante 1985). Jiménez (1977), citado por Pérez *et al.* (1997), reporta que en 1965 en la laguna Los Patos (Cumaná) estaban presentes 23 especies nativas de peces y 12 años después, sólo diez. Con base en el estudio del contenido estomacal de los cíclidos, se comprobó que tal reducción se debía en gran medida a la depredación de las larvas y juveniles de las especies nativas. Valga anotar que hubo una modificación trófica de las especies introducidas que biológicamente no fue previsible, pues normalmente se postula que tales cambios ocurren a largo plazo. Para esa fecha, las especies introducidas habían invadido la cuenca del río Manzanares (que drena directamente al mar Caribe) y eran dominantes en otras lagunas.

Invasiones adicionales se han registrado en el golfo de Cariaco en las capturas de la pesca marino-costera que se desarrolla en el área. Por ejemplo, *Oreochromis* sp. está reportada desde 1990 en la cuenca de otro río caribeño el Tocuyo, en el estado Lara, en el lago de Maracaibo, en la bahía del Tablazo, en el sistema del Gran Eneal, en el río Escalante, en áreas adyacentes a los embalses Manuelote y Tulé, en la subcuenca del río Guasare y en la ciénaga de Los Olivitos, todas localidades del estado Zulia. Por su parte, *O. niloticus* está reportada también en embalses que represan las aguas del río Unare y forma parte de la cuenca del Caribe (estado Anzoátegui) y recientemente se ha reportado en el río Tuy, principal afluente de la región centro-norte costera de Venezuela (González-Oropeza *com. pers.*).

Para el caso de Colombia, en escenarios como el seminario realizado en 1998 por la Convención sobre la Diversidad Biológica, la Comisión Permanente del Pacífico Sur -CPPS- y la UICN, se analizó el tema de las especies introducidas y el reporte de Colombia incluye siete especies: seis de peces y un crustáceo: cachama negra (*Colossoma macropomum*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), *M. rosenbergii*, *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *Oreochromis* sp., y pirañas (*Serrasalmus* sp.) (Gutiérrez y Villaneda 1998).

La cuantificación de especies introducidas y trasplantadas en aguas continentales de Colombia presentó su primer reporte en la década de los años 80, consignando a su vez medidas de prevención sobre su utilización. Rodríguez (1984) estableció la introducción de 35 especies de peces (29 ornamentales; seis de consumo) de las cuales 11 estaban en cuerpos de aguas natu-

*Oncorhynchus mykiss*  
Francisco Nieto - UPA (IAvH)



rales (seis de consumo y cinco ornamentales). Copescal (1986) reportó que entre 1940 y 1986 en Colombia se habían introducido 37 especies, de las cuales 27 eran ornamentales. Entre 1997 y 2002 se registraron 162 tipos diferentes de organismos incluyendo especies, subespecies, variedades, híbridos y formas de cultivo. Los peces fueron 154; de estos, 97 eran introducidos y 57 trasplantados, distribuidos

en 31 familias de peces y cinco de crustáceos. Las familias con mayor número de especies fueron Cyprinidae con 37, Cichlidae con 35, Belontiidae con 12, Pimelodidae con 11 y Characidae con 10, Salmonidae con ocho, Poeciliidae y Serrasalmodidae con siete. Respecto a los peces introducidos, 93 se registraron en aguas artificiales y 32 en aguas naturales. De los trasplantados, 53 estaban en aguas artificiales y 17 en aguas naturales.

Las cuencas hidrográficas con mayor número de especies ícticas introducidas y trasplantadas fueron el Medio Cauca con 90, el Alto Cauca con 89 y el Medio Magdalena con 80. La vertiente con menor “contaminación biológica” fue la del Caribe, con ocho especies. En aguas naturales, y respecto a especies introducidas, el Medio Magdalena poseía 15, el Alto Cauca 14 y el Alto Magdalena 13. Por departamentos y considerando especies introducidas y trasplantadas, el Valle del Cauca poseía 91 de 27 familias, Caldas 76 de 10 familias y Antioquia 72 especies de 12 familias (Alvarado y Gutiérrez 1997 y 2002; Gutiérrez 2005). De igual manera, existen registros de híbridos con introgresiones genéticas, de los cuales no se tiene certeza que hayan sido introducidos en el medio natural (Burbano y Usaquén 2003).

En 2005, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, con base en la consulta a expertos, seleccionó un grupo de especies invasoras en Colombia. En cuanto a plantas acuáticas al buchón (*E. crassipes*), en peces a la trucha común (*S. trutta*), a la trucha arcoíris (*O. mykiss*) y la tilapia nilotica (*O. niloticus*). Posteriormente, en 2008 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial declaró oficialmente como especies invasoras a los peces *O. mykiss*, *O. niloticus*, *O. mossambicus*, *C. carpio*, *M. salmoides* y al gurami (*Trichogaster pectoralis*).

Como se ha mencionado anteriormente, el tema de las introducciones no sólo implica el ingreso de especies provenientes de otros países. Trasplantar especies, esto es, el movimiento de especies de una región a otra dentro del mismo país, conlleva el riesgo de que se vuelvan invasoras. De hecho, los trasplantes ofrecen los mismos problemas e impactos potenciales que la introducción, pues son elementos adventicios que eventualmente pueden ser exitosos, convirtiéndose en factores adversos de difícil mitigación o erradicación (Lachner *et al.* 1970). Mientras este hecho tiene notable trascendencia a escala global, en Colombia se ha hecho frecuente efectuar repoblaciones, reintroducciones, bien sea con especies trasplantadas, exóticas o con híbridos, sin mediar para ello ninguna previsión biológica o fundamento científico. De esta situación existen múltiples ejemplos, como el caso de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii*), originaria de las cuencas

del Magdalena (Colombia), Maracaibo y Caribe, trasplantada a la cuenca del Orinoco (Royero y Lasso 1992, Señaris y Lasso 1993) y posteriormente introducida de forma accidental en los llanos inundables del estado Portuguesa, incorporándose a los ambientes naturales tras las crecientes del río (Mago 1978). En la actualidad, esta especie ha desplazado a los cíclidos nativos de los llanos venezolanos, e incluso a otras especies llaneras, aportando en las lagunas inundables la mayor biomasa (Lasso *obs. pers.*).

Respecto a microorganismos, son pocos los planteamientos nacionales referidos al tema, además de que existe la costumbre de la introducción azarosa, con fines como la biorremediación y el mejoramiento de suelos, con la posibilidad de que pasen a los ecosistemas acuáticos.

## Antecedentes globales y nacionales sobre las introducciones en aguas marinas

Los ecosistemas marinos son más diversos a nivel de taxas que los ecosistemas acuáticos continentales. 30 *phyla* de los 32 descritos se encuentran en el medio marino y 15 de ellos le son exclusivos (Norse 1993). Ante esto existe la preocupación creciente de que una amplia variedad de especies estén expuestas a riesgos de extinción cada vez mayor y que la biodiversidad marina se encuentre experimentando una pérdida que podría ser irreversible debido a la sobrepesca, la captura accidental, el cambio climático y en especial por los impactos de las introducciones generalizadas y de las especies invasoras.

Los procesos de establecimiento de especies marinas en hábitats diferentes se deben, entre otras razones, a cambios en los procesos naturales que han sido alterados por fenómenos derivados, por ejemplo, del cambio climático, o por las introducciones intencionales para mejorar las pesquerías, por la acuicultura que promueve actividades comerciales a través de los peces ornamentales y por el movimiento de organismos a través de aguas de lastre o adheridos (*fouling*) a los cascos de los buques.

Se ha postulado que tal vez la más importante fuente potencial de especies invasoras en ambientes acuáticos el mundo se encuentra en las aguas de lastre, utilizadas por grandes embarcaciones para compensar la capacidad de carga de los navíos cuando se encuentran vacíos y permitir así la navegación. Estas aguas son cargadas y transportadas de puerto en puerto alrededor del mundo a una tasa estimada de 3 a 5 billones de toneladas al año (Raaymakers 2002), llevando consigo miles de especies, organismos y microorganismos a través de los océanos, rompiendo así las barreras geográficas existentes. Valga señalar que se ha estimado que las aguas de lastre transportan en promedio cuatro millones de organismos y entre 7.000 y 10.000 especies, de las cuales unas 500 se acoplan a nuevas localidades (Carlton 1985, Townsend 2004, Mathews 2005, Rilov & Crooks 2007). Invasiones biológicas como la del ctenóforo (*Mnemiopsis leidy*) en los mares Báltico, Caspio y Negro y la epidemia de cólera en Perú en los 90, son atribuidos a este vector.

Al respecto, en Colombia, se han realizado estudios para identificar los organismos transportados en aguas de lastre que alcanzan las costas y que podrían ser potencial fuente de invasiones biológicas (Rondón *et al.* 2003, Gavilán *et al.* 2005, Montoya *et al.* 2006, Montoya 2007 y Montoya *et al.* 2008). En estos estudios se han identificado numerosas especies con potencial invasor que estarían llegando a los puertos de Cartagena, Coveñas, Puerto Bolívar y Santa Marta. Sin

embargo, se hace necesario ampliarlos al medio natural para determinar el establecimiento y potencial invasor de estas especies. No obstante, es necesario advertir que los indicios de especies invasoras establecidas por este medio son preocupantes debido a la ausencia de controles y puesta en práctica de protocolos para minimizar su riesgo.

Otro factor que incide en el fenómeno de las invasiones biológicas marinas en el mundo, además de las aguas de lastre, es el comercio de peces para acuario, que representa una de las cinco principales vías para la introducción. El número aproximado de especies que han invadido los ecosistemas naturales se estima en 150 (Ruiz 1997; Siguan 2003; Padilla 2004; Rilov & Crooks 2007). Actualmente, en vista de las múltiples y negativas experiencias, estas actividades suelen estar debidamente reguladas internacional y nacionalmente por normas específicas que incluyen los aspectos sanitarios y aduaneros.

Los efectos nocivos de las especies introducidas e invasoras, especialmente en los medios insulares -de reconocida fragilidad ecológica- son bien conocidos: aves marinas extintas por ratas o carnívoros, plantas endémicas y comunidades vegetales afectadas por herbívoros, fenómenos irreversibles de erosión desencadenados por conejos o ungulados, introgresión genética o difusión de enfermedades e impactos sobre el medio acuático. La conveniencia del control de la introducción de especies, siendo la regla general, no debe tener excepciones, de forma que el análisis caso a caso debe ser previo a cualquier decisión que las considere como una opción.

Introducir especies como mecanismos de presa ha sido una práctica corriente, especialmente en América, Canadá, Escandinavia y Suecia. Introducciones de reliktos glaciales de crustáceo (*Mysis relicta*) han sido desarrolladas durante varias décadas (Furš *et al.* 1978), y aunque parecen haber sido exitosas, en muchos casos se han observado fuertes repercusiones negativas sobre la comunidad zooplanctónica nativa.

A escala global entre las especies marinas, los más comúnmente introducidos han sido el camarón japonés (*Penaeus japonicus*), el camarón del Indopacífico (*Penaeus monodon*) y en moluscos, la ostra gigante (*Crassostrea gigas*), la lapa (*Crepidula fornicata*), tridacna (*Tridacna derasa*) y topshell o trochus (*Trochus niloticus*). (Welcomme 1981, Moyle & Leidy 1992, Allan & Flecker 1993).

Muchos son los ejemplos de invasiones por organismos marinos como el mejillón cebra (*Zebra mussel*), que se introdujo en Norteamérica proveniente del mar Caspio -Europa del Este-, y ahora está expandido en los grandes ríos norteamericanos y en los grandes lagos, multiplicándose a tasas increíblemente rápidas, en un número de 700.000/m<sup>2</sup>. Estas cifras han alterado ecosistemas, amenazando con la extinción a 90 especies, causando grandes trastornos a la navegación y representando su control más de tres mil millones de dólares en diez años (Hernández 2002). El caso ya citado del ctenóforo (*Mnemiopsis leidy*) en los mares Báltico, Caspio y Negro diezmo las poblaciones de peces y cambió radicalmente la pesquería de la zona mediada por las aguas de lastre. La lamprea marina (*Petromyzon marinus*) que penetró a los grandes lagos (EE.UU.) a través del canal Welland y su control ascendía a US\$ 14 millones de dólares anuales (Pimentel 2000).

Para Sudamérica se reconocen entre otras especies como invasores al balano (*Balanus glandula*), al poliqueto sésil de Australia (*Ficopomatus enigmaticus*), que forma extensos arrecifes modificando los ecosistemas de los estuarios, a la ostra japonesa (*C. gigas*), que se ha propagado

rápida en las bahías poco profundas, y a la planta acuática wakame (*Undaria pinnatifida*) nativa de Corea, China y Japón (Mathews 2005).

En Venezuela, dentro del total de 1.410 especies introducidas, se han identificado seis especies de algas marinas, 29 de moluscos y 10 de crustáceos (Ojašti 2001). Pero las más recientes investigaciones reportan que se han introducido 167 especies marinas -sin contabilizar peces-, entre las que se encuentran algas (seis especies), seis anémonas, 10 moluscos (cuatro bivalvos, seis gasterópodos), 17 crustáceos (dos anfípodos, tres cangrejos, diez camarones, dos balanos), una ascidia y 286 especies de peces. Del total se encuentran establecidas 32 en ecosistemas marinos (seis algas, una anémona, cuatro bivalvos, 14 crustáceos, una ascidia y seis peces). Entre los trasplantados, se cuenta con cinco anémonas, cuatro gasterópodos, tres camarones y 130 ornamentales marinos (Lasso-Alcalá *et al.* en prep.).

Así mismo, en la cuenca de la Plata en Argentina, los bivalvos exóticos mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) y las almejas (*Corbicula largillierii* y *Corbicula fluminea*), reportados desde 1938 y traídos vivos con fines gastronómicos por los inmigrantes asiáticos o por tripulantes de buques, se constituyeron en especies invasoras. *L. fortunei*, oriunda de China, fue detectada por primera vez en Sudamérica en Bagliardi, cerca de Buenos Aires (Argentina) en 1991. La densidad inicial fue de 5 mejillones/m<sup>2</sup>, un año después aumentó a 36.000 ejemplares/m<sup>2</sup>. En 1993, la cifra había ascendido a 80.000/m<sup>2</sup> y en 1998 alcanzó los 150.000/m<sup>2</sup> (Darrigran & Pastorino 1995, Mathews 2005).

En 1998, Colombia, Ecuador, Panamá y Perú habían introducido 955 especies a aguas marino-costeras, de las cuales 227 eran invasoras (CPPS/CBD/PNUMA 1998).

En 2005, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, como parte de un grupo de expertos, seleccionó como especies invasoras en Colombia a los invertebrados marinos al mejillón (*Electroma* sp.), al mejillón de estuario (*Mytilopsis sallei*), a la jaiba azul (*Charybdis hellerii*), a la jaiba (*Callinectes exasperatus*) y al alga marina (*Kappaphycus alvarezii*). Posterior a esto, en 2010 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante la Resolución 207 declaró oficialmente como invasoras al langostino (*Penaeus monodon*) y al pez león (*Pterois volitans*).

Respecto a *P. volitans*, originario del Indopacífico y exportado como ornamental en todo el mundo por los acuaristas, este pez llegó al Caribe -incluida Colombia- por vía escape o introducción intencional, aparentemente desde La Florida (EE.UU.) y las condiciones reinantes de hábitats coralinos, formaciones rocosas y sustratos arenosos y profundidades ideales para su estancia de 1 a 50 m, temperaturas entre los 18-30°C, pH de 8,0 a 8,5 y salinidad de 30-40 ppt, lo ha convertido en un invasor. Sin mencionar su capacidad depredadora, comprobada mediante estudios estomacales, es decir, tendremos que convivir con esta especie y ver sus impactos, sin tener la capacidad de mitigarlos (Muñoz 2010). A julio de 2010, en la bahía de Santa Marta (departamento del Magdalena) se habían extraído aproximadamente 320 individuos (Acero *obs. pers.*) y un número menor en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

El panorama de las introducciones y los trasplantes frente al cambio climático favorece una mejor adaptación de las especies invasoras o trasplantadas, generándoles ventajas comparativas respecto a las nativas (Sutherst 2000; FAO 2006, Millennium Ecosystem Assessment 2006).

Predicciones sobre los incrementos globales de temperatura en los océanos, los recursos hídricos y los ecosistemas en general tendrán marcados impactos sobre su estructura y función.

Diversas aproximaciones han conducido a examinar las consecuencias sobre la fisiología de los organismos como consecuencia de los cambios de temperatura o de las concentraciones de CO<sub>2</sub>. Aronson & Blake (2001) encontraron modificaciones en las comunidades bénticas en la Antártida; Bunce *et al.* (2002) cambios de abundancia en las pesquerías comerciales en Australia; (Piontkoski & Landry 2003) registraron alteraciones en la diversidad de especies respecto a copépodos en el océano Atlántico tropical y en el mar de Bering (Brodeur *et al.* 1999) hallaron sustanciales incrementos de medusas. A su vez, y como efecto de los cambios ocurridos en los patrones de circulación en los últimos 38 años en el Atlántico ibérico, respecto a la sardina (*Sardina pilchardus*) se identificaron modificaciones negativas en su abundancia (Guisande *et al.* 2004).

Así mismo, (Chiba *et al.* 2006) han detectado cambios en el zooplancton en el subártico (Oeste del Pacífico Norte) en un período de 50 años, y dado que estamos expuestos a mayores impactos de rayos ultravioleta, Sayed *et al.* (1996) reportan los impactos sobre los ecosistemas marinos, en especial sobre la disminución de las comunidades zooplanctónicas. Por otra parte, teniendo en cuenta que Hawai es una isla altamente invadida, Benning *et al.* (2002) han estudiado los cambios climáticos respecto a las invasiones biológicas, el uso del suelo y las aves endémicas, encontrando una correlación positiva entre esta situación y la aparición de pandemias como la malaria aviar, producida por la presencia de *Plasmodium relictum* que afecta a especies endémicas. En un estudio de 10 años en Long Island (EE. UU.), se establecieron modificaciones en las comunidades marinas de invertebrados sésiles (Stachowicz *et al.* 2002). Es decir, la relación introducciones, posteriores invasiones y alteraciones ocurridas frente a los cambios climáticos, están en plena ocurrencia y es poco lo que se puede hacer para detenerlas y manejarlas.

Por otra parte en lo que se refiere a la introducción de organismos vivos modificados, al igual que en otras latitudes, en Colombia prevalece la pérdida de la dimensión biológica, en aras de la productividad económica, que incluso se acentuará y será mayor con el auge de la biología molecular (genómica-proteómica), que al igual que la revolución verde de los años 60's cree tener la solución -entre otros- a la producción de alimentos-. Es decir, la paradoja que no resolvió aquella, dicen que si lo hará ésta. Lo complicado científicamente es que no se tiene una aproximación conceptual, o probabilística sobre los potenciales impactos de organismos vivos modificados (Yiang 1993). De igual manera en el inmediato futuro es previsible la liberación masiva de OVM de fauna y flora, y especialmente los de uso agrícola que han cobrado auge. El planteamiento generalizado sobre estas especies resalta es su potencial económico y la solución que estos ofrecen en términos de: carencias vitamínicas en ciertos sectores de la población y la reducción de los impactos medioambientales por la disminución en el uso de fungicidas y plaguicidas.

En éste documento, se incluye como parte de los análisis peces, moluscos y crustáceos (carpas, lubinas, moluscos, ostras, salmones y tilapias) algunas de éstas reconocidas como invasoras; pues incluso para muchos investigadores los OVM dada su nueva constitución genética, que supera

los mecanismos evolutivos naturales, debieran ser considerados como “*organismos exóticos*” (Ojašti 2001).

## El proceso metodológico, la metodología propuesta y su utilización

Tomar decisiones sobre importaciones e introducción, debe basarse en tres consideraciones: (1) la primera debe ser científica; (2) una segunda de política pública; y (3) una postura ética que demuestre la viabilidad de manejo y control de especies bajo un nivel de seguridad viable y aceptable.

Todas las actividades respecto a introducción de especies, trasplante, actividades de repoblación, utilización de híbridos y de OVM, tienen que ver directamente con el reconocimiento y aplicación de la normatividad nacional e internacional, la investigación, la adopción de protocolos para análisis de riesgo, que en la práctica incluyan antes y posterior a la importación previsiones y análisis en aspectos como: la cuarentena, el transporte, la patología, y la genética.

La introducción de especies, de Organismos Vivos Modificados -OVM- de híbridos, el trasplante y su utilización en medios naturales o en confinamiento, y que incluyen o no especies invasoras, originan doce situaciones prácticas, todas con amplias evidencias de lo ocurrido a escala global, regional y nacional. Importación e introducción de especies foráneas con fines de reproducción, para establecimiento de zootecnia en sistemas abiertos o controlados, con flora acuática, con recursos hidrobiológicos, con pesqueros o acuícolas, para acuicultura controlada (intensiva - semintensiva - superintensiva - extensiva) son prácticas comunes y normalmente todas dispersas y sin el debido control. Las situaciones derivadas de estas actividades son:

1. Importación e introducción de especies foráneas con fines de reproducción, para realizar repoblación (en aguas cerradas - aguas abiertas - áreas silvestres continentales, marinas y salobres) con fines de ornato, o como mascotas.
2. Importación de especies foráneas vivas, sin fines de reproducción, sino para consumo u ornato y mantenidas en medios controlados (acuarios - estanques - viveros - forestería, silvicultura - bioterios - zoológicos, etc.).
3. Importación e introducción de especies foráneas, a fin de establecer un pie parental, que permita generar una población de individuos estériles para cultivo, cría, levante o repoblación, y venta como mascotas o como ornato.
4. Introducción de especies foráneas, con fines científicos y de investigación en ambientes controlados (laboratorios).
5. Trasplante de especies nativas con fines comerciales a través de acuicultura totalmente controlada, acuarios, forestería, y venta de mascotas.
6. Importación e introducción de híbridos de cualquier naturaleza, obtenidos mediante cruces genéticos tradicionales de especies foráneas, o nativas.
7. Trasplante a ambientes cerrados o controlados de híbridos obtenidos mediante cruces genéticos tradicionales y que podrían ser utilizados para actividades de repoblación.
8. Importación e introducción de organismos vivos de OVM a ser utilizados en investigación en ambientes controlados (laboratorios de investigación científica básica).
9. Introducción de microorganismos con fines de remediación de aguas, suelos, etc.

10. Importación e introducción de *ítems* alimenticios para organismos acuáticos.
11. Introducción de microorganismos genéticamente modificados para investigación en ambientes confinados, y finalmente liberados al medio natural.
12. Producción nacional de ovm de cualquier taxa para actividades agrícolas, forestales, de acuicultura y para repoblación en ambientes naturales.

Respecto a otras taxas, existe una circunstancia que hace riesgosa la introducción de especies acuáticas, su trasplante o su utilización en el medio acuático: es casi imposible su manejo, control o erradicación.

Deberá entenderse que cualquier situación con impactos negativos sobre los ecosistemas y sus componentes, a través de especies introducidas o trasplantadas, se cimentan en la toma de decisiones que no han estado acordes bien con la normatividad internacional o nacional vigente, o con la forma apresurada y científicamente inconsulta de las decisiones para proceder a su autorización de importación y posterior uso.

Globalmente existen alrededor de 45 instrumentos internacionales (convenios, protocolos, directrices) que consideran de manera puntual el tema de las especies exóticas y de las especies invasoras. Para muchos países son jurídicamente vinculantes y estando vigentes, merecen ser conocidos por todos los interesados en el tema. Colombia, posee un marco normativo -que incorpora la normatividad internacional-, aunque es ampliamente desconocida y en consecuencia poco aplicada.

Los tratados y las convenciones como instrumentos técnicos, van más allá de la consideración de un simple instrumento jurídico, ya que hacen recomendaciones preventivas. Así, los convenios de protección sobre los ecosistemas y sus componentes, son considerados a la vez como:

- ▶ Marco de referencia de Programas Ambientales Regionales.
- ▶ Instrumentos para el desarrollo y aplicación de las legislaciones nacionales.
- ▶ Instrumentos privilegiados para las relaciones de cooperación entre los Estados.
- ▶ Instrumentos privilegiados para la planificación de la gestión en la explotación racional y protección del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

De tiempo atrás para el caso de los recursos acuáticos, existen protocolos para análisis de riesgo, códigos de práctica, códigos de conducta, directrices, recomendaciones técnicas y prohibiciones. El primero de éstos fue publicado por el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (Ciem) en su reunión estatutaria de 1973, recomendando a todos los países implementar el *Código de Práctica para Reducir los Riesgos de los Efectos Adversos Provenientes de la Introducción de Especies Marinas No Indígenas* que fue finalmente adoptado en 1979. El Código tiene como eje central la conservación de la diversidad biológica incluyendo:

1. El movimiento de especies que potencialmente puedan ser hospedadoras de patógenos o de enfermedades.
2. Los impactos ecológicos o ambientales interespecíficos de las especies introducidas o transferidas. Haciendo énfasis en los impactos que puedan generar cuando escapen de los medio confinados en que son criadas, y establecen *stocks* silvestres.

3. Los impactos genéticos derivados de escapes de las especies introducidas o transferidas criadas en cultivos, sobre las poblaciones o especies nativas, y de los OVM que hayan pasado al medio natural.

A su vez, vale la pena mencionar que está compuesto por cinco secciones:

1. Recomendaciones y procedimientos para todas las especies objeto de uso y decisiones de regulación para nuevas introducciones.
2. Recomendaciones a seguir una vez se ha tomado la decisión de introducir un organismo.
3. Regulaciones a ser consideradas por las instituciones para prevenir las introducciones no autorizadas.
4. Recomendaciones y procedimientos para la introducción o transferencia de especies que son usualmente utilizadas para actividades comerciales.
5. Recomendaciones y procedimientos para permitir o no la liberación de OVM.

Las condiciones de importación de organismos acuáticos pueden variar según los fines de la misma y el manejo que de estos se haga. Muchas podrían ser las consideraciones, para cada una de las situaciones antes descritas, sin embargo la formulación de estos procedimientos le compete a la máxima autoridad ambiental nacional -Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- la única competente para permitir la importación o exportación de material biológico (fauna y flora silvestre) cualquiera sea su naturaleza y fin.

En este mismo sentido, la introducción al país de parentales, especies, subespecies, razas, híbridos o variedades foráneas con fines de cultivo, levante, control biológico, reproducción o comercialización, para establecerse o implantarse en medios naturales o artificiales, que puedan afectar la estabilidad de los ecosistemas o de la vida silvestre, es a su vez competencia exclusiva del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Decreto 2820 de agosto 5 de 2010 -Licencias Ambientales-) a través del otorgamiento de una licencia ambiental.

Por otra parte, consideración especial merece la importación de organismos con fines de investigación básica -por ejemplo biomedicina, biorremediación, o investigación básica- y que no suponen su liberación al medio natural. Si el organismo importado va a mantenerse en estricto confinamiento -en laboratorio-, no se necesitaría ningún análisis de riesgo estricto, pero sí el acatamiento de la normatividad vigente y de las condiciones que establezca la autoridad ambiental. Se presume que cuando se autoriza la importación de un pie parental para hacer ensayos, éstos se harán en estricto confinamiento, y sin la menor probabilidad de que las especies puedan acceder a los ambientes naturales.

En este mismo orden de ideas, no se requerirían condiciones de cuarentena cuando el laboratorio o el área de experimentación poseen las condiciones apropiadas para un confinamiento efectivo. Si estas condiciones no son comprobables y verificables, por parte de la autoridad ambiental que autoriza la importación -no la introducción al medio natural- no deberá existir ninguna excepción respecto a los requisitos a exigir y los análisis de riesgo deberán ser aplicados con toda rigurosidad. Bajo este mismo aspecto, la conducta a seguir por parte de la autoridad ambiental, en el caso de solicitudes de importación de organismos con fines económicos para ser investigados

o analizados en ensayos controlados “*ex situ*” o confinados “*in situ*”, no se deberá suprimir bajo ninguna circunstancia el análisis de riesgo, y la obligatoriedad de la licencia ambiental, pues por esta vía muchas especies han pasado casi inmediatamente al medio natural, debido a errores en el diseño del experimento o por su cercanía o erróneo aislamiento de ecosistemas cercanos, que pueden potencialmente ser impactados de manera negativa.

Establecer modelaciones cuantitativas o predicciones, sobre el curso y consecuencias de una invasión biológica no es posible al 100%, aunque existen aproximaciones estadísticas, y de probabilidades, como las consignadas en la tabla 1.

En lo que sí hay diversidad es en la propuesta de modelos analíticos, que no siempre cuentan con estimas ciertas de las variables y, antes que una especie invasora haya sido introducida y se conozca su estado de dispersión, pueden carecer de certeza. Sin embargo, con suficientes datos empíricos (historia de vida: tasas de supervivencia, tasas de fertilidad, resistencia a tenses ambientales y factores genéticos que le otorgue mejores características, etc.) es posible y sólo para algunas especies reconstruir “viejas, o recientes” invasiones. En otro sentido, cualquier ejercicio es un análisis potencial de riesgos, dotado de cierta incertidumbre, que dependerá de la exactitud con que se conozcan las variables a analizar, y de la capacidad y experiencia de los evaluadores. El concepto de evaluación de riesgo se basa en el principio de la precaución que utiliza el Convenio Internacional sobre Diversidad Biológica y tiene por objetivo evitar la introducción de especies potencialmente dañinas, poniendo el peso de la prueba en quien hace la solicitud de la introducción. De esta manera, si la especie no puede ser comprobada como “inocente”, por precaución no se autoriza su importación, evitando así el daño implícito que pueda ocasionar.

Los diversos protocolos o metodologías, utilizan criterios numéricos para su evaluación, o sistemas de claves dicotómicas que conducen a la toma de la debida determinación, sobre si se permite o no una importación o su introducción, esté o no el organismo en la categoría de invasora. Que sea reconocida como invasora a escala global, regional o nacional es un criterio más, pero de hecho importante para cualquier análisis.

MODELO	SOFTWARE
Qualitative modelling	MAPLE
Statistical modelling	R
Bayesian modelling	WINBUGS
Monte Carlo simulation	@ RISK
Monte Carlo simulation	CRYSTAL BALL
Interval and probability bounds analysis	RISK CALC
Probability bounds analysis	STATOOL

**Tabla 1.** Modelos y software para análisis cuantitativos

Conociendo la situación nacional sobre el tema y lo que se acostumbra hacer, además de lo que la normatividad exige, se analizaron entre otras las metodologías propuestas por: Turner (1988), Aquatic Nuisance Species Task Force (1994), Horner & Eshenroder (1993), FAO (1995), ANSTF (1996), Hengeveld (1996), EPA (1998), Graham & Iwachewski (2001), Great Lakes Indian Fisheries Commission (2001), Murray & Pinkham (2002), CABI Bioscience (2005), Landis (2006), Japanese Ministry of the Environment (2006), Koike *et al.* 2006, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2007), Duncan (2008), Vila *et al.* (2008), Comisión para la Cooperación Ambiental (2009) e ISEIA (2009), y

la base de datos I3N (Red Temática de Especies Invasoras de IABIN (Red Inter-Americana de Información sobre Biodiversidad) en donde existe una plataforma para compilar y organizar información sobre esta materia, lo que permitió tener un panorama claro de lo que las mismas perseguían.

Luego de establecer y acopiar los errores que nacionalmente se han cometido alrededor de la importación e introducción de especies, se llegó a la formulación de una propuesta sobre Análisis de Riesgo (AR) para organismos acuáticos (continentales - salobres - marinos) que cuenta con cuatro grandes secciones:

1. Riesgo de establecimiento
2. Impacto
3. Factibilidad de manejo y control
4. Fines y destino de la introducción

En coherencia con la metodología general expuesta en el capítulo II, hay estándares metodológicos comunes que fueron considerados e incluidos: (1) Secciones (mencionadas anteriormente) ajuste climático, (2) los niveles de riesgo de las especies invasoras e incertidumbre y (3) el análisis de riesgo fue probado con algunas especies de los Anexos 4.3 - 4.4 - 4.5 que hacen referencia a los organismos acuáticos (continentales - salobres - marinos) que históricamente están registrados como introducidos y trasplantados, o utilizados en Colombia, para así validar su formulación y metodología.

El análisis de riesgo (Anexo 4.1) propuesto consta de 45 preguntas, y la valoración de cada una de éstas se consigna en la tabla 2, y hace referencia a cómo medir: el riesgo de establecimiento de una especie así haya sido o no considerada como invasora; su impacto sobre los ecosistemas, las comunidades, las poblaciones o especies nativas; la factibilidad de manejo y control en el caso que se incorpore al medio natural, y los fines y destinos de la introducción. Valga anotar que todas las preguntas deberán ser contestadas, así no sea pertinente, pues para ello se ha asignado la valoración cero (0) para cuando la pregunta no califique en la evaluación.

VALORACIÓN NUMÉRICA	SIGNIFICADO
Cero (0)	Cuando no sea pertinente contestar la pregunta, se coloca esta calificación.
Uno (1)	Mínimo impacto negativo
Tres (3)	Bajo impacto negativo
Cinco (5)	Impacto negativo medio
Siete (7)	Alto impacto negativo
Diez (10)	Extremadamente riesgoso
Quince (15)	Alta incertidumbre sobre el riesgo y los impactos negativos. O cuando no existiendo información, en aspectos relevantes como las características de la especie; su control o manejo puede incluirse en esta opción.

**Tabla 2.** Valoración numérica de las respuestas y su significado

La incertidumbre en las respuestas al momento de hacer las evaluaciones y consignar su valoración, debe tener un gran peso, debido a que no contar con certeza para la toma de una decisión, puede ser aún más riesgoso, porque por ésta vía se podrían estar dando autorizaciones, que luego acarrearían impactos negativos, y que para el caso de organismos acuáticos son de difícil remediación y/o manejo. En ecosistemas acuáticos, lo que introduce “se queda para siempre y termina solamente si la especie no prospera”. De hecho, globalmente cuando las evaluaciones se han efectuado de manera ligera y sin valorar sus impactos, han generado consecuencias como

las ya enunciadas para muchas especies en múltiples ecosistemas y su diversidad biológica. Y si a esto se suma que se está frente al fenómeno de especies invasoras, cuyo manejo y control es casi imposible, o si lo son, tienen altos costos, lo mejor es actuar de manera precautoria.

Es deseable que los potenciales impactos negativos se puedan medir o cuantificar. Los impactos económicos se miden, lógicamente, en pérdidas monetarias. Sin embargo, para ciertos impactos negativos al ambiente o a la sociedad (ej. protección de un grupo étnico o un valor cultural) el precio monetario no es necesariamente la mejor manera de medir los daños, por lo que los componentes cuantificables no se deben restringir al valor monetario. Igualmente hay impactos sociales cuyos efectos son difíciles de medir, como el impacto negativo que tiene una marea roja (por un alga exótica) sobre las especies objeto de pesca artesanal, lo cual impacta la socioeconomía de los pescadores artesanales, que deben suspender sus faenas por semanas o meses, hasta que pase el efecto tóxico.

Las puntuaciones establecidas mínima (1) y máxima (15) para la toma de decisiones luego de aplicado el protocolo de riesgo, se consignan en la tabla 3 y se corresponden con la valoración numérica de cada sección. La calificación consignada en la tabla 3, lo que denota es que pueden existir dos eventos extremos en la evaluación, un mínimo en donde todas las preguntas sean respondidas con un valor de uno (1) y un extremo máximo con respuestas de quince (15). Para el primero de los casos da un total de 45 puntos, y en el segundo de 675 puntos.

SECCIÓN	ANÁLISIS	NÚMERO DE PREGUNTAS	PUNTUACIÓN MÍNIMA	PUNTUACIÓN MÁXIMA
A	Riesgo de establecimiento	17	17	255
B	Impacto	18	18	270
C	Manejo	8	8	120
D	Fines de la introducción	2	2	30
	TOTAL	45	45	675

**Tabla 3.** Número de preguntas de cada una de las secciones del análisis de riesgo (AR).

Considerando que no todas las secciones deben tener el mismo peso para la evaluación, se estableció luego de realizar varias aplicaciones del análisis de riesgo con especies ya introducidas, que cada una de las secciones merecía tener un peso específico diferente (Tabla 4). Tal como se puede ver en esta tabla, la sección A, tiene un peso en porcentaje respecto al número de preguntas total (45) del 47%; la sección B, de un 35%, la sección C del 13% y la sección D del 5%.

Con base en el número de preguntas de cada sección, se estableció el peso de cada una de las preguntas para la valoración del riesgo (Tabla 5). Se determinó que el peso para cada una de las preguntas, estaría dado por la división entre el porcentaje asignado a cada sección y el número de preguntas de cada sección (% asignado a la sección/No de preguntas de la sección). Sirva de ejemplo:  $\frac{47}{17} = 2.765$  es el peso de las preguntas de la sección A;  $\frac{35}{18} = 1.944$  es el peso de las preguntas de la sección B;  $\frac{13}{8} = 1.625$  es el peso de las preguntas de la sección C y  $\frac{5}{2} = 2.500$  es el peso de las preguntas de la sección D.

**Tabla 4.** Peso en porcentaje (%) de cada una de las secciones para la evaluación final del análisis de riesgo.

SECCIÓN	ANÁLISIS	NÚMERO DE PREGUNTAS	PESO EN PORCENTAJE PARA LA EVALUACIÓN FINAL
A	Riesgo de establecimiento	17	47%
B	Impacto	18	35%
C	Manejo	8	13%
D	Fines de la introducción	2	5%
	TOTAL	45	100%

Teniendo el peso de cada una de las preguntas de cada sección, se procede a multiplicar por éste, el número de preguntas que ha sido contestado en cada sección. En la tabla 6 están los escenarios resultantes de las diferentes posibilidades de respuestas al análisis de riesgo, que consisten básicamente en suponer que todas las preguntas por ejemplo sean contestadas con las diferentes calificaciones (1 - 3 - 5 - 7 - 10 -15). Es decir, si todas las preguntas fueran contestadas con el valor de uno (1) el resultado sería:

$$17 \times 2.765 \times 1 = 47$$

$$18 \times 1.944 \times 1 = 35$$

$$8 \times 1.625 \times 1 = 13$$

$$2 \times 2.500 \times 1 = 5$$

**TOTAL 100**

El ejercicio extremo con una valoración o calificación de todas las preguntas con 15 sería:

$$17 \times 2.765 \times 15 = 705$$

$$18 \times 1.944 \times 15 = 525$$

$$8 \times 1.625 \times 15 = 195$$

$$2 \times 2.500 \times 15 = 75$$

**TOTAL 1500**

SECCIÓN	PREGUNTAS	PESO PREGUNTA	1	3	5	7	10	15
A	17	2.765	47	141	235	329	470	705
B	18	1.944	35	105	175	245	350	525
C	8	1.625	13	39	65	91	130	195
D	2	2.500	5	15	25	35	50	75
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>		<b>100</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>700</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>

**Tabla 6.** Definición del peso de las preguntas y sus valores por escenarios de valoración de cada una de las preguntas del análisis de riesgo.

Finalmente y dentro del concepto de poder con base en el análisis de riesgo, llegar a determinaciones y calificaciones sobre las especies de alto, bajo o de aquellas especies que requieren un mayor análisis antes de permitir su importación, en la tabla 7 se consignan los rangos que las caracterizarían.

DECISIÓN SOBRE LA VALORACIÓN DEL RIESGO DE UNA ESPECIE	PUNTUACIÓN FINAL
Especies de alto riesgo	Entre 601 puntos a 1500
Especies que requieren mayor análisis.	Entre 600 a 351 puntos
Especies de bajo riesgo	Inferior o igual a 350 puntos

**Tabla 7.** Establecimiento del nivel de riesgo de las especies una vez aplicado el análisis de riesgo.

En términos generales el procedimiento para el diligenciamiento del análisis de riesgo, es bastante simple y consiste básicamente:

1. Disponer del análisis de riesgo.
2. Poseer toda la información sobre la especie a ser analizada, con soportes documentales (artículos científicos, casos de estudio, evidencias de cualquier índole).
3. Compilar de manera previa toda la información objeto de cada una de las secciones y sus preguntas.
4. Empezar a diligenciar el análisis de riesgo, consignando en cada una de las secciones las debidas valoraciones acorde con lo establecido en la tabla 3.

5. Todas las preguntas deberán ser contestadas y aquellas que no tengan pertinencia para el análisis deberán ser contestadas con el valor de cero (0).
6. Cuando al contestar una pregunta exista alta incertidumbre sobre el riesgo y los impactos negativos, o cuando no existiendo información, en aspectos relevantes como las características de la especie, su control o manejo pueden incluirse en esta opción, calificándola con un valor de quince (15). Como se ha expresado, la incertidumbre cae en la categoría de riesgoso, porque por esta vía se podrían estar dando autorizaciones, que luego acarrearían impactos, y que para el caso de organismos acuáticos son de difícil remediación o manejo.
7. Al final se multiplica el número de preguntas contestadas en cada una de las secciones por el dado a cada una de las preguntas de las cuatro secciones, y así al final se obtiene una calificación final que sumada, arroja la valoración de riesgo consignada en la tabla 7 (especies de alto riesgo; especies que requieren mayor análisis y especies de bajo riesgo).
8. Teniendo en cuenta los diagnósticos globales, regionales, nacionales y la forma como se han tomado decisiones para permitir importaciones, introducciones, trasplantes, utilización de híbridos y acciones de repoblación, se llegó a la conclusión, que la mayoría de los posteriores errores ocurrieron, porque se consideró que existían especies de “impacto medio” lo cual nunca resultó cierto y ante estas situaciones, sin pensarlo se generó alta incertidumbre y alto riesgo.

A manera de ejemplo (Anexo 4.2), el análisis de riesgo se aplicó a la tilapia nilótica (*O. niloticus*), especie que siendo exótica, ha sido reconocida como invasora a escala global y regional (Sudamérica) y nacional, existiendo sobre la misma abundante información biológica, de su historia natural, de sus impactos (negativos y positivos) incluyendo la imposibilidad de su manejo o control una vez se encuentre establecida en los ecosistemas naturales. Arrojando al final del ejercicio una puntuación que según varias evaluaciones osciló entre 748 y 1056,88, que confirma la validez del análisis de riesgo y las características de la especie como de alto riesgo, aun no considerando la sección.

## Resultados de análisis de riesgo de las especies de aguas continentales, salobres y marinas

Las especies que se incluyen en este capítulo como especies de alto riesgo son el producto de un ejercicio combinado entre los antecedentes históricos y documentados y el análisis de algunas especies en la metodología de evaluación de riesgo.

El ejercicio de identificar las especies de alto riesgo para Colombia, contó con la consulta de las bases de datos globales, regionales, como las propuestas-borrador que existen tanto por los expertos de la IUCN y el grupo de especialistas en especies invasoras, como en el análisis de aquellas especies, que se conoce existen y han sido declaradas como invasoras en áreas climáticas similares y con las cuales se posee un intenso intercambio comercial vía terrestres o marítimo. Así mismo, aquellas nativas a trasplantar y con las cuales se pretenden acciones de repoblación, acuicultura u ornato.

El ejercicio de establecer, y en consecuencia proponer aquellas especies de alto riesgo, partió de varias premisas de análisis y aplicación del análisis de riesgo:

1. La especie es reconocida a escala global, regional y nacional como invasora(s) y con altos impactos negativos.
2. A pesar de estar reconocida la especie como invasora a escala global, y regional, no lo ha sido a nivel nacional, estando sujetos al riesgo de que como producto de una solicitud de importación o introducción, pueda serlo causando altos impactos negativos.
3. La especie es reconocida a nivel nacional como establecida en el medio natural, posee una F2 y está causando impactos negativos.
4. La especie es reconocida a nivel nacional como introducida, pero manejada en confinamiento o en ambientes cerrados, pero no exentas del riesgo de que pasen al medio natural, por eventos naturales -inundaciones, rotura de diques, apertura de compuertas en embalses, rotura de las jaulas flotantes-, o decisión intencional de incorporarlas al medio natural.
5. Siendo la especie nativa, su trasplante dadas sus condiciones naturales: reproducción, capacidad depredadora, grado de adaptabilidad climática, tamaño, peso, etc, puede impactar negativamente las poblaciones nativas a donde llegue.



A nivel nacional hay imprecisión y vaguedad sobre los impactos de las especies introducidas y trasplantadas. Para la mayoría se suponen sólo cuando en los ecosistemas se empiezan a registrar aumentos poblacionales. De hecho, a escala global la invasión ha sido asimilada al aumento poblacional, pero cuando se indaga sobre los impactos identificados que permitieron tal declaración, en la mayoría están pobremente documentados.

### Aguas continentales y salobres

Colombia posee respecto a especies introducidas, trasplantadas en aguas continentales, salobres y marinas, un panorama más o menos claro sobre lo que ha ocurrido, con estas especies, respecto a si están ya establecidas en el medio natural, a si son utilizadas en acuicultura, como ornamentales, o para actividades de repoblación. En lo que si se tiene poca información es sobre los impactos negativos que la mayoría de estas están causando.

Al final del ejercicio, se registraron 137 especies de peces introducidas y trasplantadas a aguas continentales y salobres para Colombia (Anexo 4.3), pertenecientes a nueve órdenes y 29 familias, de las cuales las familias Cichlidae, Cyprinidae y Characidae presentan el mayor número de especies con 33, 24 y 18, respectivamente. Del total de especies, 82 son introducidas y 55 trasplantadas y aunque no se tiene la información completa para todas las especies en relación con su lugar de origen, la mayoría provienen de Asia. En cuanto al propósito de la introducción, el uso como especie ornamental es el más común, seguido por la acuicultura, el consumo y la repoblación. La mayoría de las especies están presentes en cuerpos de agua artificiales, pero eventualmente se va presentado su registro en aguas naturales, debido a los escapes o a las introducciones intencionales.

*Macrobrachium amazonicum*  
Oscar Lasso-Alcalá



El análisis, respecto a la presencia de las especies antes mencionadas a nivel de los 32 departamentos de Colombia (anexo 4.4), se observa que éstas se encuentran en todos, siendo el Valle del Cauca en donde se registra el mayor número (90 especies), seguido por Antioquia (71) y en tercer lugar Caldas (64 especies). Para las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina sólo se indica la presencia de la tilapia nilótica (*O. niloticus*). Especies del género *Oreochromis* son las más abundantes en el país, registrándose en 29 departamentos. Le siguen las carpas (*C. carpio* y *C. carpio* variedad *specularis*) presentes en 17 y 16 departamentos, respectivamente. Como especies trasplantadas las de mayor registro son las Cachamas negra (*C. macropomum*) y blanca (*P. brachypomus*) reportadas en 19 y 18 departamentos, respectivamente. El híbrido de las Cachamas antes mencionadas (*P. brachypomus* x *C. macropomum*) también tiene amplia distribución (16 departamentos).

Tomando en cuenta la delimitación de las cuencas hidrográficas (IDEAM 2004), se observa que la cuenca del Magdalena-Cauca-San Jorge es la más afectada por la presencia de especies de peces introducidos y trasplantados, con un registro de 96. Seguida por la cuenca del Pacífico con 89 especies; Orinoco (13), Amazonas (11) y finalmente la cuenca del Caribe con siete especies (Anexo 4.4).

Los cinco crustáceos introducidos y trasplantados a aguas continentales y salobres de Colombia pertenecen al orden Decápoda y a cuatro diferentes familias, de las cuales Palemonidae tiene dos representantes (Anexo 4.3). Cuatro de éstas especies han sido introducidas y sólo el camarón *Macrobrachium amazonicum* es trasplantado. El propósito por el cual la mayoría de estas especies se encuentran en aguas colombianas ha sido la acuicultura, lo cual queda reflejado en el hecho de que la acuicultura está soportada en un 89% por especies introducidas, o trasplantadas, siendo utilizadas para repoblación, con el fin de generar una pesquería bien comercial, de subsistencia, o de sustitución de las poblaciones nativas que han llegado a estados críticos, o con algún otro grado de amenaza.

Las especies antes mencionadas, respecto a su distribución departamental denotan que están en siete departamentos, teniendo nuevamente el Valle del Cauca el mayor número de registros con tres especies, seguido por Cundinamarca y Caldas cada uno con dos y finalmente Atlántico,

Bolívar, Córdoba y Huila con una especie cada uno. El camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*) es el que presenta una mayor distribución, estando reportado en cinco departamentos (Anexo 4.4).

El trasplante de *Arapaima gigas*, presenta altos riesgos, y si llegase a ecosistemas abiertos, diezmará las poblaciones nativas. *T. pectoralis*, aumentará su área de expansión y como depredador debe estar causando fuertes impactos negativos. Los cíclidos (Cichlidae), poseen poblaciones estables, acceden a niveles tróficos que por ser abundantes, no generan competencia con las especies nativas, pero sí problemas de ocupación de los ecosistemas. Aquí la excepción es *C. ocellaris* trasplantada a la vertiente Pacífica (ríos Atrato y San Juan), y a la Caribe, y por su capacidad depredadora, ha comenzado a afectar las poblaciones nativas. El que *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *Oreochromis* spp, *O. urolepis hornorum* y *T. rendalli* hayan sido utilizados indiscriminadamente en aguas naturales, genera una incertidumbre biológica pues los cruces son viables, lo que puede generar nuevos híbridos y variedades. *O. niloticus* y *Oreochromis* spp., con poblaciones establecidas en las cuencas de los ríos: Cauca, Cesar, Grande de La Magdalena, San Jorge y Sinú; en menor grado en el Chocó Biogeográfico y en sinnúmero de ciénagas, significan un área potencial de expansión de 364.592 km<sup>2</sup>, de hecho, poseen aportes significativos a la pesquería. Las carpas (Cyprinidae), en aguas naturales, se pueden volver incontrolables, existiendo la posibilidad de cruces, migración, extinción de especies y modificación de substratos. En cuanto a las pirañas (Characidae), las seis especies identificadas y sus híbridos, están en aguas naturales y con adaptaciones tróficas probadas. El crustáceo, *P. clarkii*, en aguas naturales y en ecosistemas ajenos a lo establecido según la teoría, ha resultado positivo al cólera. Los salmónidos (truchas) introducidos hace más de 30 años, diezmaron las poblaciones nativas andinas antes de conocerlas y continúan haciéndolo con las pocas que quedan, pues sus hábitos alimenticios lo obligan a ello.

Los híbridos obtenidos de las diferentes especies introducidas y nativas, en las granjas acuícolas, de haber sido colocados en el medio natural, con seguridad están generando impactos negativos. Recientemente se ha producido accidentalmente un híbrido de cachama albina, con flancos rojos en las aletas caudal y anal, y contrario a todos los peces, presenta un tejido que recubre y protege la parte superior del ojo (una especie de párpado) de color azul, y han propuesto denominar la variedad como “*platinum blue eyelid*”.

PECES					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	VALOR PROTOCOLO	TIPO DE INTRODUCCIÓN
Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> <sup>1</sup>	Mojarra amarilla	Cuenca del Magdalena, Caribe y Maracaibo	1034,52	Voluntaria
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia	Estados Unidos	934,39	
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia nilotica	Panamá	1056,58	
Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	Goldfishcalico	Estados Unidos	1102,56	
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpa herbívora	Panamá	963,14	
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Europa / Asia	963,14	
	<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i>	Carpa	México	979,39	
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpa plateada, carpa argentina	Panamá	946,89	
	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Carpa cabezona	Panamá	946,89	

**Tabla 8.** Especies de alto riesgo en aguas continentales y salobres

<b>Centrarchidae</b>	<i>Micropterus salmoides</i>	Perca americana	Estados Unidos	956,51	Voluntaria
<b>Moronidae</b>	<i>Morone chrysops</i> <sup>2</sup>	Perca blanca	Estados Unidos	956,51	
	<i>Morone saxatilis</i> <sup>3</sup>	Lubina estriada	Norteamérica	956,51	
<b>Osteoglossidae</b>	<i>Arapaima gigas</i> <sup>4</sup>	Pirarucú	Cuenca del Amazonas	1166,07	
<b>Osphronemidae</b>	<i>Trichogaster chuna</i>	Gurami	Asia	1221,37	
	<i>Trichogaster fasciata</i>	Gurami gigante	Asia	1123,09	
	<i>Trichogaster labiosa</i>	Gurami	Birmania	1209,06	
	<i>Trichogaster lalia</i>	Gurami	India	1161,97	
	<i>Trichogaster leerii</i>	Gurami	Malasia/Borneo/Sumatra	1157,86	
	<i>Trichopodus microlepis</i>	Gurami	Tailandia	1153,76	
<b>Poeciliidae</b>	<i>Poecilia latipinna</i>		Estados Unidos	1073,4	
	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	Asia	937,17	
	<i>Poecilia sphenops</i>		Estados Unidos	1010,15	
	<i>Xiphophorus hellerii</i>	Espada	México	1073,55	
	<i>Xiphophorus maculatus</i>		México	1083,27	
	<i>Xiphophorus variatus</i>		México	1083,27	
<b>Salmonidae</b>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arco iris	Estados Unidos	995,64	
	<i>Salmo trutta</i>	Trucha común	Estados Unidos	995,64	
<b>CRUSTÁCEOS</b>					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	VALOR PROTOCOLO	TIPO DE INTRODUCCIÓN
<b>Astacidae</b>	<i>Procambarus clarkii</i>	Camarón rojo	Norteamérica	988,84	Voluntaria
<b>Nephropidae</b>	<i>Homarus americanus</i> <sup>5</sup>	Langosta americana	Norteamérica	1192,79	
<b>Palemonidae</b>	<i>Macrobrachium amazonicum</i>		Trasplantado	944,11	
	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Camarón de agua dulce	Indo pacífico/Norte Australia	952,83	
<b>Parastacidae</b>	<i>Cherax quadricarinatus</i> <sup>6</sup>	Langosta de pinza roja	Nueva Guinea/Australia	963,55	
<b>MOLUSCOS</b>					
<b>Corbiculidae</b>	<i>Corbicula fluminea</i>	Almeja asiática	China, Corea y Rusia	973,27	Accidental

#### Notas

- 1/ Es una especie nativa que habiendo sido introducida a Venezuela (Orinoquía) se convirtió en invasora. Se recomienda en Colombia al llegar a los llanos del Arauca (Lasso obs. pers.) tener cuidado en su trasplante a cuencas diferentes de donde es originaria.
- 2/3 Son especies sobre las cuales se han hecho solicitudes de introducción y en EE.UU. ocasionaron pérdidas de diversidad íctica y declaradas invasoras. Se presume entraron ilegalmente al país, pero se desconoce su localización.
- 4/ En una especie trasplantada que de llegar a incorporarse a ecosistemas naturales distintos los de su original residencia, va a causar grandes problemas por su tamaño y capacidad depredadora.
- 5/ La especie se introduce viva para consumo en restaurantes desde 1997 y está debidamente controlada, sin haber llegado nunca a ecosistemas naturales.
- 6/ La especie se introdujo con fines de investigación, y validación de un paquete tecnológico, pero se canceló. El destino final de lo que pudo haber quedado del 1.7 millones de larvas importadas, nada se sabe. Pero se presume, algunos individuos llegaron a destino distintos del originalmente concertado para la investigación.

### Aguas marinas

En aguas marinas, las especies de alto riesgo en corales (Cnidaria) son dos (2), cuatro (4) para los crustáceos; cinco (5) para moluscos y una (1) en peces (Tabla 9).

Respecto a los Cnidaria introducidos (*C. riisei* y *T. coccinea*) no se tienen registros de sus impactos e igual ocurre con los crustáceos (*L. stylirostris*, *P. monodon*, *C. exasperatus*, *C. hellerii*).

En cuanto a moluscos (*B. amphitrite*, *M. charruana*, *P. viridis*, *A. succinea*, *Electroma* sp.), poseen registros de densidad muy altos en muestreos indirectos. Finalmente el pez león (*P. volitans*) posee densidades e impactos sobre poblaciones nativas que irán en aumento y es poco lo que se podrá hacer para frenar su expansión.

### Especies de aguas continentales, salobres y marinas de Alto riesgo

El listado sobre las especies determinadas como de “alto riesgo”, deberán ser prioritariamente tenidas en cuenta por parte de las autoridades ambientales o científicas nacionales, con el fin de que se tomen las medidas preventivas y alertas sobre las implicaciones que las mismas poseen, cuando de solicitudes de introducción, o de autorizar su utilización en sistemas seminaturales o naturales se trate.

En aguas continentales y salobres son 28 las especies de peces introducidos o trasplantados que presentan un alto riesgo de invasión, cinco para el caso de crustáceos y una (1) en moluscos (Tabla 8).

En aguas marinas, las especies introducidas son 26: un (1) reptil, dos (2) peces; ocho (8) decápodos; un (1) crustáceo; ocho (8) moluscos bivalvos; un (1) anélido; dos (2) bryozoos; dos (2) corales y un (1) alga (Anexo 4.5).

En la Tabla 8, se consignan las especies establecidas como de alto riesgo para aguas continentales y salobres y en la tabla 9, las de aguas marinas.

CNIDARIA					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	VALOR PROTOCOLO	TIPO DE INTRODUCCIÓN
Clavulariidae	<i>Carijoa riisei</i>	Coral copos de nieve	Atlántico Occidental	949,54	Accidental
Dendrophyllidae	<i>Tubastrea coccinea</i>	Coral copa naranja	Indo-Pacífico	981,48	
CRUSTÁCEOS					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	VALOR PROTOCOLO	TIPO DE INTRODUCCIÓN
Penaeidae	<i>Litopenaeus stylirostris</i>	Camarón azul	México y Perú	1073,4	Voluntaria
	<i>Penaeus monodon</i>	Camarón del Indopacífico	Indo-Pacífico	1081,61	
Portunidae	<i>Callinectes exasperatus</i>	Jaiba		1130,21	Accidental
	<i>Charybdis hellerii</i>	Cangrejo nadador del Indo-Pacífico	Océano Indico, Pacífico y Mar Mediterráneo oriental	1030,5	
MOLUSCOS					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	VALOR PROTOCOLO	TIPO DE INTRODUCCIÓN
Balanidae	<i>Balanus amphitrite</i>	Balano rayado	El ámbito nativo de distribución de la especie es incierto, sin embargo puede estar localizado desde el Océano Índico hasta el Pacífico suroeste, basándose en registros fósiles del Pleistoceno	946,89	Accidental

Tabla 9. Especies de alto riesgo en aguas marinas

Mytilidae	<i>Mytella charruana</i>	Mejillón	Sur y Centro América hasta México	1015,08	
	<i>Perna viridis</i>	Mejillón verde asiático	Indo-Pacífico	1005,36	
Nereididae	<i>Alitta succinea</i>	Gusano de los pilotes	Atlántico Norte oriental y Mar del Norte	1005,36	
Pteriidae	<i>Electroma</i> sp.		Costa este de Sudáfrica	1034,52	
PECES					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	VALOR PROTOCOLO	TIPO DE INTRODUCCIÓN
Scorpaenidae	<i>Pterois volitans</i>	Pez león	Australia, China, Islas Cocos, Cook, Fiji, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Maldivas, Islas Marshall, Mauritania, Micronesia, Mozambique, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Islas Norfolk, Palau, Papúa, Filipinas, Samoa, Sri Lanka, Taiwán, Vanuatu, Vietnam	1010,23	Accidental

## Consideraciones finales

Las recomendaciones emanadas de los análisis realizados, tienen que ver con el reconocimiento y aplicación de la normatividad nacional e internacional, la investigación, la adopción de protocolos en aspectos como: la cuarentena, el transporte, la patología, y la genética. El ordenamiento institucional que impulse una acuicultura responsable, y adecuadas actividades de repoblación e introducción, que normalmente han estado dirigidas a la generación y/o recuperación de las pesquerías, ante el declive de las poblaciones nativas.

Los procedimientos a seguir poseen una prioridad que se reflejan en acciones a implementar en el inmediato y mediano plazo, además de la formulación de procedimientos en cuanto a introducción, trasplante y repoblación.

Siendo la acuicultura el gran responsable junto con los acuaristas de la introducción, el trasplante y la repoblación con especies exóticas o nativas, los actuales proyectos de acuicultura en aguas naturales o artificiales que operen con estas especies, incluidos los híbridos, y que no hayan estado precedidos de estudios biológicos (incluidas las previsiones genéticas) deberán ser considerados de alto riesgo y fuente de *invasión biológica* y sometidos a un examen inmediato, para proceder a adecuarlos a las condiciones que establezcan las autoridades de investigación y/o con competencia en su administración, manejo y control.

En aguas naturales y artificiales continentales, salobres o marinas, las introducciones, los trasplantes y la repoblación realizadas con especies no autorizadas, deben ser suspendidas, si no estuvieron precedidas de los debidos estudios biológicos.

Es importante, establecer procedimientos que permitan el control de la producción, venta y transporte de huevos, larvas, crías, reproductores u otros organismos vivos utilizados en la acuicultura o en actividades de ornato.

Finalmente y respecto al AR, propuesto y su aplicación, debe ser un elemento dinámico que en la medida del surgimiento de nuevos parámetros a considerar, de nuevas situaciones medio-

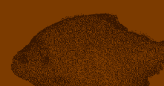
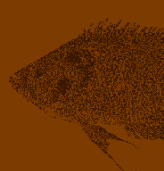
ambientales o climáticas, registro de situaciones e impactos biológicos, o socioeconómicos no previstos, el mismo deberá ser modificado o actualizado.

Se hacen necesarios acuerdos institucionales que conduzcan a un ordenamiento institucional que impulse una acuicultura responsable, y adecuadas actividades de repoblación e introducción, que normalmente han estado dirigidas a la generación o recuperación de las pesquerías, ante el declive de las poblaciones nativas, pero sin mayores análisis, pues se ha intentado solucionar una problemática, creando otra. Las condiciones de importación de organismos acuáticos pueden variar según los fines de la misma y el manejo que de estos se haga. Muchas podrían ser las consideraciones, para cada uno de las doce situaciones antes descritas, pero serán procedimientos que le competen en su formulación a la máxima autoridad ambiental nacional -Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- la única competente para permitir la importación y/o exportación de material biológico (fauna y flora silvestre) cualquiera sea su naturaleza y fin.

En relación a los estudios marinos y particularmente a las aguas de lastre se considera necesario que se amplíen los estudios realizados al medio natural de manera que se pueda determinar el establecimiento y potencial invasor, sumado a la implementación de protocolos o prácticas de manejo de las aguas de lastre.

Las instituciones estatales que tienen responsabilidad en la investigación, el manejo, la administración y el control de los ecosistemas acuáticos continentales, o marinos, y sobre la introducción, el trasplante y la repoblación con especies foráneas o nativas, deben aplicar los procedimientos que conduzcan a la realización de los estudios de impacto ambiental -EIA-, o los estudios preliminares como requisitos previos a las actividades de repoblación y trasplante, incluyendo en estos casos la aplicación del AR propuesto.

Los estudios preliminares o los EIA, para la introducción, o los permisos para los trasplantes, la investigación y repoblación bien con especies foráneas o nativas deberán cubrir necesariamente: aspectos como la ecología, la genética, la patología, la cuarentena, el transporte y la aprobación de los diseños experimentales iniciales que les otorguen la viabilidad para su utilización.



## Bibliografía

- ▶ allan, J. D. & Flecker, A. S. 1993. Biodiversity conservation in running waters: identifying the major factors that affect destruction of riverine species and ecosystems. *BioScience* 43: 497 - 502.
- ▶ Alvarez\_león, R. y F. de P. Gutiérrez-Bonilla 2007. Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y trasplantados en Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. *Rev. Acad.Colomb. Cienc.* 31(121):557-574.
- ▶ Alvarado, H. y Gutiérrez, F. 1997. Especies hidrobiológicas continentales introducidas y trasplantadas y su distribución en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente/Instituto de Investigación de Recursos Biológicos -Alexander von Humboldt -. Bogotá. 110pp. + 10 mapas.
- ▶ Alvarado, H. 1998. Plan de ordenamiento pesquero del embalse de Betania. INPA. Bogotá. Informe INPA. Bogotá, 38pp.
- ▶ Angermeier, L. P. & Karr, J. R. 1996. Applying an index of biotic integrity based in stream-fish communities: considerations in sampling and interpretation. *North Amer. J. Fish. Manag.* 6: 418 - 429.
- ▶ Apelberg, M. & Degerman, E. 1991. Development and stability of fish assemblages after lime treatment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 48: 446-554.
- ▶ Aquatic Nuisance Species Task Force. 1994. Protocol for evaluating research proposals concerning nonindigenous aquatic species. Washington. USA. 21pp.
- ▶ ANSTF. 1996. Generic Nonindigenous Aquatic Organisms Risk Analysis Review Process (For Estimating Risk Associated with the Introduction of Nonindigenous Aquatic Organisms and How to Manage for that Risk), Report to the Aquatic Nuisance Species Task Force by the Risk Assesment and Management Committee, 21 de october de 1996. Véase [http://www.anstaskforce.gov/Documents/ANSTF\\_Risk\\_Analysis.pdf](http://www.anstaskforce.gov/Documents/ANSTF_Risk_Analysis.pdf). Montreal. Canada. 98 pp.
- ▶ Alvarado, H. y Gutiérrez, F. 2002. Especies hidrobiológicas continentales introducidas y trasplantadas y su distribución en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente/Instituto de Investigación de Recursos Biológicos -Alexander von Humboldt -. Bogotá. 130pp.+ 10 mapas.

- ▶ Aronson, R. & Blake, D. 2001. Global climate change and the origin of modern bentic communities in Antarctica. *Amer. Zool.* 41: 27-39.
- ▶ Báez, P. Meléndez, R. M. Ramírez, E. & Letelier, S. 1998. Efectos ecológicos de la introducción de especies exóticas en el medio marino y costero chileno. *Pacífico Sudeste. El caso de Chile.* CPPS/PNUMA/CBD. Viña del Mar. Chile, 28pp.
- ▶ Barel, C. D. N. 1985. Cichlid species flock of lake Victoria on the verge of extinction. *Haplochromis Ecol. Surv. Team. (HEST), Leiden.* 2pp.
- ▶ Barliwa, J. Chapman, C. A. & Chapman, L. 2003. Biodiversity an fishery sustainability in the lake Victoria basin: ¿An unexpected marriage? *BioScience.* Vol 53. Num. 8: 703-15.
- ▶ Belliard, J. Berrebl, R., Thomas, D. & Monnier, D. 1999. Fish communities and river alteration in the Seine Basin and nearby coastal streams. *Hydrobiologia* 400: 155-166.
- ▶ Benning, T. La Pointe, D. A. Tkinson, C. & Vitousek, P. 2002. Interactions of climate change with biological invasions and land use in the Hawaiian islands: modeling the fate of endemic birds using a geographic information system. *Univ. of San Francisco. PNAS:* Vol 99 No 22: 14246-14249.
- ▶ Berg, A. & Grimaldi, E. 1966. Ecological relationships between planktophagic fish species in lake Maggiore. *Ver. Int. Theor. Angew. Limnol*, 16: 1065.1073.
- ▶ Belyea. L. R. & Lancaster, J. 1999. Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos* 86: 402-416. Copenhagen.
- ▶ Bianco, P. G. 1995. Mediterranean endemic freshwater fish of Italy. *Biol. Cons.* 72: 159 - 170.
- ▶ Burbano, C. y Usaquén, W. 2003. Caracterización genética de cinco especies ícticas del río Sinú (*Caquetaia kraussi*, *Brycon moorei*, *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus clarias*, *Sorubim lima*). Proyecto hidroeléctrico URRÁ. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Biología. Bogotá, D.C. 150pp.
- ▶ Brodeur, R. Mills, C. Overland, J. Walters, G. & Schumacher, J. 1999. Evidence for substantial increase in gelatinous zooplankton in the Bering Sea, with possible links to climate change. *Fish. Oceanogra.* 8:4, 296-306.
- ▶ Bunce, A., Norman, F. T., A. ,N. & Gales, R. Brothers. 2002. Long-term trends in the Australasian gannet (*Morus serrator*) population in Australia: the effect of climate change and commercial fisheries. *Marine Biology* 141: 263-269 DOI 10.1007/00227-002-0838-1.
- ▶ CABI- Bioscience. 2005. UK non-native organism risk assessment scheme. User manual. Version 3.3. Prepared by CABI Bioscience (CABI), Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Central Science Laboratory (CSL), Imperial College London (IC) and the University of Greenwich (UoG). London. 92pp.
- ▶ Chiba, S. Tadokoro, K. Sugisakis, H. & Saino, T. 2006. Effects of decadal climate change on zooplankton over the last 50 years in the western subartic North Pacific. *Global Change Biology.* 12, 907-920. C
- ▶ Cala, P. 2001. Ictiofauna de agua dulce de Colombia en el contexto global neotropical y su estado actual: una revisión bibliográfica. *Dahlia* 4: 3-14.



- ▶ Cánepa, J. Kameya, A. & Mogollón, V. 1998. Efectos ecológicos de la introducción de especies exóticas en el Pacífico Sudeste. El caso del Perú. CPPS/PNUMA/CBD. Viña del Mar. Chile, 17pp.
- ▶ Carlton, J. T. 1985. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanography and Marine Biology, Annual Review* 23: 313- 371.
- ▶ Castro, P. Valladares, F. y Alonso, A. 2001. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas. Rev. Cient y Téc. Ecología y medio ambiente. Monografía. Univ. Alcalá* 12pp.
- ▶ Cohen, A. N. & Carlton, J. T. 1995. Biological study. Nonindigenous aquatic species in United States stuary. A case of study of the biological invasions of the San Francisco Bay and Delta. A report for the United States Fish and Wildlife Service. Washington, D. C., and the Sea Grant College Program. Connecticut Sea Grants NTIS. Report PB96 -166525. 246pp.
- ▶ Comisión para la Cooperación Ambiental. 2009. Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies exóticas invasoras. CCA. Canadá. 98pp.
- ▶ Contreras, S. & Escalante, M. A. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. Pages 102-130. In: Courtenay, W. R. and Management of exotic Fishes. John Hopkins University Press, Baltimore, MD. USA.
- ▶ Contreras-Balderas, S. 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions. Chapter 2:33-54, In: R. Claudi & J. H. Leach: Nonindigenous freshwater fishes-vectors, biology, and impacts. Lewis Publ., Washington.
- ▶ Contreras, B. S. 2002. Base de datos del proyecto AE002 Especies de peces introducidas en aguas continentales de México. Catálogo y manuscrito. Proyecto en seguimiento SNIB-Conabio. México.
- ▶ Copescal. 1986. Introducción de especies ícticas y conservación de los recursos genéticos de América Latina. Comisión de Pesca Continental para América Latina, 1986 COPESCAL Doc. Ocas., (3):12pp.
- ▶ CPPS, CBD y PNUMA. 1998. Efectos ecológicos de la introducción de especies exóticas en el Pacífico Sudeste. Seminario/Taller. Comisión Permanente del Pacífico/Convención de Diversidad Biológica./Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Viña del Mar. Chile, 130pp.
- ▶ Courtenay, W. R. 1993. Biological pollution through fish introductions. Pages 36-61. In: B. N. Mcknight, editor. Biological pollution: the control and impact of invasive exotic species. Proceedings of a symposium, Indiana Academy of Science, Indianapolis.
- ▶ Dahl, G. 1958. Los peces del río Sinú. Informe preliminar. Publicación de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Córdoba, Montería. Colombia.
- ▶ Darrigan, G. & Pastorino, G. 1995. The recent introduction of a freshwater asiatic bivalbe, *Limnoperma fortunei* (Mytilidae) into South America. *The Veliger*, 38 (2): 171-175.
- ▶ De Buen, F. (1958). Ictiología. La familia Ictaluridae nueva para la fauna aclimatada de Chile y algunas consideraciones sobre los Siluroidei. *Invst. Zoolo. Chilenas, Vol. IV, pp. 146-158, 1fig.*
- ▶ Decreto Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales
- ▶ Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

- ▶ Decreto Ley 1608 de 1978. Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
- ▶ Decreto 2820 de 2010. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
- ▶ Demoor, I. J. & Bruton, M. N. 1988. Atlas of alien and translocated indigenous aquatic animals in southern Africa. South African National Scientific Programmes Report No. 144. Foundation for Research Development & Council for Scientific & Industrial Research, Pretoria, South Africa.
- ▶ Devlin, R. H. L., F. Sundtrom, J. I., Jhonson, L. A. Fleming, K. R. Hayes, W. O., Ojwang C. Bambaradeniya & M. Zakara-Ismael. 2007. In: Rilov, G. & Crooks, J. A. 2007. Biological invasions in marine ecosystems. Ecological management, and geographic perspectives. Ecological studies 204. Edit. Springer. Oregon State University. USA. Vol. 3: 151-187.
- ▶ Diamond, J. M. & Case, T. J. 1986. Community ecology. Harper & Row, New York.
- ▶ Duncan, N. 2008. Survey Protocol for Aquatic Mollusk Species: Preliminary Inventory and Presence/Absence Sampling, Version 3.1. Portland, OR. Interagency Special Status/Sensitive Species Program. U.S. Department of Interior, Bureau of Land Management, Oregon/Washington and U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Region 6. 52pp.
- ▶ Drake, J. A. 1983. Invasibility Lotka-Volterra interaction webs. Pages 83 - 90. In: D. DeAngelis, W. M. Post, & G. Sugihara (eds). Current trends in food web theory. TM 5983. Oak Ridge National Laboratories, Oak Ridge, Tenn.
- ▶ Drake, J. A. 1985. Some theoretical and experimental explorations of structure in food webs. Ph.D. diss. Purdue University, Lafayette, Ind.
- ▶ Drake, J. A. 1988. Models of community assembly and the structure of ecological landscapes. Pages 585-604. In: Gross, L., Hallan, T. & Levin, S., eds. Proceedings of the international conference on mathematical ecology. World Press, Singapore.
- ▶ Drake, J. A. 1989. Ecology of biological invasions: a global perspective (SCOPE 37). Wiley, New York.
- ▶ Drake, J. A. 1990. Communities as assembled structures: do rules govern pattern? Trends in Ecology and Evolution 5: 159-164.
- ▶ Drake, J. A. 1991. Community assembly mechanics and the structure of an experimental species assembly. Am. Nat. Vol. 137: 1-26.
- ▶ Ecoforum. 2001. Lake Victoria. Economic Lifeline. Regional Toilet. Nairobi, Vol 25. Number 2: 27-37.
- ▶ EPA. 1998. Guidelines for Ecological Risk Assessment. U.S. Environmental Protection Agency. EPA/630/R-95/002F. Washington, DC. 188pp.
- ▶ FAO. 1995. Enfoque precautorio para la pesca. Parte I. Directrices relativas al enfoque precautorio para la pesca y las introducciones de especies. FAO. Documento Técnico de Pesca 350: 1-58.
- ▶ FAO. 2006. Estado mundial de la acuicultura 2006. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Doc. Tec. Pesca. Roma. 550pp.



- ▶ FAO. 2009. Estado mundial de la acuicultura 2008. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Doc. Tec. Pesca. Roma. 218pp.
- ▶ Fausch, K. D. Karr, J. R. & Yant, P. R. 1984. Regional application of an index of biotic integrity based on stream fish communities. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 39-55.
- ▶ Feinstein, B. J. 2004. Learning and transformation in the context of Hawaiian traditional ecological knowledge. Education Quarterly. Vol. 54. Num. 2: 105-20.
- ▶ Fernando, C. H. 1991. Impacts of fish introductions in tropical Asia and America. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol 48 (Suppl. 1): 24-32.
- ▶ Fuller, P. L., Nico, G. & Williams, J. D. 1999. Nonindigenous fishes introduced into inland waters of the United States. American Fisheries Society, Special Publication 27, Bethesda, Maryland.
- ▶ Furst. M. Bostrom, U. & Hammar, J. 1978. Effects of new fish-food organisms in lake Blasjon. Inf. Inst. Freswa. Res. Drottningolm. 15: 94pp.
- ▶ Galvis G., J. I. Mojica, F. Provenzano, C. Lasso, D. Taphom, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M. A. Gutiérrez, Y. López, L. Mesa, P. Sánchez, C. Cipamocha. 2007a. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Eds. A. I. Sanabria-Ochoa, P. Victoria-Daza, I. C. Beltrán. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INCODER, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales. Bogota, Colombia, 425pp.
- ▶ Galvis G., P. Sánchez, L. Mesa, Y. López, M. A. Gutiérrez, A. Gutiérrez, M. Leyva, C. Castellanos. 2007b. Peces de la Amazonia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Eds. A. I. Sanabria-Ochoa, P. Victoria-Daza, I. C. Beltrán. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INCODER, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales, Instituto SINCHI. Bogota, Colombia, 489pp.
- ▶ García, J. L. & F. Hervella. 1998. Proportions of native and introduced Brown trout in adjacent fished and unfished Spanish rivers. Cons. Biol. Vol. 12. No 2. 313-319.
- ▶ Gavilán M., Cañón, M. y G. Tous. 2005. Comunidad fitoplanctónica en la Bahía de Cartagena y en el agua de lastre de buques de tráfico Internacional. Boletín Científico CIOH, 23: 46-59.
- ▶ Goldschmidt, T. 1996. Darwin's dreampond: drama in Lake Victoria. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 274pp.
- ▶ Guisande, C., Vergara, A., Riveiro, I., & Cabanas, J. 2004. Climate change and abundance of the Atlantic Iberian sardine (*Sardina pilchardus*). Fish. Oceanogr. 13: 2, 91-101.
- ▶ Gutiérrez, F. y Villaneda, A. A. 1998. La introducción de especies exóticas en el Pacífico colombiano. CPPS/PNUMA/CBD. Viña del Mar. Chile, 14pp.
- ▶ Gutiérrez, E. 2002. Especies de plantas acuáticas invasoras. Comisión Nacional del Agua. En: Taller de especies invasoras en México. Abril 25-26, 2002. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- ▶ Gutiérrez, F. 2005. Distribución de las especies hidrobiológicas continentales introducidas y/o trasladadas en Colombia. Caso de Estudio: Biología y ecología de *Oreochromis niloticus* en la cuenca hidrográfica del río Sinú. Ph.D. Dis. Universitat de Barcelona. Catalunya. Barcelona.

- ▶ Graham, J., & E. Iwachewski. 2001. A workshop on the future of habitat restoration and protection on the upper Great Lakes. 78pp.
- ▶ Great Lakes Indian Fisheries Commission & the Chippewa Ottawa Resource Authority. 2001. Fish Community Objectives for Lake Superior. Public Discussion Draft. Canada. 45pp.
- ▶ Guisande, C. Vergara, A. Riveiro, I., & Cabanas, J. 2004. Climate change and abundance of the Atlantic Iberian sardine (*Sardina pilchardus*). Fish. Oceanogr. 13: (2): 91-101.
- ▶ Hall, S. R. & Mills, E. L. 2000. Exotic species in large lakes of the world. Aquatic Ecosystem Health and Management 3: 105-135.
- ▶ Harrison, I. J. & M. J. Stiassny, 1999. The Quiet Crisis: A Preliminary Listing of the Freshwater Fishes of the World that Are Extinct or 'Missing in Action. 271-331pp. In: Extinctions in Near Time, MacPhee, Eds. New York, New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- ▶ Hengeveld, R. 1996. Problems of biological invasions. An overview. 18 -29,. En: O. T. Sanlund, P.J. Schei y A. Viken, (eds.) Norway/UN Conference on aliens species. Trondheim, Noruega.
- ▶ Hernández, G. 2002. Invasores en Mesoamérica y El Caribe. Invasives in Mesoamerica and the Caribbean. Unión Mundial para la Naturaleza. UICN. San José, Costa Rica.
- ▶ Hopkins, C. C. E. 2001. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including S Gopal, B.1987. Water hyacinth Aquatic Plant. Studies 1. Elsevier Science. Amsterdam, The Netherlands. 471pp.
- ▶ Horner, R.W., and R.L. Eshenroder (eds.). 1993. Protocol to minimize the risk of introducing emergency disease agents with importation of salmonid fishes from enzootic areas. Great Lakes Fisheries Commission Special Publication. 93-1: 39-54.
- ▶ Hughes, R. M. & Gammon, J. R. 1987. Longitudinal changes in fish assemblages and water quality in the Willamette River, Oregon. Trans. Am. Fish. Soc. 116: 196-209.
- ▶ Hugueny, B. & Paugy, D. 1995. Unsaturated fish communities in African rivers. Am. Nat. Vol 146, No 1: 162 - 169.
- ▶ Hugueny, B. Camara, S. Samoura. B. & Magassouba, M. 1996. Applying an index of biotic integrity based on fish assemblages in a West African river. Hydrobiologia 331: 71-78.
- ▶ IDEAM. 2004. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2004. (decreto 1729 de 2002), Bogotá, Colombia, 100pp.
- ▶ Infante, O. 1985. Aspectos bioecológicos de la tilapia *Sarotherodon mossambicus* (Peters 1852, Teleostei, Perciformes, Cichlidae) en el lago de Valencia, Venezuela. Acta Científica Venezolana 36: 68-76.
- ▶ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2007. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México. March, I., M. Martínez y J., Morelos (eds). IMTA, Conabio, GECI, Arid America, The Nature Conservancy. 78pp.
- ▶ ISEIA. 2009. Guidelines for the environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. Versión 2.6 (07/12/2009). 4pp.



- ▶ INVEMAR. 2009. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros de Colombia 2008. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "Benito Vives de Andreis" INVEMAR. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, 244pp.
- ▶ IUCN. 2008. La biodiversidad de agua dulce. Un recurso Escondido y amenazado. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Red List. 2pp. [http://cmsdata.iucn.org/downloads/freshwater\\_biodiversity\\_a\\_hidden\\_resource\\_under\\_threat\\_factsheet\\_sp.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/freshwater_biodiversity_a_hidden_resource_under_threat_factsheet_sp.pdf) (accesada el 9 de septiembre de 2010).
- ▶ Japanese Ministry of the Environment. 2006. Basic Policy for Preventing Adverse Effects on Ecosystems caused by Invasive Alien Species <http://www.env.go.jp/en/topic/as/040809.pdf> (Accessed June 5 2010).
- ▶ Jennings, M. J. Leska, S. & Karr, J. 1995. Biological monitoring of fish assemblages in Tennessee Valley reservoirs. Regulated Rivers Research and Management. Vol. 11: 334-400.
- ▶ Johannes, R. E. & Larkin, P. A. 1961. Competition for food between redbreast shiners (*Richardsonius balteatus*) and rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) in two British Columbia lakes. J. Fis. Res. Board. Can., 18 (2): 203-220.
- ▶ Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6: 196-209.
- ▶ Karr, J. R., Fausch, K. D., Angermeier, P. L., Yant, P. P. & Schlosser, I. J. 1986. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. Illinois Nat. Hist. Survey Special Publ. 5.
- ▶ Koike, F., Clout, M. N., Kawamichi, M., De Poorter, M. & Iwatsuki, K. (eds). 2006 Assessment and Control of Biological Invasion Risks. Published by SHOUKADOH Book Sellers, Kyoto, Japan and the World Conservation Union (IUCN), Gland, Switzerland. 216pp.
- ▶ Lachner, E. A. C. R. Robins & W. R., Courtenay, J. R. 1970. Exotic fishes and other aquatic organisms introduced into North America. Smithsonian Contrib. Zool. 59: 1-29.
- ▶ Landis, W. G. 2006. Ecological Risk Assessment. Conceptual Model Formulation for Nonindigenous Species. Risk Analysis, Vol. 24, No. 4, 857-858.
- ▶ Lasso-Alcalá, O. & Lasso, C. 2007. Introducción de especies de peces en aguas continentales de Venezuela. Actas del VII Congreso Venezolano de Ecología. Ciudad Guayana: 297.
- ▶ Lasso-Alcalá, O., C. Lasso y J. Posada. En prensa. Especies acuáticas introducidas en Venezuela. III Congreso Colombiano de Zoología. Medellín, Colombia: 21 - 26 Noviembre (Resumen). Simposio especies invasoras.
- ▶ Lassuy, D. R. 2002. Introduced Species as a factor in extinction and endangerment of native fish species. Workshop: Management, Implications and Co-occurring Native and Introduced Fishes Proceedings, Portland Oregon.: 27-28.
- ▶ Leska, S. & Karr, J. 1994. Statistical properties of and index of biological integrity used to evaluate water resources. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 51: 1077-1087.
- ▶ Liang, S. H. & Menzel, B. W. 1997. A new method to establish scoring criteria of the index of biotic integrity. Zool. Studies 36 (3): 240-250.
- ▶ Lockwood, J. Moulton, M. P. & Anderson, K. K. 1993. Morphological assortment and the assembly of communities of introduced Passeriformes on oceanic islands: Tahiti Versus Oahu. Am. Nat. Vol, 141: 398-408.

- ▶ Lyons, J. S. Navarro, P. A. Cochran, E. Santana & Guzman, A. 1995. Index of biotic integrity based in fish assemblages for the conservation of streams and rivers in West Central Mexico. *Conser. Biology*. Vol. 9, No 3. June. 569-585.
- ▶ Maldonado-Ocampo, J. A., Vari R.P. y J.S. Usma. 2008. Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*. 9(2): 143-237.
- ▶ Mago, F. 1978. Los peces de agua dulce de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Editorial Cromotip, Caracas. 35pp.
- ▶ Mckaye, K. R. 1977. Competition for breeding sites between the cichlid fishes of Lake Jiloa Nicaragua. *Ecology*, 58: 291-302.
- ▶ Mckaye, K. R. Rayan, J. D. Stauffer JR, J. R. Lopez Perez, L. J. Vega G. I. & Van Der Berghe, E. P. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua. *Bioscience* 45: 406-411.
- ▶ Mcneely, J. A. Mooney, H. A. Neville, L. E. Schei, P. & Waage J. K. (eds). 2001. A global strategy on invasive aline species. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, U.K., in collaboration with the Global Invasive Species Programme. X + 50pp.
- ▶ Márquez, G. y G. Guillot. 2001. Ecología y efecto ambiental de embalses: aproximación con casos colombianos. Universidad Nacional. Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -. Bogotá, Colombia.
- ▶ Mathews S. 2005. Sudamérica Invasida. Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP). El creciente peligro de las especies exóticas invasoras. 80pp.
- ▶ Millennium Ecosystem Assessment. 2006. Global Assessment Reports. 3 Vol. 1868pp.
- ▶ Miller, D. L. Leonard, R. M. Hugues, J. R., Karr. P. B. Moyle, L. H. Schrader, B. A. Thompson, K. D. Fausch. G. A. Fitzhugh, J. R. Gammom, D. B., Halliwell, P. L. Angermeier, D. & Orth, D.J. 1988. Regional application of an index of biotic integrity for use in water resource management. *Fisheries* 13: 12-20.
- ▶ Miller, R. R. Williams, J. D. & Williams, J. E. 1989. Extinctions of North American fishes during the last century. *Fisheries (Bethesda)* 14(6): 22-38.
- ▶ Montoya M., Rangel L., Calero M., Uribe C y Vilardy S. 2006. Agua de lastre, Catálogo de identificación de plancton. Gente Nueva Editores, Bogotá, 111pp.
- ▶ Montoya M. 2007. Impacto de las aguas de lastre en la Bahía de Santa Marta (Caribe colombiano), Fase I: Composición de fauna y microflora en las aguas de lastre de los buques internacionales que arriban al puerto de la ciudad de Santa Marta. Documento técnico final, Universidad del Magdalena - INTROPIC, Santa Marta, 86pp.
- ▶ Montoya M., Calero M y Uribe C. 2008. Caracterización del zooplancton en el agua de lastre de los buques internacionales que arriban al Puerto de Santa Marta (Caribe colombiano). *Bol. Cient. CIOH*, 26: 165-179.
- ▶ Moyle, P. B. & Leydy, R. L. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidence from fish faunas. pp: 127-127. In: P. I. Fiedler y S. K. Jain (eds). *Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management*. Chapman y Hall, New York.
- ▶ Moyle, P. B. & Light, T. 1996. Fish invasions in California: do abiotic factors determine success? *Ecology*. 77 (6): 1666-1670.

- ▶ Muñoz, L. 2010. Composición dietaria del pez invasor, complejo *Pterois volitans*/Miles (Pisces: Scorpanidae) en Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona. Tesis (B.Sc. Biología) Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias.
- ▶ Murray, C. & C. Pinkham. 2002. Towards a Decision Support Tool to Address Invasive Species in Garry Oak & Associated Ecosystems in BC. Prepared by ESSA Technologies Ltd., Victoria, B.C. for the GOERT Invasive Species Steering Committee, Victoria, 96pp.
- ▶ Narváez-Barandica, J. C., Blanco Racedo, J., Viloria Maestre, E., Santos Acevedo, M. y Gil-Agudelo, D. L. 2009. La tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) en Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Pajarales. En: Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D. L. y Puentes, V. 2009. Guía de las especies introducidas marino-costeras de Colombia. INVEMAR, Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 128 pp.
- ▶ Nilsson, N. A. 1978. The role of size biased predation in competition and interactive segregation in fish. In: Ecology of freshwater fish production. Ed. S. D. Gerking. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 303-325.
- ▶ Norse, E. A. 1993. Global Marine Biological Diversity: A Strategy for Building Conservation into Decision Making. Island Press. 415pp.
- ▶ Nyman, L. 1972. A new approach to the taxonomy of the *Salvelinus alpinus* species complex. Rep. Inst. Freshwat. Res., Orottningholm, 52: 103-131.
- ▶ Ojasti, J. 2001. Especies exóticas invasoras. Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. Convenio de Cooperación Técnica ATN/JF-5887-RG CAN-BID. Venezuela.
- ▶ Padilla, D. K. 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. Front Ecol. Environ. 2: 131-138.
- ▶ Pérez, J. E. Graziani, C. A. & Nirchio, M. 1997. ¿Hasta cuándo los exóticos? Acta científica venezolana. 48 (3) 127-129.
- ▶ Pimentel, D., Lach, L. Zúñiga, R. & Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs of non indigenous species in the United States. Bioscience 50: 53-65.
- ▶ Piontkovski, S. & Landry, M. 2003. Copepod species diversity and climate variability in the tropical Atlantic Ocean. Fish. Oceanogra. 12:4/5, 352-359.
- ▶ Resolución 207 de 2010 Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras aclaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones.
- ▶ Raaymakers, S. 2002. The ballast water problem: global ecological, economic and human health impacts. Seminario Conjunto sobre tecnologías y gestión de los tanques de agua de lastre RECSO/IMO. <http://www.imo.org>.
- ▶ Rilov, G. & Crooks, J. A. 2007. Biological invasions in marine ecosystems. Ecological management, and geographic perspectives. Ecological studies 204. Edit. Springer. Oregon State University. USA. 641pp.
- ▶ Rodríguez, H. 1984. Peces exóticos introducidos y establecidos en aguas colombianas. INDERENA. Bogotá, D. C. 36pp.

- ▶ Rondón S., P. Tigreros y T. Vanegas. 2003. Contaminación de la Bahía de Cartagena por agua de lastre de los buques internacionales. Bol. Cient. CIOH, 21: 91-100.
- ▶ Royero, R. y C. Lasso. 1992. Distribución geográfica actual de la mojarra de río, *Caquetaia kraussii*, (Steindachner, 1878) (Perciformes, Cichlidae) en Venezuela: un ejemplo del problema de la introducción de especies. Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle, 52 (138): 163-180.
- ▶ Ruiz, G. 1997. The Aliens Among Us. Chesapeake Bay. Program SERC. Internet. Aliens. 1-3. USA.
- ▶ Sayed, Z. Dijken, G. L. & Gonzalez-Rodas, G. 1996. Effects of ultraviolet radiation on marine ecosystems. Inter. J. Environmental Studies, Vol. 51: 199-216.
- ▶ Siguan, M. 2003. Pathways of biological invasions of marine plants. In: Ruiz GM, JT Carlton (eds) Invasive species: vectors and management strategies. Island Press, 183-227. 518pp.
- ▶ Seehausen, O. Witte, F. Katunzi, E. F. Smits, J. & Bouton, N. 1996. Patterns of the remnant cichlid fauna in Southern Lake Victoria. Cons. Biol. Vol, 11, No 4: 890-904.
- ▶ Señaris, J. C. y C. Lasso. 1993. Ecología alimentaria y reproductiva de la mojarra de río, *Caquetaia kraussii* (Steindachner 1878) (Pisces; Cichlidae), en los Llanos Inundables del Edo. Apure, Venezuela. Publicaciones Asociación Amigos de Doñana, 2:1-58.
- ▶ Sol, D. 2000. Introduced species: a significant component of the global environmental change. Ph.D. Diss. Barcelona University, Barcelona, España. 130pp.
- ▶ Solózano, E. Marcano-Chirguita, C. W. Quijada, A y Campo, M. 2001. Impacto ecosistémico de las tilapias introducidas en Venezuela. En: Infome sobre las especies exóticas en Venezuela. Caracas.
- ▶ Stachowicz, J. Terwin, J. Whitlatch, R. & Osman, R. 2002. Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. Univ. Illinois. Ecology: Vol. 99, No 24: 15497-15500.
- ▶ Sutherst, R. W. 2000. Climate change y invasive species. A conceptual framework: Pp 211-240. In: Mooney, Harold A. y Richard, J. Hobbs (eds). Invasive Species in a Changing World. Island Press, Washington D.C. Invasive Species in a Changing World. Island Press, Washington D.C.
- ▶ Svardson, G. 1979. Speciation of Sacandian Coregonus. Rep. Inst. Freshwater. Res., Drottningholm. (57): 1-95.
- ▶ Townsend, C. R. 2004. Individual, population, community, and ecosystem consequences of a fish invader in New Zealand stream. Conservation Biology. Vol. 1. No 1: 38-47.
- ▶ Turner, G.E. (1988). Codes of practice and manual of procedures for consideration of introductions and transfers of marine and freshwater organisms. Documento Ocasional No 23 de la CAEPC. Comisión Asesora Europea sobre la Pesca Continental. FAO. Roma. Italia.
- ▶ Vila, M., Valladares, F., Traveset, A., Santamaría, C., Castro, P., Alcaide, J.L., Alonso, A., Andreu, J., Aragonés, D. D., Ayensa, G., Ballesteros, E., Bartomeus, I., Binimelis, R., Bustamante, J., Campos, J. A., Caño, L., Carrete, M., Castro, P., Cerdá, X., Costa, A. M., Daana, E., Delibes, M., Díaz-Delgado, R., Díaz-Paniagua, C., García-Berthou, E., Gassó, N., Godoy, O., Green, A. J., Herrera, M., Hidalgo, J., Martínez-Alier, J., Marchante, H., Mateo, J. A., Morales, C., Munnè, A., Navarro, L., Nebot, B., Nogales, M., Ortega, F., Padrón, B., Pérez, N., Pericàs, J., Pino, J., Rodríguez-Labajos, B., Rodríguez-Luengo, J. L., Samarín, C., Santamaría, L., Sans-Elorza, X., Sol, M., Tella, J. I., Traveset, A., Valladares, F., y S., Vivas. 2008. Invasiones Biológicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. España. 216pp.



- ▶ Welcomme, R. L. 1981. Register of international transfers of inland fish species. FAO Fisheries Technical Paper 213. Rome. 120pp.
- ▶ Welcomme, R. L. 1998. International introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Papers No 294: 1-318.
- ▶ Yiang, G. 1993. Transgenic fish-gene transfer to increase disease and cold resistance. *Aquaculture*, 11: 31-40.

## ANEXO 4.1.

### Análisis de riesgo para introducción de organismos acuáticos

#### SECCIÓN A - RIESGO DE ESTABLECIMIENTO

A1	ANTECEDENTES GENERALES DE INVASIÓN	VALORACIÓN
A1.1	La especie ha sido extensamente introducida a escala global sin que registren antecedentes de establecimiento o invasión.	
A1.2	La especie está citada como invasora en los listados nacionales, en la base de datos I3N, en listados internacionales y está ampliamente distribuida y con impactos negativos.	
A1.3	No se conocen antecedentes de introducción de la especie en otros países	

OBSERVACIÓN: Aquellas especies que han causado invasiones en otros lugares del mundo son más propensas a causar invasiones biológicas en ecosistemas o condiciones climáticas similares. Por esto, aquellas especies con conocida invasibilidad deben tener una valoración alta. Se puede dar el caso de especies exóticas que estén en el nivel de invasoras, pero que no hayan sido declaradas como tales.

A2	ANTECEDENTES DE INVASIÓN EN ECOSISTEMAS TROPICALES	VALORACIÓN
A2.1	La especie ha sido extensamente introducida en ecosistemas tropicales sin que registre antecedentes de establecimiento o invasión.	
A2.2	La especie está reportada como establecida [con poblaciones autosostenibles] en ecosistemas tropicales y con altos impactos negativos. Y ha superado la generación F2	
A2.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Existe diferencias climatológicas que hacen menos probable que especies invasoras de climas templados prosperen en climas tropicales. Sin embargo, aquellas especies que no han sido reportadas en ambientes tropicales o subtropicales, deben ser cuidadosamente analizadas en cuanto a su riesgo y/o incertidumbre.

A3	¿CUÁL ES EL GRADO DE SIMILITUD CLIMÁTICA ENTRE EL ÁREA DE ORIGEN O LAS REGIONES DONDE LA ESPECIE ES INVASORA Y EL ÁREA A LA QUE SE LA INTRODUCE?	VALORACIÓN
A3.1	Baja [<25%] el grado de similitud climática entre las áreas nativas [de origen], a donde se ha introducido, y a donde se pretende introducir.	
A3.2	Moderado [30 - 70%] el grado de similitud climática entre las áreas nativas [de origen], a donde se ha introducido, y a donde se pretende introducir.	
A3.3	Muy alta [>70%] el grado de similitud climática entre las áreas nativas [de origen], a donde se ha introducido, y a donde se pretende introducir.	
A3.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Aquellos organismos que posean similitudes climáticas tienen mayor oportunidad de adaptación a condiciones de nuevos lugares, por esto mientras más parecido su clima mayor debe ser el puntaje. Similarmente, especies que toleran amplios cambios ambientales también deben calificarse con alto puntaje ya que aumenta su oportunidad de adaptarse a nuevos lugares.

#### CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA ESPECIE

A4	TIPO DE REPRODUCCIÓN	VALORACIÓN
A4.1	La especie tiene reproducción sexual.	
A4.2	La especie tiene reproducción asexual.	
A4.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Aquellas especies que combinan tipos reproductivos tienen mayor oportunidad de sobrevivir al nuevo entorno y proliferar, por lo que se les deben asignar puntajes altos.

A5	FRECUENCIA REPRODUCTIVA	VALORACIÓN
A5.1	La especie se reproduce una [1] vez al año.	
A5.2	La especie se reproduce dos [2] veces al año.	
A5.3	La especie se reproduce tres [3] veces al año.	
A5.4	La especie se reproduce durante todo el año.	
A5.5	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

A6	PERÍODO DE REPRODUCCIÓN	VALORACIÓN
A6.1	La especie madura y se reproduce a los cuatro años o más	
A6.2	La especie madura y se reproduce a los dos o tres años	
A6.3	La especie madura y se reproduce en un año o menos	
A6.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

A7	FECUNDIDAD (ANIMALIA)	VALORACIÓN
A7.1	La especie presenta baja fecundidad [número de embriones, huevos o larvas]	
A7.2	La especie presenta fecundidad media [número de embriones, huevos o larvas]	
A7.3	La especie presenta fecundidad alta [embriones, huevos o larvas]	
A7.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

A8	PRODUCCIÓN DE HUEVOS - ESPERMA - PLÁNULAS - ESTOLONOS. (VEGETALIA)	VALORACIÓN
A8.1	La especie presenta baja fecundidad [número de huevos - esperma - plánulas - estolones].	
A8.2	La especie presenta fecundidad media [número de huevos - esperma - plánulas - estolones].	
A8.3	La especie presenta fecundidad alta [número de huevos - esperma - plánulas - estolones].	
A8.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

A9	DISPERSIÓN NATURAL DE HUEVOS - ESPERMA - PLÁNULAS - ESTOLONOS - LARVAS	VALORACIÓN
A9.1	La dispersión ocurre por otras especies	
A9.2	La dispersión ocurre por las corrientes	
A9.3	La dispersión ocurre por el viento	
A9.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

A10	SUPERVIVENCIA DE NEONATOS Y JUVENILES (ANIMALIA)	VALORACIÓN
A10.1	La supervivencia es baja	
A10.2	La supervivencia es media	
A10.3	La supervivencia es alta	
A10.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

A11	SUPERVIVENCIA DE ESPERMA - HUEVOS - PLÁNULAS - ESTOLONOS - LARVAS (VEGETALIA)	VALORACIÓN
A11.1	La supervivencia es baja	
A11.2	La supervivencia es media	
A11.3	La supervivencia es alta	
A11.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

A12	ADAPTACIONES DE CUIDO DE EMBRIONES - HUEVOS - LARVAS O NEONATOS	VALORACIÓN
A12.1	La especie no tiene cuidado parental	
A12.2	La especie tiene cuidado parental y un alto grado de agresividad en su período reproductivo.	
A12.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Especies que posean una alta generación de productos sexuales deberán tener alto puntaje debido a la mayor posibilidad de dispersión y posibilidad de obtener crías viables.

A13	ESTRATEGIAS DE VIDA	VALORACIÓN
A13.1	¿Es una especie de estrategia $k$ ?	
A13.2	¿Es una especie de estrategia $r$ ?	
A13.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Las especies con estrategias de vida  $r$  poseen mayor capacidad de adaptación y rápido crecimiento que permite la rápida colonización de ambientes, mientras que las  $k$  son más exigentes en cuanto a sus requerimientos ambientales y poseen menor poder de crecimiento y dispersión.

A14	PROBABILIDAD DE ADAPTACIÓN REPRODUCTIVA DERIVADA DE LA ESTRATEGIA REPRODUCTIVA	VALORACIÓN
A14.1	¿Es una especie de estrategia $k$ poco adaptable a las nuevas condiciones?	
A14.2	¿Es una especie de estrategia $r$ altamente adaptable a las nuevas condiciones?	
A14.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: La estrategia  $k$  o  $r$ , es una estrategia integral que cobija, la posibilidad mismas de la especie o de su éxito reproductivo. De hecho, las especies invasoras son casualmente  $r$ , y exacerbaban esta característica en un nuevo ambiente, generando una amplia gama de cambios.

A15	HÁBITOS ALIMENTICIOS	VALORACIÓN
A15.1	Es herbívora con probabilidad de adaptar sus hábitos alimenticios en el nuevo ecosistema	
A15.2	Es omnívora con probabilidad de adaptar sus hábitos alimenticios en el nuevo ecosistema	
A15.3	Es carnívora con probabilidad de adaptar sus hábitos alimenticios en el nuevo ecosistema	
A15.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Especies con hábitos alimenticios diversos poseen mayor poder de adaptación a nuevos ambientes donde existen nuevas presas. Igualmente, estas especies potencialmente ocasionan mayores daños a otras especies y ecosistemas al ser altamente depredadoras.

A16	TIPO DE ECOSISTEMAS EN DONDE HABITA	VALORACIÓN
A16.1	Habita exclusivamente en ecosistemas marinos	
A16.2	Habita en ecosistemas de agua dulce, salobres o estuarinos	
A16.3	Puede lograr adaptarse a diferentes tipos de ecosistemas: marinos – continentales – salobres o estuarinos.	
A16.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Especies que pueden adaptarse a diferentes ambientes, poseen mayor capacidad frente a uno nuevo que le brinde amplitud de posibilidades. Este punto rescata las dificultades especiales de control que encierran las plantas acuáticas, tanto por las dificultades de detección y aplicación de técnicas de manejo tradicionales como por el potencial de dispersión. Igual ocurre con organismos animales.

A17	LONGEVIDAD DE LA ESPECIE	VALORACIÓN
A17.1	< 1 año	
A17.2	1 año	
A17.3	> 1 año	
A17.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

## SECCIÓN B - IMPACTO

B1	¿CUÁL ES EL GRADO DE ESPECIALIZACIÓN DE LA ESPECIE EN CUANTO A SUS REQUERIMIENTOS DE HÁBITAT?	VALORACIÓN
B1.1	No prosperará sino en cría, dada sus características y requerimientos biológicos, dado que su hábitat no se corresponde con el lugar a donde se introducirá.	
B1.2	Posee baja tolerancia a cambios ambientales o ambientes diferentes a los de su ecosistema original.	
B1.3	Se trata de un organismo generalista y capaz de prosperar fácilmente en ecosistemas distintos a los originales de su residencia	
B1.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Mayor adaptabilidad, significa mayor posibilidad de colonizar nuevos ambientes. Las especies invasoras están dotadas de esta característica.

B2	¿CUÁL ES SU GRADO DE OPORTUNISMO RESPECTO DE LAS ALTERACIONES HUMANAS DEL AMBIENTE Y/O HÁBITAT?	VALORACIÓN
B2.1	No prosperará en ambientes o ecosistemas perturbados	
B2.2	Ha demostrado que se beneficia y/o prosperará en ambientes y ecosistemas alterados por disturbios antrópicos y/o naturales.	
B2.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Especies oportunistas ante alteraciones humanas poseen mayores posibilidades de adaptarse y ser transportadas a nuevos lugares voluntaria o involuntariamente por acción del hombre. Es una característica que acompaña a las especies invasoras.

B3	¿CUÁL ES EL GRADO DE SIMILITUD MEDIO AMBIENTAL O DE ECOSISTEMAS ENTRE EL ÁREA DE ORIGEN O LAS REGIONES DONDE LA ESPECIE HA INVADIDO Y LA NUEVA ÁREA A LA QUE SE LA INTRODUCE?	VALORACIÓN
B3.1	Baja	
B3.2	Media	
B3.3	Alta	
B3.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

B4	RIESGO DE HIBRIDACIÓN CON ESPECIES NATIVAS	VALORACIÓN
B4.1	No existen en el área donde se introducirá, especies del mismo género o subespecies, ante lo cual se descarta el riesgo de hibridación.	
B4.2	Existen especies nativas del mismo género o subespecies y se puede suponer que pueda existir riesgo de hibridación.	
B4.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: La posibilidad de hibridación hace que la introducción de especies pueda ser un riesgo para la desaparición de especies nativas o la desaparición de características de estos organismos. Existen múltiples ejemplos de híbridos generados a partir de especies introducidas.

B5	PROBABILIDADES DE ÉXITO REPRODUCTIVO FRENTE A ESPECIES NATIVAS	VALORACIÓN
B5.1	La especie, respecto a las nativas puede alcanzar densidades que puede resultar en procesos de invasión.	
B5.2	La especie, respecto a las especies nativas produce más ovas, larvas neonatos, juveniles viables, plánulas, plántulas y estolones.	
B5.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

B6	¿CUÁL ES LA CAPACIDAD DE LA ESPECIE DE ESTABLECER POBLACIONES A PARTIR DE POCOS INDIVIDUOS?	VALORACIÓN
B6.1	Baja	
B6.2	Media	
B6.3	Alta	
B6.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Usualmente la introducción de especies comienza con unos cuantos individuos que se multiplican rápidamente. Ante la capacidad de crear poblaciones autosostenibles a partir de unos cuantos individuos, aumenta su poder invasor.

B7	CAPACIDAD DE CRECER FORMANDO NÚCLEOS DENSOS Y CERRADOS	VALORACIÓN
B7.1	Los individuos [plantas] se establecen de manera aislada, separados unos de otros o al menos no tienen la capacidad de formar núcleos cerrados.	
B7.2	La especie [planta] es capaz de crecer formando núcleos de alta densidad	
B7.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: El crecer en núcleos densos hace que las especies puedan reproducirse con mayor éxito, competir por espacio y recursos con otras especies.

B8	CAPACIDAD DE PRODUCIR COMPUESTOS ALELOPÁTICOS	VALORACIÓN
B8.1	No produce compuestos alelopáticos	
B8.2	Es capaz de producir compuestos alelopáticos	
B8.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Especies que producen compuestos alelopáticos compiten activamente por recursos y espacio con especies nativas.

B9	TOXICIDAD PARA OTRAS POBLACIONES Y/O ESPECIES	VALORACIÓN
B9.1	Ninguna de las partes o productos de la especie resulta tóxica para otras especies, incluida el ser humano.	
B9.2	Todas o alguna de las partes, o productos de la especie pueden resultar tóxicas para otras especies incluida el ser humano y no tendría controladores naturales.	
B9.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: El poseer partes o productos tóxicos resulta en baja depredación de la especie, lo que lleva a bajos niveles de control biológico. Sus efectos también ocurren a nivel humano.

B10	¿LA ESPECIE ES HOSPEDERA DE PARÁSITOS O PATÓGENOS CONOCIDOS?	VALORACIÓN
B10.1	No existen antecedentes que señalen que la especie sea hospedera de parásitos y/o patógenos conocidos en su ambiente original, pero existen datos que permiten suponer que eso ocurra en un nuevo hábitat.	
B10.2	La especie tiene registros de ser hospedera de parásitos y/o patógenos conocidos en su ambiente original.	
B10.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: El transportar patógenos o parásitos ocasiona un riesgo extra para poblaciones nativas que no poseen defensas contra ellos. Está documentado que las especies bien exóticas o invasoras, portan organismos patógenos, que en el nuevo ambiente prosperan y no tienen controles produciendo en algunos casos pandemias.

B11	ALTERACIÓN DE OTROS PROCESOS O FUNCIONES ECOSISTÉMICAS	VALORACIÓN
B11.1	No posee características que permitan suponer que ocurran alteraciones sobre los ecosistemas.	
B11.2	Reúne características que permiten suponer que ocurran situaciones adversas para los ecosistemas y la diversidad biológica.	
B11.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

B12	DISPERSIÓN ASOCIADA ACTIVIDADES HUMANAS [INTENCIONAL]	VALORACIÓN
B12.1	No se supone pueda ser dispersada intencionalmente, ni tiene atributos de interés [valor ornamental, medicinal, alimentaria, etc.] que lo permitan.	
B12.2	Se presume que la especie puede ser dispersada intencionalmente en su nuevo ecosistema, por las personas que identifiquen una característica u oportunidad, no considerada en su ambiente original.	
B12.3	Se desconoce si la especie es dispersada intencionalmente pero puede tener alguna propiedad de interés que permita tal acción.	

OBSERVACIÓN: Que a una especie se le atribuya un valor humano -por los usuarios de la misma-, aumenta el poder de dispersión de las especies por parte del hombre.

B13	DISPERSIÓN ASOCIADA A ACTIVIDADES HUMANAS [ACCIDENTAL]	VALORACIÓN
B13.1	No crece en áreas alteradas y/o no tiene actividades humanas que faciliten su transporte.	
B13.2	Crece en áreas alteradas y por ello la actividad humana accidentalmente la puede transportar (como ornamental – para cultivo en áreas cerradas – incrustadas en embarcaciones – por inundaciones – por crecientes, etc.).	
B13.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Si una especie presenta o se le da por parte de la población y/o de los usuarios cualquier tipo de favorabilidad -productiva, cultural, estética u ornamental- aumenta su potencial de dispersión.

B14	¿CUÁL ES EL IMPACTO POTENCIAL QUE SE PREVÉ DE LA ESPECIE SOBRE LA ECONOMÍA?	VALORACIÓN
B14.1	Positivo, muy alto	
B14.2	Positivo, alto	
B14.3	Positivo, medio	
B14.4	Bajo o nulo	
B14.5	Negativos	

OBSERVACIÓN: Si los impactos sobre economía humana son altos, se espera que la especie, al ser valorada, sea apetecida en otros lugares, aumentando su potencial de dispersión. La valoración económica del impacto puede realizarse estimando la magnitud de la pérdida potencial que dependerá tanto de la capacidad de la especie para producir un daño como de la importancia relativa de la actividad afectada en cada país o región.

Debe considerarse particularmente aquellas especies cuya presencia en el territorio puede ocasionar sanciones comerciales incluyendo la prohibición de la importación de productos del país en otros con los que se mantienen relaciones comerciales o se podrían mantener en el futuro.

B15	RESPECTO A LAS ESPECIES NATIVAS Y SUS PAQUETES TECNOLÓGICOS	VALORACIÓN
B15.1	Económicamente no existe ninguna especie nativa que pueda equipararse a la especie a introducir.	
B15.2	Existen especies nativas que podrían remplazar a la especie a ser introducida.	
B15.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: La existencia de paquetes tecnológicos para especies nativas con similares características, hace que la introducción y los riesgos que esto conlleva, determinen su inconveniencia.

B16	¿CUÁL ES EL IMPACTO NEGATIVO POTENCIAL QUE SE PREVÉ DE LA ESPECIE SOBRE LA SALUD HUMANA?	VALORACIÓN
B16.1	Bajo o nulo [está documentado]	
B16.2	Medio [está documentado]	
B16.3	Alto [está documentado]	
B16.4	Muy alto [está documentado]	
B16.5	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Las consecuencias negativas de la especie se ven exacerbadas por la posibilidad de riesgo a la salud humana. La valoración del impacto sobre la salud puede realizarse estimando la porción de la población potencialmente afectada y la gravedad de la afección. Se recomienda tener en cuenta posibles efectos indirectos de la introducción de plantas exóticas o invasoras sobre la salud humana tales como las consecuencias de la intensificación del uso de herbicidas para su control o manejo.

B17	¿CUÁL ES EL IMPACTO POTENCIAL QUE SE PREVÉ DE LA ESPECIE SOBRE VALORES CULTURALES Y SOBRE USOS TRADICIONALES?	VALORACIÓN
B17.1	Bajo o nulo [está documentado]	
B17.2	Medio [está documentado]	
B17.3	Alto [está documentado]	
B17.4	Muy alto [está documentado]	
B17.5	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: La introducción de especies puede llevar a cambios sociales y pérdida de identidad cultural. El impacto sobre valores culturales incluye el condicionamiento de usos económicos. Para evaluar la magnitud del efecto sobre actividades tradicionales se puede considerar si se trata de usos y conocimientos únicos, no representados en otras regiones del país; analizar el número de personas potencialmente afectadas por el condicionamiento de esa actividad; evaluar si existen actividades alternativas para compensar esa pérdida eventual, etc.

B18	IMPACTO GENERAL SOBRE ECOSISTEMAS, ÁREAS PROTEGIDAS, ESPECIES ENDÉMICAS, AMENAZADAS	VALORACIÓN
B18.1	La posibilidad de que la especie genere impactos sobre especies endémicas, amenazadas o áreas protegidas es mínima.	
B18.2	¿Existe la posibilidad que la introducción de la especie genere impactos sobre especies endémicas, amenazadas o áreas protegidas?	
B18.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

## SECCIÓN C - MANEJO Y CONTROL

C1	MÉTODOS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C1.1	Existen antecedentes internacionales y experiencia local para el control efectivo de la especie en el evento de convertirse en invasora.	
C1.2	Los antecedentes internacionales indican que el control es factible pero no existe experiencia o medios a nivel local para ejercerlo de manera efectiva.	
C1.3	Los antecedentes a nivel internacional resaltan la dificultad extrema de control de la especie.	
C1.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: La existencia de métodos de manejo y control efectivos permite la intervención en casos de detectar efectos negativos. La no existencia de métodos de control efectivos amerita una calificación alta. La información acerca de la factibilidad de control de la especie puede extraerse de los campos de control: físico, químico y biológico, verificándolos en diversas bases de datos y en experiencias respecto a la especie en cuestión.

C2	EFFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C2.1	Las medidas de control implementadas en otras áreas no han sido efectivas para controlar la especie y su dispersión.	
C2.2	Las medidas de control implementadas en otras áreas han sido efectivas para controlar la especie y su dispersión.	
C2.3	No existe información sobre las medidas de control implementadas para la especie	

C3	TIEMPO REQUERIDO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C3.1	< 1 Año	
C3.2	1 año	
C3.3	> 1 año	
C3.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Establecer, diseñar, e implementar medidas de control para especies invasoras, es una tarea que requiere diseños, pruebas piloto y determinación de la eficacia de las mismas para la especie objeto y eliminación de afectaciones sobre los ecosistemas y sus atributos físicos y biológicos.

C4	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL (ECONÓMICOS, HUMANOS O TÉCNICOS)	VALORACIÓN
C4.1	Son bajos	
C4.2	Son moderados	
C4.3	Son altos	
C4.4	No existe información sobre los costos de implementación	

C5	IMPACTOS DE LAS MEDIDAS Y TÉCNICAS DE MANEJO Y CONTROL SOBRE LOS ECOSISTEMAS NATIVOS	VALORACIÓN
C5.1	Son bajos	
C5.2	Son moderados	
C5.3	Son altos	
C5.4	No se tiene información sobre los impactos	

C6	IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS DE LAS MEDIDAS Y TÉCNICAS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C6.1	Son bajos	
C6.2	Son moderados	
C6.3	Son altos	
C6.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	

C7	RESPECTO A SÍ LA ESPECIE ES UN ORGANISMO VIVO MODIFICADO [OVM]. IMPACTOS	VALORACIÓN
C7.1	¿La especie u organismo es un ovm?	
C7.2	¿Como ovm se han probado sus impactos negativos sobre otras poblaciones o especies?	
C7.3	¿Ha producido efectos genéticos sobre poblaciones o especies en ambientes a donde se ha introducido?	
C7.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

OBSERVACIÓN: Organismos vivos modificados deben tratarse de igual forma que una especie introducida debido a la existencia de genes no nativos, que normalmente van dirigidos a una mayor reproducción, generación de diversos tipos de resistencia, mayor capacidad de crecimiento y en consecuencia alimenticia.

C8	RESPECTO A SÍ LA ESPECIE ES UN ORGANISMO VIVO MODIFICADO [OVM], SU ORIGEN BIOLÓGICO	VALORACIÓN
C8.1	¿El ovm tiene su origen a partir de una especie declarada invasora, o sin haberse declarado como tal, se le considera invasora?	
C8.2	El ovm no proviene de una especie declarada o reconocida como invasora	
C8.3	¿El ovm en su nuevo ambiente tiene la posibilidad de convertirse en invasora?	
C8.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	

## SECCIÓN D - FINES Y DESTINO DE LA INTRODUCCIÓN

D1	¿CUÁL ES EL OBJETIVO DE LA INTRODUCCIÓN?	VALORACIÓN
D1.1	La especie se introducirá para producción en ciclo cerrado	
D1.2	La especie se introducirá para producción en ciclo abierto	
D1.3	La especie se introducirá para producción en ciclo mixto	
D1.4	La información no fue aportada	

D2	¿CUÁL ES EL OBJETIVO DE LA INTRODUCCIÓN?	VALORACIÓN
D2.1	La especie se introducirá con fines de investigación en laboratorio y en total confinamiento.	
D2.2	La especie se introducirá con fines de investigación en una granja controlada y exenta de cualquier riesgo de incorporación de organismos al medio natural	
D2.3	La especie se introducirá con fines de investigación en una granja controlada y no exenta de riesgos de incorporación de organismos al medio natural.	
D2.4	La información no fue aportada	

## SECCIONES Y NÚMERO DE PREGUNTAS

SECCIÓN	NÚMERO DE PREGUNTAS
A: RIESGO DE ESTABLECIMIENTO	17
B: IMPACTO	18
C. MANEJO	8
D: FINES DE LA INTRODUCCIÓN	2
TOTAL	45

## VALORACIÓN NUMÉRICA DE LAS RESPUESTAS Y SU SIGNIFICADO

VALORACIÓN NUMÉRICA	SIGNIFICADO
Cero (0)	Cuando no sea pertinente contestar la pregunta, se coloca ésta calificación.
Uno (1)	Mínimo impacto negativo
Tres(3)	Bajo impacto negativo
Cinco(5)	Impacto negativo Medio
Siete (7)	Alto impacto negativo
Diez (10)	Extremadamente riesgoso
Quince (15)	Alta incertidumbre sobre el riesgo y los impactos. O cuando no existiendo información, en aspectos relevantes como las características de la especie; su control y/o manejo.

## ESTABLECIMIENTO DEL PESO DE LAS PREGUNTAS Y SUS VALORES POR PREGUNTA

SECCIÓN	PREGUNTAS	PESO PREGUNTA	1	3	5	7	10	15
A	17	2.765	47	141	235	329	470	705
B	18	1.944	35	105	175	245	350	525
C	8	1.625	13	39	65	91	130	195
D	2	2.500	5	15	25	35	50	75
TOTAL	45		100	300	500	700	1000	1500

## ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE RIESGO DE LAS ESPECIES UNA VEZ APLICADO EL PROTOCOLO DE RIESGO

DECISIÓN SOBRE LA VALORACIÓN DEL RIESGO DE UNA ESPECIE	PUNTUACIÓN FINAL
Especies de alto riesgo [prohibido su ingreso]	Entre 601 a 1500 puntos
Especie de riesgo medio [requieren mayor análisis]	Entre 351 a 600 puntos
Especies de bajo riesgo	Inferior o igual a 350 puntos

## ANEXO 4.2.

### Aplicación del análisis de riesgo para introducción de organismos acuáticos

#### ORGANISMO A EVALUAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Pisces	Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	Tilapia plateada – Tilapia nilotica.

#### SECCIÓN A - RIESGO DE ESTABLECIMIENTO

A1	ANTECEDENTES GENERALES DE INVASIÓN	VALORACIÓN
A1.1	La especie ha sido extensamente introducida a escala global sin que registren antecedentes de establecimiento o invasión.	0
A1.2	La especie está citada como invasora en los listados nacionales, en la base de datos I3N, en listados internacionales y está ampliamente distribuida y con impactos negativos.	10
A1.3	No se conocen antecedentes de introducción de la especie en otros países	0

OBSERVACIÓN: Aquellas especies que han causado invasiones en otros lugares del mundo son más propensas a causar invasiones biológicas en ecosistemas o condiciones climáticas similares. Por esto, aquellas especies con conocida invasibilidad deben tener una valoración alta. Se puede dar el caso de especies exóticas que estén en el nivel de invasoras, pero que no hayan sido declaradas como tales.

A2	ANTECEDENTES DE INVASIÓN EN ECOSISTEMAS TROPICALES	VALORACIÓN
A2.1	La especie ha sido extensamente introducida en ecosistemas tropicales sin que registre antecedentes de establecimiento o invasión.	10
A2.2	La especie está reportada como establecida [con poblaciones autosostenibles] en ecosistemas tropicales y con altos impactos negativos. Y ha superado la generación F2	10
A2.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Existe diferencias climatológicas que hacen menos probable que especies invasoras de climas templados prosperen en climas tropicales. Sin embargo, aquellas especies que no han sido reportadas en ambientes tropicales o subtropicales, deben ser cuidadosamente analizadas en cuanto a su riesgo y/o incertidumbre.

A3	¿CUÁL ES EL GRADO DE SIMILITUD CLIMÁTICA ENTRE EL ÁREA DE ORIGEN O LAS REGIONES DONDE LA ESPECIE ES INVASORA Y EL ÁREA A LA QUE SE LA INTRODUCE?	VALORACIÓN
A3.1	Baja [<25%] el grado de similitud climática entre las áreas nativas [de origen], a donde se ha introducido, y a donde se pretende introducir.	0
A3.2	Moderado [30 - 70%] el grado de similitud climática entre las áreas nativas [de origen], a donde se ha introducido, y a donde se pretende introducir.	0
A3.3	Muy alta [>70%] el grado de similitud climática entre las áreas nativas [de origen], a donde se ha introducido, y a donde se pretende introducir.	10
A3.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Aquellos organismos que posean similitudes climáticas tienen mayor oportunidad de adaptación a condiciones de nuevos lugares, por esto mientras más parecido su clima mayor debe ser el puntaje. Similarmente, especies que toleran amplios cambios ambientales también deben calificarse con alto puntaje ya que aumenta su oportunidad de adaptarse a nuevos lugares.

#### CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA ESPECIE

A4	TIPO DE REPRODUCCIÓN	VALORACIÓN
A4.1	La especie tiene reproducción sexual.	10
A4.2	La especie tiene reproducción asexual.	0
A4.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Aquellas especies que combinan tipos reproductivos tienen mayor oportunidad de sobrevivir al nuevo entorno y proliferar, por lo que se les deben asignar puntajes altos.

A5	FRECUENCIA REPRODUCTIVA	VALORACIÓN
A5.1	La especie se reproduce una [1] vez al año.	0
A5.2	La especie se reproduce dos [2] veces al año.	0
A5.3	La especie se reproduce tres [3] veces al año.	0
A5.4	La especie se reproduce durante todo el año.	10
A5.5	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

A6	PERÍODO DE REPRODUCCIÓN	VALORACIÓN
A6.1	La especie madura y se reproduce a los cuatro años o más.	0
A6.2	La especie madura y se reproduce a los dos o tres años.	0
A6.3	La especie madura y se reproduce en un año o menos .	10
A6.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

A7	FECUNDIDAD (ANIMALIA)	VALORACIÓN
A7.1	La especie presenta baja fecundidad [número de embriones, huevos o larvas]	10
A7.2	La especie presenta fecundidad media [número de embriones, huevos o larvas]	0
A7.3	La especie presenta fecundidad alta [embriones, huevos o larvas]	0
A7.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

A8	PRODUCCIÓN DE HUEVOS - ESPERMA - PLÁNULAS - ESTOLONES. (VEGETALIA)	VALORACIÓN
A8.1	La especie presenta baja fecundidad [número de huevos - esperma - plánulas - estolones].	0
A8.2	La especie presenta fecundidad media [número de huevos - esperma - plánulas - estolones].	0
A8.3	La especie presenta fecundidad alta [número de huevos - esperma - plánulas - estolones].	0
A8.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

A9	DISPERSIÓN NATURAL DE HUEVOS - ESPERMA - PLÁNULAS - ESTOLONES - LARVAS	VALORACIÓN
A9.1	La dispersión ocurre por otras especies.	0
A9.2	La dispersión ocurre por las corrientes.	10
A9.3	La dispersión ocurre por el viento.	0
A9.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

A10	SUPERVIVENCIA DE NEONATOS Y JUVENILES (ANIMALIA)	VALORACIÓN
A10.1	La supervivencia es baja.	0
A10.2	La supervivencia es media.	0
A10.3	La supervivencia es alta.	10
A10.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

A11	SUPERVIVENCIA DE ESPERMA - HUEVOS - PLÁNULAS - ESTOLONES - LARVAS (VEGETALIA)	VALORACIÓN
A11.1	La supervivencia es baja.	0
A11.2	La supervivencia es media.	0
A11.3	La supervivencia es alta.	0
A11.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

A12	ADAPTACIONES DE CUIDO DE EMBRIONES - HUEVOS - LARVAS O NEONATOS	VALORACIÓN
A12.1	La especie no tiene cuidado parental.	0
A12.2	La especie tiene cuidado parental y un alto grado de agresividad en su período reproductivo.	10
A12.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

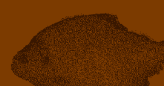
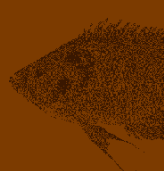
OBSERVACIÓN: Especies que posean una alta generación de productos sexuales deberán tener alto puntaje debido a la mayor posibilidad de dispersión y posibilidad de obtener crías viables.

A13	ESTRATEGIAS DE VIDA	VALORACIÓN
A13.1	¿Es una especie de estrategia <i>k</i> ?	0
A13.2	¿Es una especie de estrategia <i>r</i> ?	10
A13.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Las especies con estrategias de vida *r* poseen mayor capacidad de adaptación y rápido crecimiento que permite la rápida colonización de ambientes, mientras que las *k* son más exigentes en cuanto a sus requerimientos ambientales y poseen menor poder de crecimiento y dispersión.

A14	PROBABILIDAD DE ADAPTACIÓN REPRODUCTIVA DERIVADA DE LA ESTRATEGIA REPRODUCTIVA	VALORACIÓN
A14.1	¿Es una especie de estrategia <i>k</i> poco adaptable a las nuevas condiciones?	0
A14.2	¿Es una especie de estrategia <i>r</i> altamente adaptable a las nuevas condiciones?	10
A14.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: La estrategia *k* o *r*, es una estrategia integral que cubija, la posibilidad mismas de la especie o de su éxito reproductivo. De hecho, las especies invasoras son casualmente *r*, y exacerbaban esta característica en un nuevo ambiente, generando una amplia gama de cambios.



A15	HÁBITOS ALIMENTICIOS	VALORACIÓN
A15.1	Es herbívora con probabilidad de adaptar sus hábitos alimenticios en el nuevo ecosistema	0
A15.2	Es omnívora con probabilidad de adaptar sus hábitos alimenticios en el nuevo ecosistema	10
A15.3	Es carnívora con probabilidad de adaptar sus hábitos alimenticios en el nuevo ecosistema	0
A15.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Especies con hábitos alimenticios diversos poseen mayor poder de adaptación a nuevos ambientes donde existen nuevas presas. Igualmente, estas especies potencialmente ocasionan mayores daños a otras especies y ecosistemas al ser altamente depredadoras.

A16	TIPO DE ECOSISTEMAS EN DONDE HABITA	VALORACIÓN
A16.1	Habita exclusivamente en ecosistemas marinos	0
A16.2	Habita en ecosistemas de agua dulce, salobres o estuarinos	10
A16.3	Puede lograr adaptarse a diferentes tipos de ecosistemas: marinos – continentales – salobres o estuarinos.	10
A16.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Especies que pueden adaptarse a diferentes ambientes, poseen mayor capacidad frente a uno nuevo que le brinde amplitud de posibilidades. Este punto rescata las dificultades especiales de control que encierran las plantas acuáticas, tanto por las dificultades de detección y aplicación de técnicas de manejo tradicionales como por el potencial de dispersión. Igual ocurre con organismos animales.

A17	LONGEVIDAD DE LA ESPECIE	VALORACIÓN
A17.1	< 1 año	0
A17.2	1 año	0
A17.3	> 1 año	10
A17.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

## SECCIÓN B - IMPACTO

B1	¿CUÁL ES EL GRADO DE ESPECIALIZACIÓN DE LA ESPECIE EN CUANTO A SUS REQUERIMIENTOS DE HÁBITAT?	VALORACIÓN
B1.1	No prosperará sino en cría, dada sus características y requerimientos biológicos, dado que su hábitat no se corresponde con el lugar a donde se introducirá.	0
B1.2	Posee baja tolerancia a cambios ambientales o ambientes diferentes a los de su ecosistema original.	0
B1.3	Se trata de un organismo generalista y capaz de prosperar fácilmente en ecosistemas distintos a los originales de su residencia	10
B1.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Mayor adaptabilidad, significa mayor posibilidad de colonizar nuevos ambientes. Las especies invasoras están dotadas de esta característica.

B2	¿CUÁL ES SU GRADO DE OPORTUNISMO RESPECTO DE LAS ALTERACIONES HUMANAS DEL AMBIENTE Y/O HÁBITAT?	VALORACIÓN
B2.1	No prosperará en ambientes o ecosistemas perturbados	0
B2.2	Ha demostrado que se beneficia y/o prosperará en ambientes y ecosistemas alterados por disturbios antrópicos y/o naturales.	10
B2.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Especies oportunistas ante alteraciones humanas poseen mayores posibilidades de adaptarse y ser transportadas a nuevos lugares voluntaria o involuntariamente por acción del hombre. Es una característica que acompaña a las especies invasoras.

B3	¿CUÁL ES EL GRADO DE SIMILITUD MEDIO AMBIENTAL O DE ECOSISTEMAS ENTRE EL ÁREA DE ORIGEN O LAS REGIONES DONDE LA ESPECIE HA INVADIDO Y LA NUEVA ÁREA A LA QUE SE LA INTRODUCE?	VALORACIÓN
B3.1	Baja	0
B3.2	Media	0
B3.3	Alta	10
B3.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

B4	RIESGO DE HIBRIDACIÓN CON ESPECIES NATIVAS	VALORACIÓN
B4.1	No existen en el área donde se introducirá, especies del mismo género o subespecies, ante lo cual se descarta el riesgo de hibridación.	0
B4.2	Existen especies nativas del mismo género o subespecies y se puede suponer que pueda existir riesgo de hibridación.	10
B4.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: La posibilidad de hibridación hace que la introducción de especies pueda ser un riesgo para la desaparición de especies nativas o la desaparición de características de estos organismos. Existen múltiples ejemplos de híbridos generados a partir de especies introducidas.

B5	PROBABILIDADES DE ÉXITO REPRODUCTIVO FRENTE A ESPECIES NATIVAS	VALORACIÓN
B5.1	La especie, respecto a las nativas puede alcanzar densidades que puede resultar en procesos de invasión.	10
B5.2	La especie, respecto a las especies nativas produce más ovas, larvas neonatos, juveniles viables, plántulas, plántulas y estolones.	0
B5.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

B6	¿CUÁL ES LA CAPACIDAD DE LA ESPECIE DE ESTABLECER POBLACIONES A PARTIR DE POCOS INDIVIDUOS?	VALORACIÓN
B6.1	Baja	0
B6.2	Media	0
B6.3	Alta	10
B6.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Usualmente la introducción de especies comienza con unos cuantos individuos que se multiplican rápidamente. Ante la capacidad de crear poblaciones autosostenibles a partir de unos cuantos individuos, aumenta su poder invasor.

B7	CAPACIDAD DE CRECER FORMANDO NÚCLEOS DENSOS Y CERRADOS	VALORACIÓN
B7.1	Los individuos [plantas] se establecen de manera aislada, separados unos de otros o al menos no tienen la capacidad de formar núcleos cerrados.	0
B7.2	La especie [planta] es capaz de crecer formando núcleos de alta densidad	0
B7.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: El crecer en núcleos densos hace que las especies puedan reproducirse con mayor éxito, competir por espacio y recursos con otras especies.

B8	CAPACIDAD DE PRODUCIR COMPUESTOS ALELOPÁTICOS	VALORACIÓN
B8.1	No produce compuestos alelopáticos	0
B8.2	Es capaz de producir compuestos alelopáticos	0
B8.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Especies que producen compuestos alelopáticos compiten activamente por recursos y espacio con especies nativas.

B9	TOXICIDAD PARA OTRAS POBLACIONES Y/O ESPECIES	VALORACIÓN
B9.1	Ninguna de las partes o productos de la especie resulta tóxica para otras especies, incluida el ser humano.	0
B9.2	Todas o alguna de las partes, o productos de la especie pueden resultar tóxicas para otras especies incluida el ser y no tendría controladores naturales.	0
B9.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: El poseer partes o productos tóxicos resulta en baja depredación de la especie, lo que lleva a bajos niveles de control biológico. Sus efectos también ocurren a nivel humano.

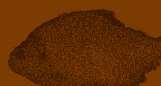
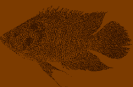
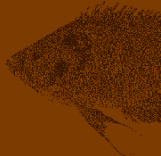
B10	¿LA ESPECIE ES HOSPEDERA DE PARÁSITOS O PATÓGENOS CONOCIDOS?	VALORACIÓN
B10.1	No existen antecedentes que señalen que la especie sea hospedera de parásitos y/o patógenos conocidos en su ambiente original, pero existen datos que permiten suponer que eso ocurra en un nuevo hábitat.	15
B10.2	La especie tiene registros de ser hospedera de parásitos y/o patógenos conocidos en su ambiente original.	10
B10.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: El transportar patógenos o parásitos ocasiona un riesgo extra para poblaciones nativas que no poseen defensas contra ellos. Está documentado que las especies bien exóticas o invasoras, portan organismos patógenos, que en el nuevo ambiente prosperan y no tienen controles produciendo en algunos casos pandemias.

B11	ALTERACIÓN DE OTROS PROCESOS O FUNCIONES ECOSISTÉMICAS	VALORACIÓN
B11.1	No posee características que permitan suponer que ocurran alteraciones sobre los ecosistemas.	0
B11.2	Refine características que permiten suponer que ocurran situaciones adversas para los ecosistemas y la diversidad biológica.	10
B11.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

B12	DISPERSIÓN ASOCIADA ACTIVIDADES HUMANAS [INTENCIONAL]	VALORACIÓN
B12.1	No se supone pueda ser dispersada intencionalmente, ni tiene atributos de interés [valor ornamental, medicinal, alimentaria etc.] que lo permitan.	0
B12.2	Se presume que la especie puede ser dispersada intencionalmente en su nuevo ecosistema, por las personas que identifiquen una característica o oportunidad, no considerada en su ambiente original.	10
B12.3	Se desconoce si la especie es dispersada intencionalmente pero puede tener alguna propiedad de interés que permita tal acción.	0

OBSERVACIÓN: Que a una especie se le atribuya un valor humano -por los usuarios de la misma-, aumenta el poder de dispersión de las especies por parte del hombre.



B13	DISPERSIÓN ASOCIADA A ACTIVIDADES HUMANAS [ACCIDENTAL]	VALORACIÓN
B13.1	No crece en áreas alteradas y/o no tiene actividades humanas que faciliten su transporte.	0
B13.2	Crece en áreas alteradas y por ello la actividad humana accidentalmente la puede transportar (como ornamental – para cultivo en áreas cerradas – incrustadas en embarcaciones – por inundaciones – por crecientes etc.).	10
B13.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: Si una especie presenta o se le da por parte de la población y/o de los usuarios cualquier tipo de favorabilidad -productiva, cultural, estética u ornamental- aumenta su potencial de dispersión.

B14	¿CUÁL ES EL IMPACTO POTENCIAL QUE SE PREVÉ DE LA ESPECIE SOBRE LA ECONOMÍA?	VALORACIÓN
B14.1	Positivo, muy alto	0
B14.2	Positivo, alto	10
B14.3	Positivo, medio	0
B14.4	Bajo o nulo	0
B14.5	Negativos	0

OBSERVACIÓN: Si los impactos sobre economía humana son altos, se espera que la especie, al ser valorada, sea apetecida en otros lugares, aumentando su potencial de dispersión. La valoración económica del impacto puede realizarse estimando la magnitud de la pérdida potencial que dependerá tanto de la capacidad de la especie para producir un daño como de la importancia relativa de la actividad afectada en cada país o región.

Es muy importante, en la medida de lo posible, considerar el efecto de una especie invasora sobre el potencial productivo de una región ya que determinados invasores podrían reducir opciones futuras de generación de recursos aún sin que existe un conflicto con ninguna actividad en desarrollo en el presente. Debe considerarse particularmente aquellas especies cuya presencia en el territorio puede ocasionar sanciones comerciales incluyendo la prohibición de la importación de productos del país en otros con los que se mantienen relaciones comerciales o se podrían mantener en el futuro.

B15	RESPECTO A LAS ESPECIES NATIVAS Y SUS PAQUETES TECNOLÓGICOS	VALORACIÓN
B15.1	Económicamente no existe ninguna especie nativa que pueda equipararse a la especie a introducir.	10
B15.2	Existen especies nativas que podrían remplazar a la especie a ser introducida.	10
B15.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: La existencia de paquetes tecnológicos para especies nativas con similares características, hace que la introducción y los riesgos que esto conlleva, determinen su inconveniencia.

B16	¿CUÁL ES EL IMPACTO NEGATIVO POTENCIAL QUE SE PREVÉ DE LA ESPECIE SOBRE LA SALUD HUMANA?	VALORACIÓN
B16.1	Bajo o nulo [está documentado]	0
B16.2	Medio [está documentado]	0
B16.3	Alto [está documentado]	0
B16.4	Muy alto [está documentado]	0
B16.5	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	15

OBSERVACIÓN: Las consecuencias negativas de la especie se ven exacerbadas por la posibilidad de riesgo a la salud humana. La valoración del impacto sobre la salud puede realizarse estimando la porción de la población potencialmente afectada y la gravedad de la afección. Se recomienda tener en cuenta posibles efectos indirectos de la introducción de plantas exóticas o invasoras sobre la salud humana tales como las consecuencias de la intensificación del uso de herbicidas para su control o manejo.

B17	¿CUÁL ES EL IMPACTO POTENCIAL QUE SE PREVÉ DE LA ESPECIE SOBRE VALORES CULTURALES Y SOBRE USOS TRADICIONALES?	VALORACIÓN
B17.1	Bajo o nulo [está documentado]	0
B17.2	Medio [está documentado]	0
B17.3	Alto [está documentado]	0
B17.4	Muy alto [está documentado]	10
B17.5	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: La introducción de especies puede llevar a cambios sociales y pérdida de identidad cultural. El impacto sobre valores culturales incluye el condicionamiento de usos económicos. Para evaluar la magnitud del efecto sobre actividades tradicionales se puede considerar si se trata de usos y conocimientos únicos, no representados en otras regiones del país; analizar el número de personas potencialmente afectadas por el condicionamiento de esa actividad; evaluar si existen actividades alternativas para compensar esa pérdida eventual, etc.

B18	IMPACTO GENERAL SOBRE ECOSISTEMAS, ÁREAS PROTEGIDAS, ESPECIES ENDÉMICAS, AMENAZADAS	VALORACIÓN
B18.1	La posibilidad de que la especie genere impactos sobre especies endémicas, amenazadas o áreas protegidas es mínima.	0
B18.2	¿Existe la posibilidad que la introducción de la especie genere altos impactos sobre especies endémicas, amenazadas o áreas protegidas?	10
B18.3	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

## SECCIÓN C - MANEJO Y CONTROL

C1	MÉTODOS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C1.1	Existen antecedentes internacionales y experiencia local para el control efectivo de la especie en el evento de convertirse en invasora.	0
C1.2	Los antecedentes internacionales indican que el control es factible pero no existe experiencia o medios a nivel local para ejercerlo de manera efectiva.	0
C1.3	Los antecedentes a nivel internacional resaltan la dificultad extrema de control de la especie.	10
C1.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

OBSERVACIÓN: La existencia de métodos de manejo y control efectivos permite la intervención en casos de detectar efectos negativos. La no existencia métodos de control efectivos amerita una calificación alta. La información acerca de la factibilidad de control de la especie puede extraerse de los campos de control: físico, químico y biológico, verificándolos en diversas bases de datos y en experiencias respecto a la especie en cuestión.

C2	EFFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C2.1	Las medidas de control implementadas en otras áreas no han sido efectivas para controlar la especie y su dispersión.	10
C2.2	Las medidas de control implementadas en otras áreas han sido efectivas para controlar la especie y su dispersión.	0
C2.3	No existe información sobre las medidas de control implementadas para la especie	0

C3	TIEMPO REQUERIDO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C3.1	< 1 Año	0
C3.2	1 año	0
C3.3	> 1 año	0
C3.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	15

OBSERVACIÓN: Establecer, diseñar, e implementar medidas de control para especies invasoras, es una tarea que requiere diseños, pruebas piloto y determinación de la eficacia de las mismas para la especie objeto y eliminación de afectaciones sobre los ecosistemas y sus atributos físicos y biológicos.

C4	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL (ECONÓMICOS, HUMANOS O TÉCNICOS)	VALORACIÓN
C4.1	Son bajos	0
C4.2	Son moderados	0
C4.3	Son altos	0
C4.4	No existe información sobre los costos de implementación	15

C5	IMPACTOS DE LAS MEDIDAS Y TÉCNICAS DE MANEJO Y CONTROL SOBRE LOS ECOSISTEMAS NATIVOS	VALORACIÓN
C5.1	Son bajos	0
C5.2	Son moderados	0
C5.3	Son altos	0
C5.4	No se tiene información sobre los impactos	15

C6	IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS DE LAS MEDIDAS Y TÉCNICAS DE MANEJO Y CONTROL	VALORACIÓN
C6.1	Son bajos	0
C6.2	Son moderados	0
C6.3	Son altos	0
C6.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15

C7	RESPECTO A SÍ LA ESPECIE ES UN ORGANISMO VIVO MODIFICADO [OVM]. IMPACTOS	VALORACIÓN
C7.1	¿La especie u organismo es un ovm?	0
C7.2	¿Como ovm se han probado sus impactos negativos sobre otras poblaciones o especies?	0
C7.3	¿Ha producido efectos genéticos sobre poblaciones o especies en ambientes a donde se ha introducido?	0
C7.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	15

OBSERVACIÓN: Organismos vivos modificados deben tratarse de igual forma que una especie introducida debido a la existencia de genes no nativos, que normalmente van dirigidos a una mayor reproducción, generación de diversos tipos de resistencia, mayor capacidad de crecimiento y en consecuencia alimenticia.

C8	RESPECTO A SÍ LA ESPECIE ES UN ORGANISMO VIVO MODIFICADO [OVM]. SU ORIGEN BIOLÓGICO	VALORACIÓN
C8.1	¿El ovm tiene su origen a partir de una especie declarada invasora, o sin haberse declarado como tal, se le considera invasora?	0
C8.2	El ovm no proviene de una especie declarada o reconocida como invasora	10
C8.3	¿El ovm en su nuevo ambiente tiene la posibilidad de convertirse en invasora?	10
C8.4	No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	0

## SECCIÓN D - FINES Y DESTINO DE LA INTRODUCCIÓN

D1	¿CUÁL ES EL OBJETIVO DE LA INTRODUCCIÓN?	VALORACIÓN
D1.1	La especie se introducirá para producción en ciclo cerrado	0
D1.2	La especie se introducirá para producción en ciclo abierto	0
D1.3	La especie se introducirá para producción en ciclo mixto	10
D1.4	La información no fue aportada	0

D2	¿CUÁL ES EL OBJETIVO DE LA INTRODUCCIÓN?	VALORACIÓN
D2.1	La especie se introducirá con fines de investigación en laboratorio y en total confinamiento.	0
D2.2	La especie se introducirá con fines de investigación en una granja controlada y exenta de cualquier riesgo de incorporación de organismos al medio natural	0
D2.3	La especie se introducirá con fines de investigación en una granja controlada y no exenta de riesgos de incorporación de organismos al medio natural.	10
D2.4	La información no fue aportada	0

## SECCIONES Y NÚMERO DE PREGUNTAS

SECCIÓN	NÚMERO DE PREGUNTAS
A: RIESGO DE ESTABLECIMIENTO	17
B: IMPACTO	18
C. MANEJO	8
D: FINES DE LA INTRODUCCIÓN	2
TOTAL	45

## VALORACIÓN NUMÉRICA DE LAS RESPUESTAS Y SU SIGNIFICADO

VALORACIÓN NUMÉRICA	SIGNIFICADO
Cero (0)	Cuando no sea pertinente contestar la pregunta, se coloca ésta calificación.
Uno (1)	Mínimo impacto negativo
Tres(3)	Bajo impacto negativo
Cinco(5)	Impacto negativo Medio
Siete (7)	Alto impacto negativo
Diez (10)	Extremadamente riesgoso
Quince (15)	Alta incertidumbre sobre el riesgo y los impactos. O cuando no existiendo información, en aspectos relevantes como las características de la especie; su control y/o manejo.

## ESTABLECIMIENTO DEL PESO DE LAS PREGUNTAS Y SUS VALORES POR PREGUNTA

SECCIÓN	PREGUNTAS	PESO PREGUNTA	1	3	5	7	10	15
A	17	2.765	-	-	-	-	470	-
B	18	1.944	-	-	-	-	291.67	58.33
C	8	1.625	-	-	-	-	65	121.88
D	2	2.500	-	-	-	-	50	-
TOTAL	45						876.67	180.21
TOTAL								1056.88

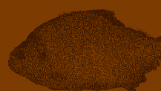
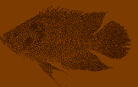
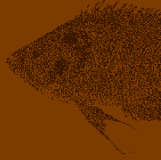
## ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE RIESGO DE LAS ESPECIES UNA VEZ APLICADO EL PROTOCOLO DE RIESGO

DECISIÓN SOBRE LA VALORACIÓN DEL RIESGO DE UNA ESPECIE	PUNTUACIÓN FINAL
Especies de alto riesgo [prohibido su ingreso]	Entre 601 a 1500 puntos
Especie de riesgo medio [requieren mayor análisis].	Entre 351 a 600 puntos
Especies de bajo riesgo	Inferior o igual a 350 puntos

## ANEXO 4.3.

### Especies introducidas y trasplantadas a aguas continentales y salobres

NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	INTRODUCIDO	TRASPLANTADO	LUGAR DE ORIGEN	PROPÓSITO	CUERPO DE AGUA
NOMBRE VÁLIDO	SINONÍMIAS Y OTROS NOMBRES						
PECES							
OSTEOGLOSSIFORMES							
Osteoglossidae							
<i>Arapaima gigas</i>		Pirarucu		1			
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>		Arawana		1			
ELOPIFORMES							
Megalopidae							
<i>Megalops atlanticus</i> *	<i>Tarpon atlanticus</i>	Sábalo		1			
CHARACIFORMES							
Gasteropelecidae							
<i>Carnegiella strigata</i>		Estrigata, pechona		1			
Hemiodontidae							
<i>Hemiodus gracilis</i>	<i>Hemiodopsis gracilis</i>	Tijero colirojo		1			
Prochilodontidae							
<i>Prochilodus magdalenae</i>		Bocachico		1			
<i>Semaprochilodus insignis</i>	<i>Semaprochilodus amazonensis</i>	Sapuara		1			
Characidae							
<i>Astyanax jordani</i>			1		Norteamérica/ Centroamérica		
<i>Brycon amazonicus</i>	<i>Brycon siebenthalae</i>	Bocón		1			
<i>Brycon meeki</i>				1			
<i>Brycon sinuensis</i>	<i>Brycon moorei sinuensis</i>	Dorada		1			
<i>Colossoma macropomum</i>		Cachama negra		1			
<i>Cheirodon interruptus</i>	<i>Tetragonopterus interruptus</i>			1			
<i>Grundulus bogotensis</i>		Guapucha		1			
<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>		Rosita	1		Paraguay	Ornamental	
<i>Hyphessobrycon flammeus</i>		Rojito		1			
<i>Hyphessobrycon megalopterus</i>		Rojito		1			
<i>Metynnis luna</i>		Moneda, gancho rojo		1			
<i>Myloplus rubripinnis</i>	<i>Myleus rubripinnis</i>	Gancho rojo		1			
<i>Mylossoma duriventre</i>		Palometa		1			
<i>Nematobrycon palmeri</i>		Emperador tetra		1			
<i>Paracheirodon innesi</i>		Cardenal, cardenal tetra, neon		1			
<i>Piaractus brachipomus</i>		Cachama blanca		1			



NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	INTRODUCIDO	TRASPLANTADO	LUGAR DE ORIGEN	PROPÓSITO	CUERPO DE AGUA
NOMBRE VÁLIDO	SINONÍMIAS Y OTROS NOMBRES						
<i>P. brachypomus</i> X <i>C. macropomum</i>				1			
<i>Serrasalmus</i> sp.		Piraña		1			
<b>Cynodontidae</b>							
<i>Hydrolycus scomberoides</i>		Payara		1			
<b>Lebiasinidae</b>							
<i>Nannostomus trifasciatus</i>		Pencil		1			
<b>Ctenoluciidae</b>							
<i>Ctenolucius hujeta</i>		Agujón		1			

#### SILURIFORMES

<b>Ictaluridae</b>							
<i>Ictalurus punctatus</i>		Bagre de canal	1		E.E.U.U		
<b>Trichomycteridae</b>							
<i>Eremophilus mutisii</i>		Capitán de la sabana		1			
<b>Callichthyidae</b>							
<i>Corydoras habrosus</i>		Corredora		1			
<b>Loricariidae</b>							
<i>Hypostomus plecostomus</i>		Corroncho, cucha		1			
<b>Pimelodidae</b>							
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>		Valentón, lechero, pirahiba		1			
<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	<i>Goslinia platynema</i>	Baboso		1			
<i>Leiarius marmoratus</i>		Mota		1			
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>		Cajaro		1			
<i>Pimelodus pictus</i>		Tigrito		1			
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>			1		Paraguay		
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>		Bagre rayado		1	Colombia		Natural
<i>P. fasciatum</i> X <i>P. tigrinum</i>				1	Colombia/ Venezuela		Natural
<i>Sorubim cuspidatus</i>		Blanquillo		1			
<i>Zungaro zungaro</i>	<i>Brachyplatystoma flavicans</i> , <i>Paulicea lutkeni</i>	Dorado, plateado		1			

#### GYMNOTIFORMES

<b>Gymnotidae</b>							
<i>Electrophorus electricus</i>		Angila, pez eléctrico		1			
<b>Apteronotidae</b>							
<i>Apteronotus albifrons</i>		Caballito		1			

NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	INTRODUCIDO	TRASPLANTADO	LUGAR DE ORIGEN	PROPÓSITO	CUERPO DE AGUA
NOMBRE VÁLIDO	SINONÍMIAS Y OTROS NOMBRES						

#### SALMONIFORMES

Salmonidae							
<i>Oncorhynchus kisutch</i>		Salmón plateado	1		E.E.U.U	Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Oncorhynchus mykiss</i>		Trucha arco iris	1		E.E.U.U	Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Salmo salar</i>	<i>Salmo salar sebago</i>	Salmón del Atlántico	1		E.E.U.U	Acuicultura	
<i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo trutta trutta</i> , <i>Salmo trutta fario</i>	Trucha común	1		E.E.U.U	Acuicultura	
<i>Salvelinus fontinalis</i>		Trucha de arroyo	1		E.E.U.U	Acuicultura	
<i>Salvelinus</i> sp.			1			Acuicultura	

#### ATHERINIFORMES

Melanotaeniidae							
<i>Melanotaenia australis</i>	<i>Melanotaenia splendida australianus</i>		1		Papua N.G/ Australia	Ornamental	
<i>Melanotaenia boesemani</i>			1		Asia	Ornamental	
<i>Melanotaenia herbertaxelrodi</i>			1		Papua N.G	Ornamental	

#### CYPRINODONTIFORMES

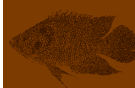
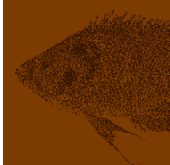
Cyprinidae							
<i>Balantiocheilus melanopterus</i>			1		Asia	Ornamental	
<i>Danio albolineatus</i>	<i>Brachydanio albolineatus</i>		1		Asia	Ornamental	
<i>Danio kerri</i>	<i>Brachydanio kerri</i>		1		Asia	Ornamental	
<i>Danio rerio</i>	<i>Brachydanio rerio</i>		1		India/Asia	Ornamental	
<i>Carassius auratus</i>		Goldfish calico	1		E.E.U.U	Ornamental/ Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Carassius auratus</i> (variedad)		Goldfish	1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Ctenopharyngodon idella</i>		Carpa herbívora	1		Panamá	Ornamental/ Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Carpa común	1		Europa/ Asia	Ornamental/ Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i>		Carpa	1		México	Ornamental/ Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Cyprinus</i> spp.		Carpa	1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Devario aequipinnatus</i>	<i>Danio aequipannatus</i>		1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Devario malabaricus</i>	<i>Danio malabaricus</i>		1		India	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Epalzeorhynchus bicolor</i>			1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		Carpa plateada, carpa argentina	1		Panamá	Acuicultura	

NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	INTRODUCIDO	TRASPLANTADO	LUGAR DE ORIGEN	PROPÓSITO	CUERPO DE AGUA
NOMBRE VÁLIDO	SINONÍMIAS Y OTROS NOMBRES						
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	<i>Aristichthys nobilis</i>	Carpa cabezona	1		Panamá		
<i>Puntius conchonius</i>			1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Puntius gelius</i>			1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Natural/ artificial
<i>Puntius nigrofasciatus</i>			1		Sri Lanka	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Puntius oligolepis</i>			1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Puntius tetrazona</i>	<i>Puntius tetrazona</i> <i>tetrazona</i>		1		Pen. Malaya	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Puntius titteya</i>			1		Indonesia	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Rasbora trilineata</i>			1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Natural
<i>Tanichthys albonubes</i>			1		China	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<i>Trigonostigma heteromorpha</i>	<i>Rasbora heteromorpha</i>		1		Asia	Ornamental/ Acuicultura	Artificial
<b>Nothobranchiidae</b>							
<i>Aphyosemion</i> sp.			1		África/ Indonesia	Acuicultura	Natural
<b>Poeciliidae</b>							
<i>Poecilia latipinna</i>		Molinesia de velo	1		E.E.U.U	Ornamental	
<i>Poecilia reticulata</i>		Guppy	1		Asia	Control mosquitos	
<i>Poecilia sphenops</i>			1		E.E.U.U	Ornamental	
<i>Poecilia velifera</i>			1		México	Ornamental	
<i>Xiphophorus hellerii</i>		Espada	1		México	Ornamental	
<i>Xiphophorus maculatus</i>			1		México	Ornamental	
<i>Xiphophorus variatus</i>			1		México		

**PERCIFORMES**

<b>Centrarchidae</b>							
<i>Micropterus salmoides</i>		Perca americana	1		E.E.U.U		
<b>Polycentridae</b>							
<i>Monocirrhus polyacanthus</i>		Pez hoja		1			
<b>Cichlidae</b>							
<i>Aequidens latifrons</i>		Mojarra		1			
<i>Aequidens pulcher</i>		Mojarra		1			
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	<i>Cichlasoma nigrofasciatum</i>		1		Centroamérica	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Amphilophus macracanthus</i>	<i>Cichlasoma meeki</i>		1		Guatemala	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Astronotus ocellatus</i>		Oscar		1	Suramérica		
<i>Caquetaia kraussii</i>		Mojarra amarilla		1	Colombia/ Venezuela		

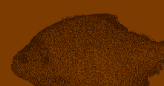
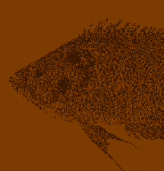
NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	INTRODUCIDO	TRASPLANTADO	LUGAR DE ORIGEN	PROPÓSITO	CUERPO DE AGUA
NOMBRE VÁLIDO	SINONIMIAS Y OTROS NOMBRES						
<i>Cichla ocellaris</i>		Pavón		1	América del Sur y Central		
<i>Dimidiochromis compressiceps</i>	<i>Cyrtocara compressiceps</i>			1	África Centro Occidental	Ornamental	
<i>Etroplus maculatus</i>				1	África Centro Occidental	Ornamental	
<i>Geophagus jurupari</i>		Vieja		1	Suramérica		
<i>Hemichromis bimaculatus</i>				1	África Centro Occidental	Ornamental	
<i>Heros severus</i>	<i>Cichlasoma severum</i>	Falso disco		1	Suramérica	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Maylandia zebra</i>	<i>Pseudotropheus zebra</i>			1	África Centro Occidental	Ornamental	Artificial
<i>Melanochromis auratus</i>				1	África Centro Occidental	Ornamental	
<i>Melanochromis johannii</i>				1	África	Ornamental	
<i>Mesonauta festivus</i>	<i>Cichlasoma festivum</i>	Festivo		1	Suramérica	Ornamental/ consumo	Artificial
<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>	<i>Papiliochromis ramirezi</i>	Ramirezi		1	Suramérica	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Neolamprologus brichardi</i>				1	África Centro Occidental	Ornamental	
<i>Oreochromis aureus</i>		Tilapia		1	Panamá	Acuicultura/ consumo	
<i>Oreochromis mossambicus Albina</i>		Tilapia		1	E.U, Jamaica, México	Acuicultura/ consumo	
<i>Oreochromis niloticus *</i>		Tilapia nilotica		1	Panamá	Acuicultura/ consumo	
<i>Oreochromis spp.</i>		Tilapia		1	E.E.U.U	Acuicultura	
<i>Oreochromis urolepis</i>	<i>Oreochromis hornorum</i>	Tilapia		1	África	Acuicultura/ consumo	
<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>		Tilapia		1	Brasil	Acuicultura	
<i>Pelvicachromis pulcher</i>				1	África Occidental	Ornamental/ acuicultura	Artificial/ Natural
<i>Pseudotropheus elongatus</i>				1	África Centro Occidental	Ornamental	Artificial
<i>Pterophyllum scalare</i>		Escarar		1	Suramérica	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Rocio octofasciata</i>	<i>Cichlasoma octofasciatum</i>			1	Centroamérica	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Symphysodon aequifasciatus</i>		Disco		1	Suramérica	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Symphysodon discus</i>		Disco		1	Suramérica	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Tropheus tropheops</i>	<i>Pseudotropheus tropheops</i>			1	África Centro Occidental	Ornamental	Artificial
<i>Tropheus tropheops</i>	<i>Pseudotropheus tropheops gracilior</i>			1	África	Ornamental	Artificial



NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	INTRODUCIDO	TRASPLANTADO	LUGAR DE ORIGEN	PROPÓSITO	CUERPO DE AGUA
NOMBRE VÁLIDO	SINÓNIMIAS Y OTROS NOMBRES						
<i>Tilapia rendalli</i>			1		Brasil	Acuicultura/ consumo	
<b>Eleotridae</b>							
<i>Dormitator</i> sp. *				1	Suramérica		
<b>Helostomidae</b>							
<i>Helostoma temminckii</i>			1		Asia		
<b>Moronidae</b>							
<i>Morone chrysops</i>		Perca blanca	1		E.E.U.U		
<i>Morone saxatilis</i>			1		Norteamérica		
<b>Mugilidae</b>							
<i>Mugil incilis</i> *		Lisa		1			
<b>Osphronemidae</b>							
<i>Betta splendens</i>		Beta	1		Asia	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Macropodus opercularis</i>			1		Asia	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Osphronemus goramy</i>	<i>Osphronemus gourami</i>	Mojarra barbuda	1		Asia	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Trichogaster chuna</i>		Gurami	1		Asia	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Trichogaster fasciata</i>	<i>Colisa fasciatus</i>	Gurami gigante	1		Asia	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Trichogaster labiosa</i>	<i>Colisa labiosa</i>	Gurami	1		Birmania	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Trichogaster lalia</i>	<i>Colisa lalia</i>	Gurami	1		India	Ornamental/ acuicultura	Artificial
<i>Trichogaster leerii</i>		Gurami	1		Malasia/Borneo/ Sumatra	Ornamental/ acuicultura	Artificial/ Natural
<i>Trichopodus microlepis</i>	<i>Trichogaster microlepis</i>	Gurami	1		Tailandia	Ornamental	Artificial
<i>Trichogaster pectoralis</i> *		Gurami	1		Tailandia	Ornamental	Artificial/ Natural
<i>Trichogaster trichopterus</i>		Gurami de tres puntos	1		Asia	Ornamental	Artificial
<i>Trichogaster trichopterus</i>	<i>Trichogaster trichopterus sumatranus</i>	Gurami de tres puntos	1		Sumatra	Ornamental	Artificial/ Natural
<b>Número de especies de peces</b>			82	55			
<b>CRUSTÁCEOS</b>							
<b>DECAPODA</b>							
<b>Parasticidae</b>							
<i>Cherax quadricarinatus</i>		Langosta de pinza roja	1		Nueva Guinea/ Australia	Cultivo experimental	Artificial
<b>Nephropidae</b>							
<i>Homarus americanus</i>		Langosta americana	1		Norteamérica	Acuicultura/ consumo	Artificial

NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	INTRODUCIDO	TRASPLANTADO	LUGAR DE ORIGEN	PROPÓSITO	CUERPO DE AGUA
NOMBRE VÁLIDO	SINONÍMIAS Y OTROS NOMBRES						
<b>Palemonidae</b>							
<i>Macrobrachium amazonicum</i>				1		Acuicultura/ consumo	Artificial/ Natural
<i>Macrobrachium rosenbergii</i> *		Camarón de agua dulce	1		Indo pacífico/ Norte Australia	Acuicultura/ consumo	Artificial/ Natural
<b>Astacidae</b>							
<i>Procambarus clarkii</i>		Camarón rojo	1		Norteamérica	Acuicultura/ consumo	Artificial/ Natural
<b>Número de especies de crustáceos</b>			4	1			

\* Especies típicas de ambientes salobres o estuarinos y/o que requieren de estos para completar su ciclo reproductivo

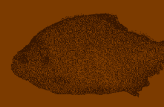
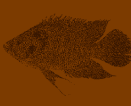
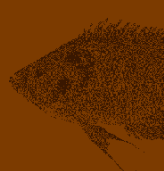


## ANEXO 4.4.

### Distribución regional y por cuencas de las especies introducidas y trasplantadas a aguas continentales y salobres

NOMBRE CIENTÍFICO	DEPARTAMENTOS															
	AMAZONAS	ANTIOQUIA	ARAUCA	ATLÁNTICO	BOLÍVAR	BOYACÁ	CALDAS	CAQUETÁ	CASANARE	CAUCA	CESAR	CHOCÓ	CÓRDOBA	CUNDINAMARCA	GUAINÍA	GUAJIRA
<b>OSTEOGLOSSIFORMES</b>																
<b>Osteoglossidae</b>																
<i>Arapaima gigas</i>		1				1							1			
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>							1						1			
<b>ELOPIFORMES</b>																
<b>Megalopidae</b>																
<i>Megalops atlanticus</i> *																
<b>CHARACIFORMES</b>																
<b>Gasteropelecidae</b>																
<i>Carnegiella strigata</i>																
<b>Hemiodontidae</b>																
<i>Hemiodus gracilis</i>																
<b>Prochilodontidae</b>																
<i>Prochilodus magdalenae</i>		1					1	1	1			1				1
<i>Semaprochilodus insignis</i>																
<b>Characidae</b>																
<i>Astyanax jordani</i>																
<i>Brycon amazonicus</i>		1						1								
<i>Brycon meeki</i>																
<i>Brycon sinuensis</i>																
<i>Colossoma macropomum</i>		1		1	1	1	1			1	1	1	1	1		
<i>Cheirodon interruptus</i>		1					1									
<i>Grundulus bogotensis</i>						1										
<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>		1					1									
<i>Hyphessobrycon flammeus</i>		1					1									
<i>Hyphessobrycon megalopterus</i>		1														
<i>Metynnis luna</i>																
<i>Myloplus rubripinnis</i>																
<i>Mylossoma duriventre</i>																
<i>Nematobrycon palmeri</i>		1														
<i>Paracheirodon innesi</i>																
<i>Piaractus brachypomus</i>		1		1	1	1	1			1	1	1	1	1		
<i>P. brachypomus</i> X <i>C. macropomum</i>		1			1	1				1		1	1	1		
<i>Serrasalmus</i> sp.												1				

DEPARTAMENTOS														CUENCAS								
GUAVIARE	HUILA	MAGDALENA	META	NARIÑO	NORTE DE SANTANDER	PUTUMAYO	QUINDÍO	RISARALDA	SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA	SANTANDER	SUCRE	TOLIMA	VALLE DEL CAUCA	VAUPÉS	VICHADA	NÚMERO DE DEPARTAMENTOS EN QUE ESTA PRESENTE	CARIBE	MAGDALENA-CAUCA	ORINOCO	AMAZONAS	PACÍFICO	
	1	1				1						1	1			8	1	1				1
													1			3	1	1				1
													1			1						1
													1			1						1
													1			1						1
					1					1	1					9	1	1	1	1	1	1
													1			1						1
													1									1
													1			1						1
						1				1		1	1			6		1		1		1
													1			1						1
										1						1		1				
	1	1		1	1		1			1	1	1	1			19		1				1
																2		1				
																1		1				
													1			3		1				1
													1			3		1				1
																1		1				
													1			1						1
													1			1						1
													1			1						1
													1			1		1				1
	1	1		1	1		1				1	1	1			18		1				1
	1	1	1		1	1	1			1	1	1				16		1	1			
													1			2						1



### Anexo 4.4. Distribución regional y por cuencas de las especies introducidas y trasplantadas a aguas continentales y salobres (continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	DEPARTAMENTOS															
	AMAZONAS	ANTIOQUIA	ARAUCA	ATLÁNTICO	BOLÍVAR	BOYACÁ	CALDAS	CAQUETÁ	CASANARE	CAUCA	CESAR	CHOCÓ	CÓRDOBA	CUNDINAMARCA	GUAINÍA	GUAJIRA
<b>Cynodontidae</b>																
<i>Hydrolycus scomberoides</i>																
<b>Lebiasinidae</b>																
<i>Nannostomus trifasciatus</i>																
<b>Ctenoluciidae</b>																
<i>Ctenolucius hujeta</i>																
<b>SILURIFORMES</b>																
<b>Ictaluridae</b>																
<i>Ictalurus punctatus</i>																
<b>Trichomycteridae</b>																
<i>Eremophilus mutisii</i>						1										
<b>Callichthyidae</b>																
<i>Corydoras habrosus</i>																
<b>Loricariidae</b>																
<i>Hypostomus plecostomus</i>																
<b>Pimelodidae</b>																
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>																
<i>Brachyplatystoma platynemum</i>																
<i>Leiarius marmoratus</i>																
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>																
<i>Pimelodus pictus</i>																
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>																
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>																
<i>P. fasciatum</i> X <i>P. tigrinum</i>																
<i>Sorubim cuspidatus</i>																
<i>Zungaro zungaro</i>																
<b>GYMNOTIFORMES</b>																
<b>Gymnotidae</b>																
<i>Electrophorus electricus</i>																
<b>Apteronotidae</b>																
<i>Apteronotus albifrons</i>																
<b>SALMONIFORMES</b>																
<b>Salmonidae</b>																
<i>Oncorhynchus kisutch</i>														1		
<i>Oncorhynchus mykiss</i>		1				1	1			1	1			1		
<i>Salmo salar</i>						1										
<i>Salmo trutta</i>						1										
<i>Salvelinus fontinalis</i>						1	1									
<i>Salvelinus</i> sp.						1										



### Anexo 4.4. Distribución regional y por cuencas de las especies introducidas y trasplantadas a aguas continentales y salobres (continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	DEPARTAMENTOS															
	AMAZONAS	ANTIOQUIA	ARAUCA	ATLÁNTICO	BOLÍVAR	BOYACÁ	CALDAS	CAQUETÁ	CASANARE	CAUCA	CESAR	CHOCÓ	CÓRDOBA	CUNDINAMARCA	GUAINÍA	GUAJIRA
<b>ATHERINIFORMES</b>																
<b>Melanotaeniidae</b>																
<i>Melanotaenia australis</i>		1					1									
<i>Melanotaenia boesemani</i>		1					1									
<i>Melanotaenia herbertaxelrodi</i>		1					1									
<b>CYPRINODONTIFORMES</b>																
<b>Cyprinidae</b>																
<i>Balantiocheilus melanopterus</i>		1														
<i>Danio albolineatus</i>		1					1									
<i>Danio kerri</i>		1														
<i>Danio rerio</i>		1					1									
<i>Carassius auratus</i>		1					1							1		
<i>Carassius auratus</i> (variedad)							1									
<i>Ctenopharyngodon idella</i>							1							1		
<i>Cyprinus carpio</i>	1	1				1	1	1		1			1			
<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i>		1						1		1	1	1	1	1		1
<i>Cyprinus</i> spp.						1										
<i>Devario aequipinnatus</i>		1														
<i>Devario malabaricus</i>		1														
<i>Epalzeorhynchus bicolor</i>							1									
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>																
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>							1									
<i>Puntius conchoni</i>		1					1									
<i>Puntius gelius</i>																
<i>Puntius nigrofasciatus</i>		1														
<i>Puntius oligolepis</i>																
<i>Puntius tetrazona</i>		1					1									
<i>Puntius titteya</i>																
<i>Rasbora trilineata</i>							1									
<i>Tanichthys albonubes</i>		1					1									
<i>Trigonostigma heteromorpha</i>		1					1									
<b>Nothobranchiidae</b>																
<i>Aphyosemion</i> sp.																
<b>Poeciliidae</b>																
<i>Poecilia latipinna</i>		1					1	1								
<i>Poecilia reticulata</i>		1					1									
<i>Poecilia sphenops</i>		1					1									
<i>Poecilia velifera</i>		1					1									
<i>Xiphophorus hellerii</i>		1					1							1		
<i>Xiphophorus maculatus</i>		1					1							1		
<i>Xiphophorus variatus</i>		1					1							1		

DEPARTAMENTOS														CUENCAS							
GUAVIARE	HUILA	MAGDALENA	META	NARIÑO	NORTE DE SANTANDER	PUTUMAYO	QUINDÍO	RISARALDA	SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA	SANTANDER	SUCRE	TOLIMA	VALLE DEL CAUCA	VAUPÉS	VICHADA	NÚMERO DE DEPARTAMENTOS EN QUE ESTÁ PRESENTE	CARIBE	MAGDALENA-CAUCA	ORINOCO	AMAZONAS	PACÍFICO
																2		1			
																2		1			
																2		1			
										1						2		1			
										1						2		1			
							1	1		1			1			6		1			1
			1				1	1		1			1			8		1	1		1
																1		1			
	1											1	1			5					
	1		1	1	1	1	1	1		1		1	1			17	1	1	1	1	1
	1			1		1	1	1		1		1	1			16	1	1		1	1
	1					1						1				4		1		1	
										1						2		1			
													1			2		1			1
																1		1			
												1	1			2		1			1
	1												1			3		1			1
													1			3		1			1
													1			1					1
																1		1			
													1			1					1
													1			3		1			1
													1			1					1
																1		1			
																2		1			
																2		1			
													1			1					1
	1						1	1					1			7		1		1	1
			1				1	1		1			1			7		1	1		1
																2		1			
								1		1			1			5		1			1
			1				1	1		1			1			8		1	1		1
			1										1			5		1	1		1
			1										1			5		1	1		1



### Anexo 4.4. Distribución regional y por cuencas de las especies introducidas y trasplantadas a aguas continentales y salobres (continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	DEPARTAMENTOS															
	AMAZONAS	ANTIOQUIA	ARAUCA	ATLÁNTICO	BOLÍVAR	BOYACÁ	CALDAS	CAQUETÁ	CASANARE	CAUCA	CESAR	CHOCÓ	CÓRDOBA	CUNDINAMARCA	GUAINÍA	GUAJIRA
<b>PERCIFORMES</b>																
<b>Centrarchidae</b>																
<i>Micropterus salmoides</i>		1														
<b>Polycentridae</b>																
<i>Monocirrhys polyacanthus</i>																
<b>Cichlidae</b>																
<i>Aequidens latifrons</i>																
<i>Aequidens pulcher</i>		1														
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>							1									
<i>Amphilophus macracanthus</i>		1					1									
<i>Astronotus ocellatus</i>		1					1									
<i>Caquetaia kraussii</i>							1									
<i>Cichla ocellaris</i>		1					1				1					
<i>Dimidiochromis compressiceps</i>		1			1											
<i>Etroplus maculatus</i>					1									1		
<i>Geophagus jurupari</i>																
<i>Hemichromis bimaculatus</i>		1														
<i>Heros severus</i>		1					1									
<i>Maylandia zebra</i>		1					1									
<i>Melanochromis auratus</i>							1									
<i>Melanochromis johannii</i>		1					1									
<i>Mesonauta festivus</i>		1														
<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>		1					1									
<i>Neolamprologus brichardi</i>		1					1							1		
<i>Oreochromis aureus</i>		1					1									
<i>Oreochromis mossambicus Albina</i>		1			1		1									
<i>Oreochromis niloticus</i> *		1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Oreochromis</i> spp.	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Oreochromis urolepis</i>																
<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>		1		1			1		1			1				
<i>Pelvicachromis pulcher</i>		1					1									
<i>Pseudotropheus elongatus</i>		1					1									
<i>Pterophyllum scalare</i>		1					1									
<i>Rocio octofasciata</i>							1									
<i>Symphysodon aequifasciatus</i>		1					1									
<i>Symphysodon discus</i>																
<i>Tropheus tropheops</i>		1					1									
<i>Tropheus tropheops</i>							1									
<i>Tilapia rendalli</i>		1					1			1						
<b>Eleotridae</b>																
<i>Dormitator</i> sp. *																

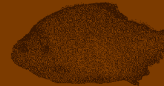
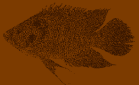
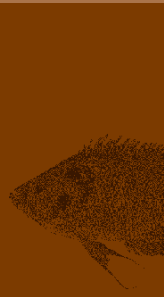
DEPARTAMENTOS															CUENCAS						
GUAVIARE	HUILA	MAGDALENA	META	NARIÑO	NORTE DE SANTANDER	PUTUMAYO	QUINDÍO	RISARALDA	SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA	SANTANDER	SUCRE	TOLIMA	VALLE DEL CAUCA	VAUPÉS	VICHADA	NÚMERO DE DEPARTAMENTOS EN QUE ESTÁ PRESENTE	CARIBE	MAGDALENA-CAUCA	ORINOCO	AMAZONAS	PACÍFICO
	1												1			3		1			1
													1			1					1
													1			1					1
													1			2		1			1
								1					1			1		1			1
											1		1			3		1			1
	1									1			1			3		1			1
													1			3		1			1
													1			2		1			1
													1			1					1
																1		1			
																2		1			
																2		1			
													1			2		1			1
																3		1			
													1	1		4		1		1	1
							1	1					1			7		1			1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1		1	29	1	1	1	1	1
													1			1					1
													1			6		1			
																2		1			
																2		1			
													1			3		1			1
																1		1			
													1			2		1			1
																1		1			
																2		1			
													1			1		1			1
	1					1	1	1		1			1		1	9		1		1	1
		1														1		1			



### Anexo 4.4. Distribución regional y por cuencas de las especies introducidas y trasplantadas a aguas continentales y salobres (continuación)

NOMBRE CIENTÍFICO	DEPARTAMENTOS															
	AMAZONAS	ANTIOQUIA	ARAUCA	ATLÁNTICO	BOLÍVAR	BOYACÁ	CALDAS	CAQUETÁ	CASANARE	CAUCA	CESAR	CHOCÓ	CÓRDOBA	CUNDINAMARCA	GUAINÍA	GUAJIRA
<b>Helostomidae</b>																
<i>Helostoma temminckii</i>		1														
<b>Moronidae</b>																
<i>Morone chrysops</i>																
<i>Morone saxatilis</i>																
<b>Mugilidae</b>																
<i>Mugil incilis</i> *																
<b>Osphronemidae</b>																
<i>Betta splendens</i>		1					1									
<i>Macropodus opercularis</i>		1					1									
<i>Osphronemus goramy</i>																
<i>Trichogaster chuna</i>		1														
<i>Trichogaster fasciata</i>		1														
<i>Trichogaster labiosa</i>		1								1						
<i>Trichogaster lalia</i>		1					1									
<i>Trichogaster leerii</i>		1					1		1							
<i>Trichopodus microlepis</i>							1									
<i>Trichogaster pectoralis</i> *		1		1	1		1					1	1			
<i>Trichogaster trichopterus</i>		1					1									
<i>Trichogaster trichopterus</i>		1					1									
<b>NÚMERO DE ESPECIES DE PECES</b>	<b>2</b>	<b>71</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>64</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>CRUSTÁCEOS</b>																
<b>DECAPODA</b>																
<b>Parastidae</b>																
<i>Cherax quadricarinatus</i>				1	1											
<b>Nephropidae</b>																
<i>Homarus americanus</i>														1		
<b>Palemonidae</b>																
<i>Macrobrachium amazonicum</i>																
<i>Macrobrachium rosenbergii</i> *							1					1	1			
<b>Astacidae</b>																
<i>Procambarus clarkii</i>							1									
<b>NÚMERO DE ESPECIES DE CRUSTÁCEOS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

DEPARTAMENTOS																CUENCAS						
GUAVIARE	HUILA	MAGDALENA	META	MARIÑO	NORTE DE SANTANDER	PUTUMAYO	QUINDÍO	RISARALDA	SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA	SANTANDER	SUCRE	TOLIMA	VALLE DEL CAUCA	VAUPÉS	VICHADA	NÚMERO DE DEPARTAMENTOS EN QUE ESTÁ PRESENTE	CARIBE	MAGDALENA-CAUCA	ORINOCO	AMAZONAS	PACÍFICO	
													1			2		1			1	
													1			1					1	
													1			1					1	
										1						1		1				
							1	1		1			1			6		1			1	
													1			3		1			1	
													1			1					1	
							1	1					1			4		1			1	
								1					1			4		1			1	
													1			3		1			1	
													1			4		1	1		1	
													1			2		1			1	
		1											1			8		1			1	
													1			3		1			1	
													1			3		1			1	
	2	19	8	11	7	9	10	17	17	1	23	6	14	90	2	3		7	96	13	11	89
																						2
																						1
													1									1
		1											1									5
													1									2
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0						

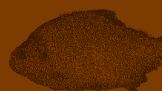
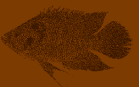
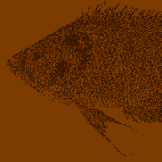


## ANEXO 4.5.

### Especies introducidas y trasplantadas a aguas marinas

FORMA BIOLÓGICA	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINÓNIMIAS Y OTROS NOMBRES	NOMBRE COMÚN	LUGAR DE ORIGEN	TIPO DE INTRODUCCIÓN
Serpiente	Elapidae	<i>Pelamis platurus</i>		Serpiente marina		Accidental
Pez	Scorpaenidae	<i>Pterois volitans</i>	<i>Gasterosteus volitans</i>	Pez León	Australia, China, Islas Cocos, Cook, Fiji, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Maldivas, Islas Marshall, Mauritania, Micronesia, Mozambique, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Islas Norfolk, Palau, Papúa, Filipinas, Samoa, Sri Lanka, Taiwán, Vanuatu, Vietnam	Accidental
Pez	Blenniidae	<i>Omobranchus punctatus</i>	<i>Blennechis punctatus</i>	Blennio hocicudo	Indo-Pacífico occidental	Accidental
			<i>Omobranchus dasson</i>			
			<i>Omobranchus japonicus</i>			
			<i>Omobranchus japonicus scalatus</i>			
			<i>Omobranchus lineolatus</i>			
			<i>Petrocirtes kochi</i>			
			<i>Petrocirtes japonicus</i>			
			<i>Petrocirtes kochi</i>			
			<i>Petrocirtes lineolatus</i>			
Decápodo	Hippolytidae	<i>Hyppolyte zostericola</i>		Camarón carideo	Atlántico Oriental	Accidental
Decápodo	Penaeidae	<i>Litopenaeus stylirostris</i>		Camarón azul	México y Perú	Intencional
Decápodo	Penaeidae	<i>Litopenaeus vannamei</i>		Langostino ecuatorial, camarón blanco del Pacífico	Ecuador	Intencional
Decápodo	Penaeidae	<i>Penaeus monodon</i>	<i>Penaeus carinatus</i>	Camarón del indopacífico	Indo Pacífico, costa este de África, Mar Rojo, Madagascar, Mauritania, Reunión, Pakistán, India, Sri Lanka, Malasia, Singapur, Indonesia, China, Filipinas, Hong Kong, Taiwán, Japón, Corea, Nueva Guinea, Este y Oeste de Australia, Islas Fiji	Intencional
			<i>Penaeus caeruleus</i>			
			<i>Penaeus bubulus</i>			
			<i>Penaeus monodon</i> var. <i>manillensis</i>			
Decápodo	Luciferidae	<i>Lucifer faxoni</i>				Accidental
Decápodo	Luciferidae	<i>Lucifer typus</i>				Accidental
Decápodo	Portunidae	<i>Charybdis hellerii</i>	<i>Charybdis (Charybdis) hellerii</i>	Cangrejo nadador del Indo-Pacífico	Océano Índico, Pacífico y Mar Mediterráneo oriental	Accidental
			<i>Goniosoma hellerii</i>			
			<i>Charybdis merguensis</i>			
			<i>Charybdis (Goniosoma) merguense</i>			

FORMA BIOLÓGICA	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONÍMIAS Y OTROS NOMBRES	NOMBRE COMÚN	LUGAR DE ORIGEN	TIPO DE INTRODUCCIÓN
Decápodo	Xanthidae	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	<i>Heteropanope tridentata</i>	Cangrejo de fango	Canadá, México y Costa oriental de los Estados Unidos.	Accidental
			<i>Pilumnus harrisi</i>			
			<i>Pilumnus tridentatus</i>			
			<i>Rhithropanopeus harrisi</i> spp. <i>tridentatus</i>			
Crustáceo Cirrípodo	Balanidae	<i>Balanus amphitrite</i>	<i>Balanus amphitrite amphitrite</i>	Balano rayado	El ámbito nativo de distribución de la especie es incierto, sin embargo puede estar localizado desde el Océano Índico hasta el Pacífico suroeste, basándose en registros fósiles del Pleistoceno	Accidental
Molusco Bivalvo	Pteriidae	<i>Electroma</i> sp.			Costa este de Sudáfrica	Accidental
Molusco Bivalvo	Ostreidae	<i>Crassostrea rhizophorae</i>		Ostra de Mangle	Colombia	Intencional
Molusco Bivalvo	Ostreidae	<i>Crassostrea gigas</i>		Ostra gigante	Chile	Intencional
Molusco Bivalvo	Mytilidae	<i>Mytella charruana</i>		Mejillón	Sur y Centro América hasta México	Accidental
Molusco Bivalvo	Mytilidae	<i>Perna perna</i>	<i>Mya perna</i>	Mejillón café	India, Sri Lanka, Mar Rojo, Madagascar y Sur de África. Costa oeste de África, Namibia, Angola y Congo, reapareciendo en Marruecos, Estrecho de Gibraltar y Golfo de Túnez	Intencional.
			<i>Mytilus achatinus</i>			
			<i>Mytilus afer</i>			
			<i>Mytilus africanus</i>			
			<i>Mytilus auratus</i>			
			<i>Mytilus elongatus</i>			
			<i>Mytilus irisans</i>			
			<i>Mytilus mauretanicus</i>			
			<i>Mytilus pictus</i>			
			<i>Mytilus versicolor</i>			
			<i>Mytilus variegatus</i>			
			<i>Perna magellanica</i>			
			Molusco Bivalvo			
<i>Mytilus (Chloromya) smaragdinus</i>						
<i>Mytilus (Chloromya) viridis</i>						
<i>Mytilus opalus</i>						
<i>Mytilus smaragdinus</i>						
<i>Mytilus viridis</i>						
Molusco Bivalvo	Dreissenidae	<i>Mytilopsis sallei</i>			Centro América y el Caribe	
Molusco Bivalvo	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>	<i>Corbicula leana</i>	Almeja asiática	China, Corea y Rusia	Accidental
			<i>Corbicula fluminalis</i>			



FORMA BIOLÓGICA	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONÍMIAS Y OTROS NOMBRES	NOMBRE COMÚN	LUGAR DE ORIGEN	TIPO DE INTRODUCCIÓN
			<i>Corbicula manilensis</i>			
Anélido	Nereididae	<i>Alitta succinea</i>	<i>Neanthes succinea</i>	Gusano de los pilotes	Atlántico Norte oriental y Mar del Norte	Accidental
			<i>Balanus amphitrite saltonensis</i>			
Bryozoo	Chlioniidae	<i>Chlidonia pyriformis</i>				Accidental
Bryozoo	Schizoporellidae	<i>Schizoporella cf. pungens</i>				Accidental
Coral	Clavulariidae	<i>Carijoa riiseii</i>		Coral copos de nieve	Atlántico Occidental	Accidental
Coral	Dendrophyllidae	<i>Tubastraea coccinea</i>	<i>Tubastrea coccinea</i>	Coral copa naranja	Indo-Pacífico	Accidental
			<i>Tubastrea tenuilamellosa</i>			
			<i>Dendrophyllia ehrenbergiana</i>			
			<i>Placopsammia darwini</i>			
			<i>Coenopsammia manni</i>			
			<i>Astropsammia pedersenii</i>			
			<i>Tubastraea coccinea</i>			
			<i>Placopsammia darwini</i> Duncan, 1876			
Alga	Areschougiaceae	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>Eucheuma alvarezii</i>	Alga aplanadora de arrecifes	Filipinas	Intencional

Fuente: Instituto de investigaciones Marinas y Costeras "Benito Vives de Andreis" -INVEMAR-.

# CAPÍTULO V

## ANÁLISIS DE RIESGO PARA ESPECIES INTRODUCIDAS DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN COLOMBIA (ANFIBIOS, REPTILES, AVES Y MAMÍFEROS)

María Piedad Baptiste E. y Claudia Múnera



*Capra hircus*  
■ Claudia Múnera



*Litobathes catesbeianus*  
■ Andrés Rymel Acosta



*Bubulcus ibis*  
■ Natalia Ocampo



*Hlonchura malacca*  
■ Jeyson Sanabria-Mejía



*Sus scrofa*  
■ Juan Sebastián Barragán



*“El hombre es la única especie animal que puede intervenir profundamente dentro de los procesos naturales, modificando radicalmente factores ambientales, extinguiendo especies etc., por ello tiene un deber moral inexcusable de saber manejar y aprovechar la naturaleza sin destruirla, conservando su potencial productivo para futuras generaciones”.*

Jorge Hernández-Camacho

*Aspectos sobre la introducción de especies (1971)*

Este trabajo es una recopilación de información del estado de las especies de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) exóticos presentes en Colombia, así como de algunas especies nativas trasplantadas. Se propone además la metodología de Análisis de Riesgo de invasión para vertebrados terrestres introducidos, la cual fue aplicada a las especies con presencia conocida en el país o para nuevas introducciones. Se documentan cuales especies están establecidas y se establece el nivel de riesgo de las mismas de acuerdo a los criterios definidos en la metodología. Se incluye como parte de las especies analizadas especies en cautiverio o especies domésticas sobre las cuales existen antecedentes de invasión.

Se espera que los resultados de este trabajo sirvan de base para actualizar el listado de especies invasoras presentes en Colombia en base a las especies que calificaron como Alto Riesgo de invasión; igualmente se busca hacer un llamado de atención a la comunidad científica sobre la necesidad de documentar en más detalle aspectos de la biología, ecología y distribución en el país de estas especies con miras a prevenir su establecimiento y direccionar medidas de control y manejo.

## **Introducción**

La dispersión natural de plantas y animales constituye un factor determinante de la evolución de la diversidad biológica (Ojašti *et al.* 2001). En el Plioceno, aproximadamente hace 3,5 millones de años, comenzó una nueva era con la migración de especies faunísticas entre Norte y Suramérica. Mamíferos como tapires, mastodontes, caballos, camélidos, ardillas y conejos y aves como crácidos (paujiles, pavas y guacharacas) son algunos de los ejemplos de este intercambio que afectó probablemente la estructura y función de los ecosistemas en América del Sur, particularmente (Alvarado y Gutiérrez 2002). Se conoce además que el movimiento e introducción de vertebrados terrestres fuera de su área natural de distribución, relacionado con los movimientos de seres humanos, ha ocurrido desde milenios atrás (Lever 1985, en Kraus 2007 y 2009, Hulme 2009). Pese a esto, el proceso sólo se incrementó a partir de la colonización del continente hecha por el hombre, y se aceleró en particular en el siglo xx con el aumento de actividades comerciales y con el mejoramiento de los medios de transporte.

El hombre se ha convertido entonces en un factor importante de alteración que ha ocasionado una redistribución de las especies sin precedentes, bien sea de manera accidental o deliberada a través de la migración, el comercio, el transporte. La diferencia fundamental entre los procesos naturales de migración y las introducciones causadas por actividades antrópicas está en que estas propician las condiciones para que las especies atraviesen barreras naturales que de otra manera les serían insuperables. En este sentido, los seres humanos mueven especies más rápido y más lejos, incrementando las invasiones biológicas (Maack *et al.* 2000). De manera tal que en la actualidad el comercio es el mayor responsable del movimiento de grandes números y volúmenes de especies de animales alrededor del mundo, así como uno de los factores que contribuye de manera significativa al incremento de invasiones biológicas de especies no nativas, incluyendo la dispersión global de animales y las enfermedades humanas (Simons & De Poorter 2009).

Para el caso de los vertebrados, de acuerdo con la información sobre su introducción, en la mayoría de casos ésta obedece a actividades productivas con intereses económicos tales como producción, piscicultura y comercio de animales de compañía o juego, este último en particular para el caso de los herpetos y las aves (Kraus 2009). Sin embargo, los impactos negativos de la introducción de especies son pobremente conocidos por el público en general que no tiene conciencia de los daños estos producen (Bellows & Fisher 1999). En respuesta a esta problemática, a nivel global existe una mayor preocupación por parte de investigadores y científicos por documentar cada vez más evidencia que relaciona el establecimiento de especies de vertebrados ferales, en especial aquellos utilizados como mascotas (perros, gatos, aves de jaula) y las consecuencias desastrosas para la agricultura y la conservación de especies nativas de fauna y flora (Bellows & Fisher 1999).

Revisiones alrededor del mundo han mostrado que las introducciones intencionales conocidas de vertebrados representan el 90% del total global (Towsend 2004 en Gutiérrez 2006), del cual se consideran exitosas más de 330 especies de aves y mamíferos, 40% de estas en territorios e islas continentales y 60% en islas oceánicas (Stiling 1996).

Estas introducciones varían según el grupo taxonómico. Por ejemplo, la presencia en América de algunas especies de aves y mamíferos está relacionada con los fenómenos de colonización por parte de los europeos que movilizaban animales con diferentes fines culturales (compañía, caza) y económicos (animales domésticos) (Duncan *et al.* 2003, Kraus 2007). Por su parte, las introducciones de reptiles y anfibios no están relacionadas de manera tan evidente con la colonización, las primeras documentaciones están registradas posteriormente y se refieren al comercio de mascotas y al incremento de los movimientos productivos de carga (Kraus 2009); sin embargo, no se descarta que algunas especies como los geckos hayan podido llegar en los barcos de la época colonial como invitados no deseados “polizones”.

La introducción de especies puede traer como consecuencia que un número de estas sean liberadas y se establezcan como poblaciones silvestres. Regiones como Oceanía, Australia y Nueva Zelanda documentan que las dos terceras partes de especies introducidas y liberadas de aves (42%) y mamíferos (69%) establecen poblaciones silvestres (Bomford 2003). De igual manera, en Estados Unidos se ha reportado que 161 especies introducidas/invasoras se han establecido, particularmente en Hawaii, donde la proporción de especies introducidas es mayor que la de especies nativas, e incluso se ha documentado que al momento 22 especies nativas están extintas debido a la introducción de especies (Jacobi & Scott 1985). De igual manera, para Norteamérica se han

describió los efectos y costos asociados a las especies introducidas de vertebrados (Pimentel *et al.* 2005), demostrando que en esta región se han introducido 97 especies de aves, de las cuales solo el 5% se consideran beneficiosas; en cuanto a los anfibios y reptiles los mismos autores han registrado 53 especies exóticas mientras que en mamíferos el número de especies introducidas es menor a 20 especies que en su mayoría incluyen animales de compañía o para producción.

En términos de listados regionales para Sudamérica (Ziller *et al.* 2005, Mathews 2005 y Ojašti 2001a), para los países de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) se reportan cerca de 20 para aves y 16 especies para mamíferos en los grupos de vertebrados. Así mismo, países como Venezuela (Ojašti *et al.* 2001) reportan 53 especies introducidas de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), mientras que Bolivia y Brasil, a través de sus bases de datos, muestran cerca de 24 y 29 especies, respectivamente (I3N Bolivia, I3N Brasil 2010).

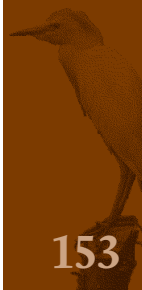
Ahora bien, la mayor parte de movimientos se debe a introducciones o liberaciones intencionales (Kraus 2009), producto de actividades comerciales de tráfico de mascotas o animales de caza (Kraus 2009, Hulme 2009). Sin embargo, el establecimiento accidental de animales introducidos se puede explicar de dos formas: escapes de cautiverio y medios de transporte utilizados por el hombre (Lever 1994), como en el caso de las introducciones accidentales que ocurren por el movimiento de herpetos o mamíferos (roedores) en transporte de contenedores.

Se puede establecer entonces que aunque existen estándares y mecanismos internacionales reconocidos para prevenir el movimiento indiscriminado y controlar las vías de ingreso de las especies potencialmente invasoras, se presentan vacíos en el desarrollo de estos estándares para el control de especies invasoras de animales (Simons & De Poorter 2009). Algunos ejemplos de estas herramientas establecidas como estándar incluyen plantas, vertimiento de aguas de lastre (Globallast) o especies plaga en actividades agrícolas (Simons & De Poorter 2009).

## Antecedentes

En lo referente a los vertebrados terrestres, la información del proceso invasivo y de las especies introducidas en Colombia no ha sido documentada de manera exhaustiva. Pese a esto, existen algunos esfuerzos como el *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad* (Inseb) y el *Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004* (Inacib) (Chaves y Arango 1997, Chaves y Santamaría 2006), además de otros reportes regionales compilados por Ojašti (2001a). En estos últimos en particular se incluyen listados de 12 vertebrados entre los que están la rata (*Rattus norvegicus*), la rata negra (*Rattus rattus*), ratón doméstico o común (*Mus musculus*), paloma europea (*Columba livia*), gorrión europeo (*Passer domesticus*) y rana toro (*Lithobates catesbeianus*), entre otros. Así mismo, en 2005, como parte de un proceso de consulta con expertos, el Instituto Humboldt propuso a la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) como una de las 13 especies invasoras de Colombia.

La información más reciente incluye la declaratoria oficial para Colombia de especies invasoras mediante las resoluciones 848 de 2008 y 207 de 2010. En estas resoluciones se incorporan la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) y la rana coquí (*Eleutherodactylus coqui*) a la lista especies invasoras y se señala a la chinchilla (*Chinchilla lanigera*) y a la ninfa carolina (*Nymphicus hollandicus*) como exóticas introducidas irregularmente al país, que pueden ser objeto de zoocria en ciclo cerrado.



Como se enunció anteriormente, en Colombia se puede sugerir que el fenómeno de las invasiones biológicas ha sido similar al de países vecinos como Venezuela, donde se identificó que la gran parte de los animales domésticos de aves y mamíferos, además de otras especies introducidas no intencionalmente como ratas y ratones, fueron producto de la colonización europea (Ojašti 2001b, Gutiérrez 2006). Posterior a esta época, se han introducido de manera continua, numerosas especies, incentivadas principalmente por sus expectativas de producción económica (Ojašti 2001a, Alvarado y Gutiérrez 2002). De esta manera, aunque existen otras actividades como la acuicultura que han definido el mayor porcentaje de las invasiones para vertebrados acuáticos, en los vertebrados terrestres la ganadería ha tenido gran influencia dentro de las actividades económicas que han determinado las introducciones intencionales de vertebrados de fauna exótica terrestre. Incluso desde la época de la colonia ingresaron especies como vacas (*Bos taurus*), ovejas (*Ovis aries*), cabras (*Capra hircus*), caballos (*Equus caballus*), burros (*Equus asinus*) y gallinas (*Gallus gallus*), por mencionar algunos de los animales domésticos que se introdujeron para producción intensiva y de consumo (Ojašti 2001b).

En la actualidad se ha documentado que las introducciones intencionales de manera ilegal tienen como factor principal el comercio legal e ilegal de fauna que ha generado mayor presión de introducción de organismos, especialmente en los últimos años. Ejemplos de esto son las especies como la rana toro (*Lithobates castebeianus*) o las aves de jaula introducidas al país con objeto de zootecnia. (Chaves y Arango 1997).

Adicional a lo anterior, el trasplante de especies nativas desde el territorio nacional hacia otras zonas fuera de su rango natural de distribución magnifica el problema de invasiones biológicas (trasplante de especies). Éste es el caso de especies nativas continentales de Colombia que han sido introducidas a la isla de San Andrés (Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina) (Rueda 1997) como el lobo pollero (*Tupinambis teguixin*), considerada como especie invasora por las autoridades regionales (Shuttler & Karez 2008), la boa (*Boa constrictor*) y la babilla (*Caiman crocodilus*).

Así mismo, las aves son objeto de trasplantes ocasionados por el comercio local de fauna; un ejemplo de esto es el registro del cardenal pantanero (*Paroaria gularis*), especie nativa de la Orinoquia y Amazonia muy utilizada en el comercio ilegal de fauna y que ha sido observada en la laguna de Sonso en el Valle del Cauca (H. Álvarez *in litt.*).

Por otra parte, y como se ha mencionado en la introducción, algunas especies se han propagado de manera natural como el caso de la garza del ganado (*Bubulcus ibis*), de la cual se presume que amplió su rango de distribución desde África. Pese a esto se debe tener en cuenta por sus antecedentes como especie invasora en otros países y los posibles impactos asociados a su invasión como la competencia por hábitat y alimento con nativas (<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=970&fr=1&sts=sss&lang=EN>). De igual manera, se deben tomar en cuenta los procesos invasivos de especies como el ave María mulata (*Quiscalus mexicanus*), de la cual se tienen indicios en la isla de San Andrés de una introducción intencional, de acuerdo con Coralina (Taylor 2009). Sin embargo, aunque no es claro cómo se dio el mecanismo de ingreso, no se descarta que su presencia en la isla se deba a una ampliación natural, pues la especie tiene amplia distribución en Centroamérica y en las islas del Caribe. No obstante, cabe resaltar que los registros más antiguos en San Andrés datan de mediados de los años Ochenta (T. Mc Nisch

*in litt.*), condición que indicaría que aparentemente no estaba reportada para el archipiélago, pero se consideró dentro del análisis como especie introducida.

En consecuencia, los ejemplos presentados, al igual que otros correspondientes a otras especies de particular importancia, serán analizados acudiendo al principio de precaución (CDB 2009), pese a que algunas de ellas no han sido identificadas como invasoras hasta ahora. Atendiendo este principio, las especies deberán ser analizadas según criterios como capacidad de establecimiento y de invasión, historial en otras partes del mundo y factibilidad de control. Adicionalmente, entender y analizar de manera preventiva las dinámicas de adaptación y evolución de estas especies ante factores como el cambio climático permitirá identificar acciones encaminadas a determinar la relación costo-beneficio de la introducción de especies definiendo planes de manejo e identificando especies aún no introducidas en ciertas regiones del país donde pueden representar un problema.

De igual manera, es importante mencionar que el análisis presentado en este capítulo constituye el primer ejercicio nacional para evaluar objetivamente y metodológicamente el nivel de riesgo de las especies de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) introducidos en el país.

## Proceso metodológico

La metodología para análisis del riesgo de vertebrados terrestres en Colombia es el resultado de la revisión de un total de 10 metodologías (Tabla 1) que abarcan desde un enfoque general, incluyendo el análisis de varios grupos taxonómicos (Harrison & Congdon 2002, Defra 2005, Baker *et al.* 2007, Branquart 2007, Bomford 2008), así como otras enfocadas a evaluar grupos taxonómicos específicos (Bomford *et al.* 2005, Reed & Rodda 2009, Bomford *et al.* 2009, Kraus 2009, van Wilgena *et al.* 2008).

Con base en esta revisión, se tuvieron en cuenta además otros insumos: (i) los criterios y variables marco definidos previamente con el grupo de trabajo de especies invasoras (Sinchi, Invemar, IAvH) (ver capítulo II), (ii) la opinión de expertos de otras instituciones y (iii) la revisión de las variables particulares y su aplicabilidad para instituciones en Colombia. Como resultado, se tomó la decisión de desarrollar una metodología nueva que incluyó los elementos y variables que se consideraron más adecuados de las metodologías revisadas, definiendo preguntas enmarcadas en secciones comunes como ajuste climático, riesgo de establecimiento, impacto y factibilidad de control, según el tipo de información disponible en el país para el análisis de invasibilidad (ver capítulos I y II).

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	AUTOR
UK Non-native Organism Risk Assessment Scheme. User Manual.	Defra 2005
Wet Tropics Vertebrate Pest Risk Assessment Scheme	Harrison & Congdon 2002
Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium	Baker <i>et al.</i> 2007
Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium	Branquart 2007
Risk assessment models for establishment of exotic vertebrates in Australia and New Zealand	Bomford 2008
Risk assessment model for the import and keeping of exotic reptiles and amphibians	Bomford <i>et al.</i> 2005

**Tabla 1.** Documentos revisados y analizados como insumo para la construcción de metodología sobre análisis de riesgo de vertebrados.

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	AUTOR
Giant constrictors: biological and management profiles and an establishment risk assessment for nine large species of pythons, anacondas, and the boa constrictor	Reed & Rodda 2009
Predicting establishment success for alien reptiles and amphibians: a role for climate matching	Bomford <i>et al.</i> 2009
Alien reptiles and amphibians: a scientific compendium and analysis	Kraus 2009
Alien reptiles and amphibians in South Africa: Towards a pragmatic management strategy.	Van Wilgena <i>et al.</i> 2008

Para la elaboración del análisis de riesgo se tomaron cinco metodologías (Defra 2005, Bomford 2008, Harrison & Congdon 2002, Branquart 2007 y Zalba y Ziller 2007). Adicionalmente, como parte del ejercicio se realizaron pruebas en especies de los grupos taxonómicos analizados para revisar la aplicabilidad de la metodología, así: en aves dos especies, el gorrión (*Passer domesticus*) y el cardenal pantanero (*Paroaria gularis*), en anfibios la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), para reptiles el lobo pollero (*Tupinambis teguixin*) y en mamíferos el bisón (*Bison bison*). La selección de estas especies responde a los antecedentes de invasión en otros países (rana toro, gorrión y lobo pollero) y falta de conocimiento previo de capacidad invasiva (visón y cardenal pantanero).

Posteriormente, se solicitó a expertos en Latinoamérica que revisaran la versión de la metodología creada para ser aplicada en Colombia, en especial la pertinencia de las preguntas y la forma de calificación. Atendidos los comentarios y sugerencias, se analizó la asignación de pesos específicos para ciertas preguntas en la metodología de análisis de riesgo. Considerando que el ajuste climático y los antecedentes de invasión tienen mayor relevancia para determinar el riesgo de invasibilidad asociado a una especie, se adoptó un mayor peso para estas dos preguntas (Simons & De Poorter 2009). Adicionalmente, se le asignó mayor peso a las preguntas sobre impactos a ecosistemas, agresividad de la especie y capacidad de implementación de legislación específica sobre invasoras.

### Alcances y supuestos

La metodología de análisis de riesgo de introducción de vertebrados terrestres para Colombia evalúa las especies introducidas y nativas trasplantadas (introducciones entre diferentes regiones de Colombia). Incluye además la evaluación del riesgo de establecimiento, impacto y capacidad de manejo y control para los grupos de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, definiendo niveles de riesgo.

Se espera que esta metodología pueda ser utilizada por las autoridades ambientales (Parques Nacionales, CAR) y por entidades de orden nacional para la evaluación de introducción de especies nuevas, previo aval del comité nacional de especies introducidas (exóticas y trasplantadas) e invasoras.

### ¿Cómo usar la metodología para análisis de riesgo de especies de vertebrados terrestres?

Las preguntas deberán ser contestadas en su totalidad exceptuando los casos de NUEVAS INTRODUCCIONES para los cuales NO SE DEBERÁN RESPONDER LAS PREGUNTAS A4.1 y A 4.2 sobre distribución en el país.

La metodología cuenta con dos grandes partes: preevaluación y evaluación de riesgo. En la preevaluación se identifica y se revisa si la especie debe ser considerada para una revisión más detallada. Aquellas especies que cumplan con ciertos criterios (ver más adelante) deberán ser analizadas por la evaluación de riesgo que consta de 25 preguntas (23 en la versión de nuevas

especies a introducir). Estas están divididas en tres secciones concertadas para todas las metodologías (ver capítulo II):

- A. Riesgo de establecimiento (10 preguntas para las especies ya introducidas y 9 para evaluar aquellas a importar por primera vez).
- B. Potencial de impacto (9 preguntas).
- C. Factibilidad de manejo (6 preguntas).

De igual manera, para determinar el nivel de información sobre las especies, se considera el porcentaje de incertidumbre, razón por la cual en todas las preguntas se incluye la opción de respuesta “no se tiene información”, representada por un símbolo de interrogación (?). El número de preguntas no respondidas, es decir (?), calcularán el porcentaje sobre el total de preguntas, lo que indicará como resultado un porcentaje de incertidumbre.

### Preevaluación:

LA PREEVALUACIÓN DEBER SER SIEMPRE EL PRIMER PASO EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INVASIÓN DE UNA ESPECIE.

La preevaluación debe ser empleada como primer paso en el análisis de riesgo de evaluación de especies. Tiene como finalidad evaluar o reevaluar especies ya introducidas al país, así como revisar especies sobre las cuales exista intención de introducción. Incluye siete preguntas con las cuales se busca establecer la necesidad de aplicar la metodología de análisis de riesgo. Las especies se evalúan siguiendo una secuencia de preguntas y funciona a manera de clave dicotómica. En la Tabla 2 se presentan las preguntas y pasos a seguir en cada posible respuesta.

PREGUNTA	CLAVE PARA LA PREEVALUACIÓN	RESPUESTA	PASA A
1	¿La especie está presente en el país?	Sí	2
		No	2
2	Ámbito del AR	Nacional	3
		Regional (CAR)	3
		A.P.	3
3	¿Existen AR previos desarrollados bajo el mismo método relevante a nivel nacional?	Sí	4
		No	5
4	¿El AR previo es válido aún?	Sí	No evaluar
		No	5
5	¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?	Sí	6
		No	No evaluar
6	¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?	Sí	AR
		No	AR no urgente

**Tabla 2.** Cuadro explicativo de la preevaluación. En la columna respuesta se indica los pasos a seguir en cada pregunta. Una especie “sale” cuando no va a pasar a la evaluación de análisis de riesgo (AR); las especies que sí pasarán a la evaluación se indicarán con AR.

En detalle, las preguntas de la preevaluación describen:

**Pregunta No. 1:** define si la especie ya está presente en el país o es una nueva introducción.

**Pregunta No. 2:** ubica al evaluador en un área geográfica, para identificar si el análisis es a nivel nacional, regional (jurisdicciones CAR) o áreas protegidas. Esta pregunta no excluye especies. Aquellas especies nuevas para introducción deberán ser consideradas en el ámbito nacional.

**Pregunta No. 3:** el evaluador debe buscar y establecer si existe información sobre evaluaciones previas bajo la misma metodología en Colombia.

**Pregunta No. 4:** en caso de que existan análisis previos, el evaluador deberá tener conocimiento sobre la metodología empleada para verificar si sirve al mismo propósito y la validez de éste. Esta pregunta establece si el análisis de riesgo reciente, es decir, inferior a dos años, o si hay nueva información que pueda incorporarse al análisis de la especie.

**Pregunta No. 5:** hace referencia a la certeza o claridad en la taxonomía de la especie para evitar evaluar taxones que no son reconocidos como especies o cuya taxonomía no es clara. Se sugiere tomar como referencias taxonómicas las fuentes y enlaces que se indican al final del capítulo.

**Pregunta No. 6:** finalmente, la preevaluación busca establecer como punto relevante si hay antecedentes como especies invasoras o con poblaciones establecidas en otros países o regiones para ser evaluadas por la herramienta de análisis de riesgo.

**Aquellas especies para las cuales no se conozcan antecedentes de invasión no son evaluadas en este ejercicio, pero deben ser consideradas para evaluaciones no urgentes.**

El resultado final de la preevaluación indica aquellas especies que deben ser evaluadas por el análisis de riesgo.

### Análisis de riesgo:

La evaluación consta de tres secciones; cada sección considera preguntas sobre la biología o ecología de la especie, sobre su comportamiento en las regiones donde ha sido introducida o sobre la factibilidad de control. Las preguntas se califican mediante una escala numérica de cinco puntos (1 a 5), siendo el puntaje más alto de cinco (5) y el uno (1) el más bajo; los valores intermedios son cuatro (4), tres (3) y dos (2), dependiendo del grado de afectación/impacto. Esta escala numérica trata de establecer simplicidad, claridad y objetividad. Como se mencionó anteriormente, algunas preguntas tienen mayor peso, por lo que se definieron dos niveles de peso: intermedio, en cuyo caso la calificación correspondiente se multiplica por dos (2) y alto, que se multiplica por tres (3) (Tabla 3).

VALOR	CALIFICACIÓN	PESO INTERMEDIO (X 2)	PESO ALTO (X 3 <sup>(*)</sup> )
Muy alto	5	10	15
Alto	4	8	12
Moderado	3	6	9
Bajo	2	4	6
Muy bajo	1	2	3

**Tabla 3.** Sistema de calificación de las preguntas de la evaluación de análisis de riesgo de vertebrados, incluyendo nivel de incertidumbre. (\*) y (\*\*) sólo aplica para ciertas preguntas.

Para cada sección se calcula el promedio de las respuestas (incluyendo las preguntas a las cuales se les da mayor peso) y el promedio final de las tres secciones establecerá el nivel de riesgo de la especie, el cual toma un valor máximo de 5 puntos. En la tabla 4 se presentan los posibles valores que puede tomar el nivel de riesgo de una especie.

**Tabla 4.** Nivel de riesgo

VALOR	NIVEL DE RIESGO
Mayor a tres y medio (>3.5)	Riesgo Alto
Mayor a tres (>3)	Requiere mayor análisis
Mayor a dos (>2)	Riesgo Moderado
Menor a dos (≤2)	Riesgo Bajo

Así mismo, cada pregunta cuenta con la opción de respuesta para marcar que no hay información disponible, lo que sirve para calcular el porcentaje de incertidumbre. Éste se calcula para cada sección y en total para la especie y hace referencia al porcentaje de preguntas que no fueron respondidas por falta de información.

Se definió además un límite para el nivel de incertidumbre, por lo que si al evaluar una especie se encuentra que alguna sección tiene más del 60% de incertidumbre, esta sección o especie debe analizarse con más detalle. De igual manera, si el nivel de incertidumbre total es mayor al 60%, la especie requiere mayor análisis. Esto será importante especialmente para especies que se vayan a introducir por primera vez al país, ya que por principio de precaución debería negarse el permiso de ingreso hasta no tener mayor información.

De manera complementaria con el objetivo de dar la rigurosidad técnica necesaria, se incluye el mismo requerimiento incluido en la metodología de I3N (Zalba y Ziller 2007) donde se debe documentar la fuente de información para cada una de las respuestas y si es el caso, comentarios que puedan ayudar a explicar la respuesta escogida.

A continuación se explican en detalle las secciones y sus preguntas:

#### Sección A: Riesgo de establecimiento

Esta sección consta de 10 preguntas, con las cuales se evalúa la capacidad de que la especie pueda establecerse y formar poblaciones colonizando ambientes naturales o intervenidos en el país o área a evaluar. Se incluyen preguntas sobre la biología o ecología, antecedentes en otros países o regiones donde ha sido introducida y grado de similitud climática o ajuste climático (de acuerdo con el modelo climático de Köppen-Geiger, tomado de la metodología de análisis de riesgo de plantas I3N (Zalba y Ziller 2007) (ver Capítulo II). También se evalúan variables de la ecología de la especie como dieta y aspectos reproductivos para tratar de evaluar su éxito en ambientes naturales, la distribución y abundancia en el país, la capacidad natural de dispersión y el uso de hábitat.

A continuación se explican cada una de las preguntas y su interpretación:

#### **A1 - Ajuste climático (tomado de Zalba y Ziller 2007):**

A1	AJUSTE CLIMÁTICO	RESPUESTA
	¿El grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) o donde se introdujo/introducirá es <b>alto</b> ?	15
	¿El grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) o donde se introdujo/introducirá es <b>moderado</b> ?	9
	¿El grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) o donde se introdujo/introducirá es <b>bajo</b> ?	3
	No existe información suficiente	?

(ver mayores detalles en el capítulo dos).

#### **A2. Antecedentes de invasión en otras regiones**

Esta pregunta busca establecer si la especie ha sido reportada como invasora o establecida (con poblaciones autosostenibles) en otros países. Teniendo en cuenta que Colombia es un país tropical, se definió un mayor peso a los antecedentes de invasión en la región tropical o ecua-



torial, es decir, países o zonas comprendidas entre los hemisferios norte y sur. Este punto califica tres veces el valor normal de puntuación.

A2	ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS (PAÍSES O REGIONES DE ESPECIES TRASPLANTADAS)	RESPUESTA
	¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales?	15
	¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?	12
	¿La especie ha sido reportada como establecida en otros países o regiones?	9
	¿La especie ha sido reportada como introducida en otros países o regiones?	6
	No se tiene información sobre los antecedentes de invasión	?

### A3. Biología

#### A3.1. Dieta

Si una especie es generalista en sus hábitos alimentarios (es decir, que puede consumir más de un ítem alimenticio, bien sea de origen vegetal o animal), y además tiene hábitos predatorios (que caza y consume otros animales), se considera que es mayor el riesgo asociado a la especie debido a que tendrá una mayor capacidad para adaptarse a un nuevo ambiente, establecerse y buscar su alimento de manera más efectiva que una especie que sea de hábitos alimentarios especializados.

A3.1.	DIETA	RESPUESTA
	¿La especie es generalista en su dieta y tiene hábitos predatorios (omnívora)?	5
	¿La especie es generalista en su dieta?	3
	¿La especie es especialista en su dieta?	1
	No se tiene información sobre el tipo de hábito alimenticio	?

Nota: La capacidad reproductiva de una especie está correlacionada con dos aspectos: frecuencia del ciclo reproductivo y número de crías. La combinación de estos dos aspectos determina el éxito de establecimiento de una especie introducida.

#### A3.2. Frecuencia del ciclo reproductivo

Se refiere al número de períodos reproductivos por año que una especie puede tener. La frecuencia de los ciclos reproductivos es un factor a tener en cuenta ya que aquellas especies que se reproducen con menor frecuencia o que requieren estímulos ambientales específicos tendrán menos posibilidad de dispersarse y tener impactos que aquellas especies que se reproducen frecuentemente (Harrison & Congdon 2002). De esta manera, las especies que tengan la capacidad de reproducirse de manera más constante (tres o más veces) en un período de tiempo de un año calificarán más alto que aquellas especies cuyos ciclos reproductivos son más largos.

A3.2.	FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO	RESPUESTA
	¿La especie puede reproducirse tres o más veces al año?	5
	¿La especie puede reproducirse dos veces al año?	3
	¿La especie puede reproducirse una vez al año?	1
	No se tiene información sobre la frecuencia de reproducción de la especie	?

Nota: Esta pregunta también incluye aquellas especies cuyas hembras pueden reproducirse asexualmente (partenogénesis) o que tienen la capacidad de fertilizar sus huevos almacenando esperma durante un tiempo luego de una fecundación, ya que eso puede incrementar la frecuencia de reproducción incluso en ausencia de machos (Harrison & Congdon 2002). Dichas especies deben ser calificadas con el puntaje máximo.

#### A3.3. Número de descendientes (crías)

Complementario al ciclo reproductivo y como parte del éxito de una especie, se debe considerar el número de crías viables que pueden nacer en cada ciclo reproductivo, pues a mayor

número de crías, la especie tendrá una mayor probabilidad de establecerse y dispersarse y en consecuencia deberá ser considerada como un mayor riesgo. Teniendo en cuenta las particularidades que existen entre los diferentes grupos taxonómicos, se analizó y determinó que este valor debía responder a las especificidades de cada grupo, y, en consecuencia, dependiendo del grupo se tomaron como los valores más altos para aves más de dos crías viables, para mamíferos más de cuatro crías viables y para herpetos (anfibios y reptiles) más de seis.

A3.3	NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO	RESPUESTA
	¿Se conoce que la especie tiene muchas crías viables por ciclo reproductivo (aves >2, mamíferos > 4, reptiles y anfibios > 6)?	5
	¿Se conoce que la especie tiene pocas crías por ciclo reproductivo (aves ≤ 2, mamíferos ≤ 4, reptiles y anfibios ≤ 6)?	3
	¿Se conoce que la especie tiene 1 o ninguna (cero) crías por ciclo reproductivo?	1
	No se tiene información sobre el número de crías	?

## A4. Distribución y abundancia

### A4.1. Abundancia/extensión en Colombia

SÓLO DEBE SER RESPONDIDA SI SE CONOCEN REGISTROS/OCURRENCIAS EN EL PAÍS

Se asume que especies que tienen poblaciones grandes y una amplia distribución tendrán una mayor capacidad de establecimiento y, posterior a esto, un mayor impacto que aquellas con poblaciones pequeñas y aisladas (Pimm 1989 en Harrison & Congdom 2002). Esta pregunta se refiere a si la especie ha sido detectada en ambientes naturales, es decir, observada en libertad. Sin embargo, debido a que para la mayoría de las especies introducidas por el momento no se tienen datos precisos sobre tamaños o densidades poblacionales, se recurre a una evaluación basada en una estimación semicuantitativa de la abundancia basado en frecuencias de observación. Para esto se adaptó y modificó la estimación de abundancias planteadas por la Asociación Bogotana de Ornitología (ABO 2000), siendo una especie común o abundante aquella registrada fácilmente o con más de cinco individuos en al menos el 70% o más de las visitas, y ocasional cuando se registra uno o pocos individuos (menos de cinco) en menos del 70% de las visitas.

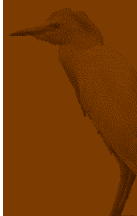
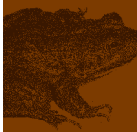
A4.1	ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN COLOMBIA)	RESPUESTA
	¿La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como abundante?	5
	¿La especie está detectada en ambientes naturales, pero no hay información sobre abundancia?	4
	¿La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional?	3
	¿La especie no está detectada en ambientes naturales?	1
	No se tiene información disponible sobre presencia de la especie en ambientes naturales	?

Nota: Se sugiere especificar posibles fuentes de la información de abundancia y presencia en el país. El grupo de aves es tal vez el que cuenta con mejor información documentada, donde se cuenta con los datos de censos navideños, censos de acuáticas y datos publicados en la base de datos en línea Dataves (ver enlaces de apoyo al final del capítulo).

### A4.2. Distribución en el país

SÓLO DEBE SER RESPONDIDA SI SE CONOCE DE REGISTROS/OCURRENCIAS EN EL PAIS.

Tomando como base la descripción de zonas biogeográficas realizada por Hernández – Camacho *et al.* (1992) para el país, esta pregunta busca descubrir la extensión de la distribución de la especie en Colombia.



A4.2.	DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)	RESPUESTA
	¿La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país?	5
	¿La especie está reportada sólo en una zona biogeográfica del país?	3
	¿La especie está en confinamiento (zoológicos, zocriaderos, colecciones privadas, etc.)?	1
	No hay información disponible sobre estado de distribución	?

## A5. Dispersión

La capacidad de dispersión de una especie puede estar definida desde dos aspectos: los relativos a su biología y ecología y los medios que apoyan la dispersión, entre los que se incluye principalmente el hombre.

### A5.1. Capacidad intrínseca de dispersión natural

Cuanto más limitada sea la capacidad de una especie para dispersarse por sí sola, se asume que tendrá una menor capacidad de establecimiento. Algunas de las características intrínsecas de la especie que facilitan su dispersión incluyen la capacidad de movilidad y de tolerar variaciones físico químicas y las asociaciones con asentamientos humanos. Por esta razón, las especies que tienen la capacidad de dispersarse por sí solas y presentan alta movilidad calificarán con la puntuación más alta.

A5.1	CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL	RESPUESTA
	¿La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad?	5
	¿La especie es capaz dispersarse por sus propios medios, pero presenta baja movilidad?	3
	¿La especie es de hábitos sedentarios?	1
	No se tiene información sobre la capacidad de dispersión y movilidad de la especie	?

### A5.2. Dispersión asistida por ser humano

Algunas especies están muy relacionadas con los disturbios antrópicos, bien sea por transporte o movilización directa del ser humano, o porque las especies se favorecen con estos disturbios indirectamente, siendo esto un primer paso para la colonización de ambientes nativos en muchos casos (Harrison & Congdon 2002). Usualmente, las actividades comerciales que involucran la generación de ingresos o dinero a las personas son el principal motivo para la movilización de las especies, como es el caso de aquellas con fines comerciales, bien sea para producción (zocriaderos) o venta (de mascotas por ejemplo). La dispersión con fines culturales (por ejemplo tenencia de mascotas, mágico-religioso, etc.) también es un factor importante para ejercer presión para la movilización de animales. También se considera si la especie es dispersa accidentalmente (por ejemplo el movimiento de especies accidentalmente asociadas a transporte de mercancías). Finalmente, debe tenerse en cuenta si la especie no es dispersada por actividades humanas.

A5.2	DISPERSIÓN ASISTIDA POR SER HUMANO	RESPUESTA
	¿La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial?	5
	¿La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor cultural?	4
	¿La especie es dispersada accidentalmente?	3
	¿La especie no es dispersada por el ser humano?	1
	No hay información sobre dispersión asistida por el ser humano	?

## A6. Uso de hábitat en la zona de origen de la especie

Si una especie puede utilizar de manera indistinta varios tipos de hábitat (generalista) incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas urbanas o periurbanas o áreas de cultivo, mayor será el riesgo asociado ya que tendrá una mayor capacidad de adaptación. Esa información se refiere tanto a su área de origen como otras áreas donde ha sido introducida.

Para tener uniformidad y objetividad en la determinación del hábitat, se considera la clasificación mundial realizada por la IUCN<sup>1</sup>. En ésta se evalúan los hábitats utilizados en el sitio de origen y en otros sitios de introducción ya que esto sugiere aspectos de la plasticidad ecológica de la especie y la posibilidad de adaptarse a los hábitats presentes en el país.

A6	USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN)	RESPUESTA
	¿La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza > 2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta?	5
	¿La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza > 2 tipos de hábitat), pero tiene preferencia por hábitats naturales poco o nada intervenidos?	3
	¿La especie se restringe a un solo tipo de hábitat (hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo o áreas urbanas)?	1
	No hay información sobre uso de hábitat	?

## Sección B: Capacidad de impacto

Esta sección evalúa la información referente al potencial de las especies introducidas y trasplantadas de afectar de manera negativa a nivel ecológico, económico, de salud o cultural. Se considera que entre mayor sea el impacto asociado a la especie, será mayor riesgo asociado a su introducción (Zalba y Ziller 2007). Finalmente, se consideran los impactos sociales o culturales.

### B1. Impactos ecológicos

Se evalúa el potencial de hibridación con especies o subespecies nativas, impactos directos a la biodiversidad nativa por competencia por recursos, a los ecosistemas (transformación física o química de los ecosistemas o hábitats colonizados), colonización en áreas de conservación (áreas protegidas, Aicas/IBAs, etc.).

#### B1.1. Impactos sobre especies nativas por posible hibridación

En este caso se evalúa la posibilidad de que en el país o zona de evaluación haya especies nativas pertenecientes al mismo género o que estén emparentadas o relacionadas genéticamente, siendo así mayor el riesgo de que pueda ocurrir hibridación o mezcla genética con la especie exótica/trasplantada. Las consecuencias asociadas a la hibridación incluyen reducción en la viabilidad de las poblaciones especies, erosión y pérdida del acervo genético que conlleva una reducción en la capacidad de respuesta y adaptación de las condiciones ambientales.

B1.1.	IMPACTOS SOBRE ESPECIES: CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN	RESPUESTA
	¿Existen especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada?	5
	¿No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada?	1
	No se tiene información	?

<sup>1</sup> <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/classification-schemes/habitats-classification-scheme-ver3>

## B1.2. Impactos sobre especies nativas por competencia por recursos

Ocurre cuando la especie introducida utiliza o puede utilizar los mismos recursos (alimenticios, refugios, sitios de apareamiento, o hábitat). Para evaluar este punto se debe tener conocimiento acerca de la biología y ecología de la especie exótica en su área de origen de manera que se pueda identificar si en Colombia hay especies nativas que presenten comportamientos o hábitos similares, lo que aumentaría la probabilidad de competencia.

En este caso se considera si existe alta probabilidad de que la especie introducida pueda competir por recursos con especies nativas, es decir, que la introducida pueda competir por el uso de todos los recursos que utilizan las nativas, por ejemplo, comportamientos similares, los mismos hábitos dentro de una misma familia o también existe una alta la probabilidad de competencia si la especie exótica puede excluir a las nativas en períodos en que la disponibilidad de los recursos se limita (por ejemplo en períodos de sequía).

B1.2	IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.)?	5
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.)?	3
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.)?	1
	No se tiene información sobre competencia por recursos	?

## B1.3. Impactos sobre hábitat/ecosistemas

Si la especie introducida presenta naturalmente comportamientos que pueden alterar la estructura o funcionalidad de los ambientes invadidos (por ejemplo por construcción masiva de cuevas o diques, alteración fisicoquímica del hábitat, biomasa, etc.) su impacto será mayor. De manera similar al punto anterior, es necesario conocer o documentar acerca de la biología y comportamiento de la especie en su área de origen para interpretar los posibles impactos. Teniendo en cuenta la importante alteración en términos de funcionalidad que implican estos impactos, este punto califica tres veces el valor normal de puntuación.

B1.3	IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (i.e. construcción de cueva, diques, etc.)?	15
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (i.e construcción de cueva, diques, etc.)?	9
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (i.e. construcción de cueva, diques, etc.)?	3
	No se tiene información sobre impactos a hábitats	?

## B1.4. Impactos a hábitats de valor para la conservación

En este punto se considera si la especie ha invadido o tiene el potencial de invadir áreas importantes para la conservación como áreas protegidas nacionales, reservas privadas de la sociedad civil o iniciativas de conservación (áreas Ramsar, Aicas/IBAs); la probabilidad será mayor si se conoce que la especie invade los mismos tipos de hábitat o, en caso de ya estar presente en el país, si se tiene información de presencia en ambientes naturales o en áreas de interés para la conservación.

B1.4	IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN)	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación?	5
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación?	3
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación?	1
	No se tiene información sobre impactos en áreas de valor para la conservación	?

## B2. Impactos económicos

Se evaluará la probabilidad de impacto a actividades económicas como daños a cultivos o zoológicos y costos asociados a daños a infraestructura humana. Conocer la biología de la especie o los antecedentes documentados en otras áreas/países ayudará a estimar la probabilidad de impacto en este punto (por ejemplo, mamíferos herbívoros como las cabras o aves granívoras pueden afectar cultivos de manera importante).

### B.2.1 Información relacionada con aquellas especies que por sus características biológicas representan directamente un potencial peligro en áreas de cultivos

B2.1.	IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC.)	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas?	5
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas?	3
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas?	1
	No se tiene información sobre impactos a actividades económicas	?

### B2.2 Impactos a infraestructura:

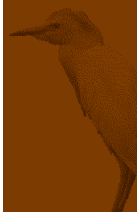
La información sobre los efectos negativos de algunas especies no sólo incluye información relacionada con impactos a biodiversidad, es importante documentar y contar con información de otro tipo de impactos que apoyen la argumentación de la introducción de especies o la definición de su nivel de riesgo. Algunas especies pueden afectar infraestructura urbanas o rurales, como por ejemplo acumulación de excretas en edificios o monumentos, daños a infraestructura eléctrica, etc.

B2.2.	IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.)	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura?	5
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura?	3
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura?	1
	No se tiene información sobre impactos a infraestructura	?

## B3. Impactos a la salud (agresividad o transmisión de enfermedades o vectores).

### B3.1. Transmisión de enfermedades a humanos, especies nativas o especies de importancia comercial

Además de los impactos ecológicos descritos arriba, algunos patógenos pueden incrementar su capacidad de dispersión cuando están asociados a especies invasoras. Las especies exóticas han



tenido grandes impactos (i) nivel sanitario (cobrando innumerables víctimas humanas directa o indirectamente), (ii) como patógenos que afectan la agricultura y ganadería con las consecuencias derivadas por pérdida de recursos alimenticios (Capdevila Argüelles *et al.* 2006) o (iii) por transmisión de enfermedades a especies nativas. Un ejemplo de este último punto es el caso de la Chytridiomycosis causada por un hongo cuyo vector es la rana toro; esta enfermedad se considera una de las principales causas de disminución mundial de poblaciones de anfibios (Daszak *et al.* 2004).

B3.1.	TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.?	5
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.?	3
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.?	1
	No se conoce o tiene información sobre capacidad de transmisión de enfermedades	?

### B3. 2. Agresividad/toxicidad hacia el ser humano, especies nativas o especies de importancia comercial

Evaluar el riesgo de si una especie con poblaciones establecidas puede causar daño incluye la capacidad intrínseca de manifestar un comportamiento agresivo (cerdos, hipopótamos, perros) o la presencia de estructuras que pueden dañar o herir a las personas, tales como cuernos, dientes, picos y garras o si poseen órganos o aparatos capaces de producir toxinas o sustancias irritantes hacia otros animales incluyendo al hombre. Se considera que dado el efecto de esta interacción, se debe calificar con un puntaje doble del normal, de la siguiente manera:

B3.2.	AGRESIVIDAD / TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O A HUMANOS	RESPUESTA
	¿La especie <b>tiene</b> comportamiento agresivo y <b>posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño?	10
	¿La especie <b>tiene</b> comportamiento agresivo, <b>pero no posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño a otras especies nativas o al ser humano?	8
	¿La especie <b>no tiene</b> comportamiento agresivo, <b>pero sí posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño a otras especies nativas o al ser humano?	6
	¿La especie <b>no tiene</b> comportamiento agresivo y <b>no posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño a otras especies nativas o al ser humano?	2
	No se tiene información sobre agresividad/toxicidad de la especie	?

### B4. Impactos sociales o culturales

Los impactos sociales se definen como las consecuencias sobre poblaciones humanas derivadas de acciones públicas o privadas que pueden alterar la manera en que las personas viven, trabajan, se divierten o se organizan para cumplir sus necesidades (Defra 2005); esto incluye los impactos culturales como cambios a las normas, valores, creencias, que guían las acciones individuales. Los efectos sociales pueden cambiar los hábitos en una proporción de la comunidad (limitando el acceso a un alimento importante en la sociedad) o dañar el bienestar de una proporción de la población humana al afectar el acceso al uso de agua potable, recursos pesqueros, turismo, pastoreo, entre otros (Defra 2005).

El impacto sobre valores culturales incluye el condicionamiento de usos económicos y ceremoniales, así como las alteraciones que la especie invasora pudiera producir sobre determinados paisajes o especies nativas de importancia para la representación popular local. Para evaluar

la magnitud del efecto sobre actividades tradicionales se puede considerar si se trata de usos y conocimientos únicos, no representados en otras regiones del país; analizar el número de personas potencialmente afectadas por el condicionamiento de esa actividad; evaluar si existen actividades alternativas para compensar esa pérdida eventual, entre otros (Zalba y Ziller 2007).

Éste es un punto difícil de evaluar por lo que se debe contar con información de soporte sobre los impactos o conocer bien las costumbres ancestrales de las comunidades humanas que están en el área donde la especie invadió o puede invadir; también se pueden documentar impactos de la misma especie en otras comunidades. Cuando se conoce que existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie/donde podría introducirse.

B4.	IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC.)	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie?	5
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie?	3
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie?	1
	No se tiene información sobre cambios en hábitos socioculturales de las comunidades humanas	?

## Sección C: Información sobre manejo de la especie

Se considera que entre más difícil sea erradicar, manejar o controlar una especie, mayor será el riesgo asociado de la especie (Hiebbert & Stubbendieck 1993). Esta sección evalúa la existencia y efectividad de las medidas de control y los costos asociados. Adicional a esto, evalúa el hábito de la especie, tomando en cuenta que reviste una mayor complicación en costos para el manejo y control una especie que es invasora con hábitos acuáticos a una especie que sólo tiene hábitos terrestres (F. Gutierrez *com.pers.*). Finalmente, se considera si existen actores sociales que promuevan el uso de la especie con fines productivos y el posible impacto de las medidas de control sobre hábitats o ecosistemas naturales.

### C1. Medidas de control existentes para la especie o especies similares

Este punto considera la existencia o no de medidas de control sobre la especie evaluada o sobre organismos relacionados teniendo en cuenta que algunas de las medidas pueden ser aplicables a la especie que está siendo analizada. Si existen varias medidas de control (físicas, químicas, manejo integral) será más viable controlar la especie.

C1	MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES	RESPUESTA
	No existen medidas de control conocidas de ningún tipo	5
	¿Se conoce sólo una medida de control aplicable en el país?	4
	¿Se conoce medidas de control para especies similares dentro del mismo grupo taxonómico?	3
	¿Existen varias medidas de control aplicables?	1
	No hay información sobre medidas de control	?

### C2. Efectividad de las medidas de control (sobre la especie o especies similares)

En caso de que existan medidas de control hay que tener en cuenta si éstas han sido efectivas en controlar la especie, pues esto será un indicativo de la viabilidad de controlarla en el país.



C2	EFFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES)	RESPUESTA
	¿Las medidas de control tomadas en otras áreas no han sido efectivas?	5
	¿Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido poco efectivas?	3
	¿Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido efectivas (existen experiencias de erradicación de la especie en condiciones similares en otras regiones o países)?	1
	No hay información sobre efectividad de medidas de control	?

### C3. Factibilidad de control y manejo

#### C3.1. Hábitos de la especie

Por hábitos se entiende la conducta de la especie en cuanto a preferencias por ambientes acuáticos o terrestres, la cual ayuda a perfilar la plasticidad ecológica de utilizar hábitats acuáticos y terrestres de manera indistinta y determina como elemento de mayor calificación aquellas especies que emplean estas dos opciones (F. Gutierrez com.pers.).

C3.1	HÁBITOS DE LA ESPECIES	RESPUESTA
	¿La especie habita de manera indistinta ambientes acuáticos y terrestres?	5
	¿La especie habita sólo ambientes acuáticos?	3
	¿La especie habita sólo ambientes terrestres?	1
	No se conoce el hábito de la especie	?

#### C3.2. Costos económicos de las medidas de control o erradicación

Se deben considerar los costos de medidas físicas (armas, trampas, etc.), químicas (repelentes, venenos, etc.) y biológicas, número de dosis o repeticiones e incluso salarios del personal que se requiere para implementar la medida. La información incluida en esta pregunta no necesariamente se encuentra disponible por lo que es importante hacer inferencias o cálculos aproximados.

C3.2	COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS)	RESPUESTA
	¿Los costos e implementación de las medidas de control son elevados?	5
	¿Los costos e implementación de las medidas de control son moderados?	3
	¿Los costos e implementación de las medidas de control son muy bajos?	1
	No se tiene información sobre costos de control de la especie	?

Nota: Se debe considerar el horizonte de tiempo que sería necesario para la erradicación de la especie; en este sentido, en la pregunta el término implementación incluye la temporalidad sobre la medida de control. De esta forma, medidas de control que deban ser implementadas durante periodos prolongados llevarán a costos más elevados.

### C4. Capacidad de implementación de legislación para el manejo de la especie

Para controlar invasiones biológicas debe existir un marco legal adecuado y coherente que apoye las medidas de control sobre especies ya establecidas y que permita prevenir futuras introducciones o liberaciones de especies potencialmente peligrosas. La legislación puede incluir la tipificación de delitos ambientales relacionados a liberaciones de especies invasoras, impuestos a actividades que directa o indirectamente pueden causar invasiones como el transporte, comercio, turismo, zocriaderos, entre otros (Genovesi 2001). Considerando esto, se debe evaluar:

C4	LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	RESPUESTA
	¿El país o región de análisis no tiene ninguna regulación específica para garantizar las medidas de control?	15
	¿El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control?	3

La información debe incluir revisión sobre si la especie es amenazada en otros países o si está cubierta bajo acuerdos internacionales como la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cítes), que de alguna manera establecen mecanismos de control por medio de permisos.

### C5. Impactos negativos de la medida de control sobre biodiversidad nativa

En este caso se evalúa si las medidas de control pueden tener detrimentos hacia los ecosistemas o hacia especies nativas (por ejemplo, el uso de medidas de control que requieran uso de venenos puede afectar a otras especies no objeto del control si no se usa de manera adecuada).

C5	IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN	RESPUESTA
	¿Existe alta probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo?	5
	¿Existe moderada probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo?	3
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo?	1
	No se tiene información sobre impactos de las medidas de control	?

En todos los casos, cada pregunta de la metodología de análisis de riesgo debe estar sustentada por información de apoyo, bien sea información secundaria (informes, artículos o libros) o por información primaria (investigaciones específicas sobre la especie). Si no se cuenta con esas fuentes de apoyo, se debe solicitar la opinión de expertos en el tema.

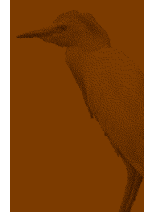
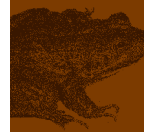
Al final del capítulo se presentan varios enlaces importantes con información de apoyo para efectuar los análisis de riesgo.

## Resultados del análisis de riesgo de las especies introducidas de vertebrados terrestres en Colombia

La construcción del listado final de especies exóticas y nativas trasplantadas de vertebrados, se realizó mediante la consulta de diferentes fuentes y se tomó como base principal tres insumos: el listado general sobre especies introducidas y trasplantas de Colombia I3N (<http://ef.humboldt.org.co/>), el listado incluido en el *Plan Nacional para la Prevención, el Control y Manejo de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras* (MAVDT, en prensa) y el listado sobre aves introducidas y trasplantas en Colombia (Múnera et al. 2007).

A partir de estos listados se consultó información de otras fuentes como la base de datos en línea de la Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios (Acopazoa) y consultas con expertos nacionales para validar y completar la información sobre cada grupo biológico así: 1) anfibios y reptiles: José Vicente Rueda, Andrés Acofía, Nicolás Urbina y Fernando Castro, 2) mamíferos: Hugo López y Diego Lizcano, 3) Aves: Gary Stiles y miembros de la Red Nacional de Observadores de Aves (RNOA) (en la sección de agradecimientos se detalla los aportes individuales).

Cabe resaltar que dentro del listado se incluyeron especies con individuos en cautiverio como zoológicos y colecciones privadas, teniendo en cuenta que deben ser analizadas tomando como enfoque el principio de precaución (CDB 2009), además que algunas de estas especies exóticas han escapado del confinamiento estableciendo poblaciones ferales, como el caso de los hipóp-



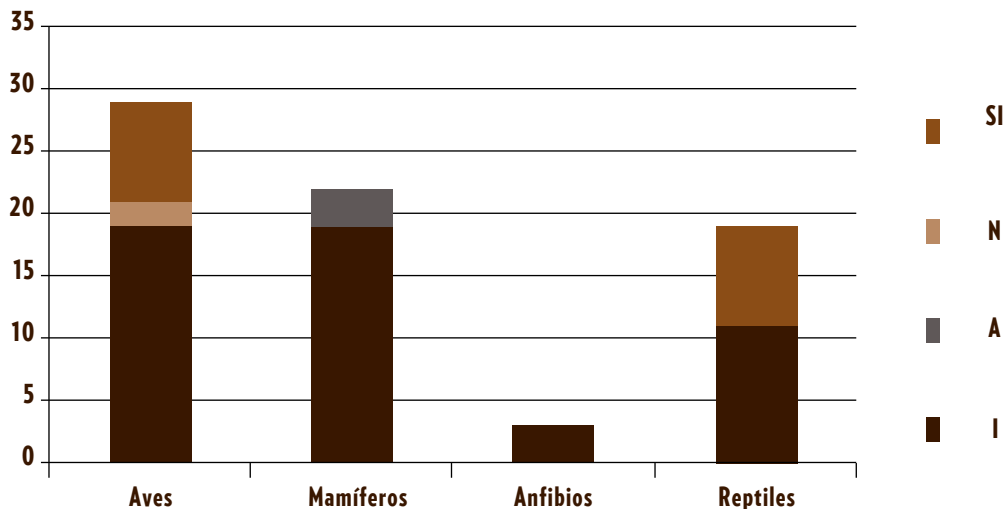
tamos (*Hippopotamus amphibius*) en Colombia, o los monos macacos (*Macaca mulatta*) que a pesar de estar en confinamiento en Colombia, han escapado del confinamiento en otros países convirtiéndose así en invasores (<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1205&fr=1&sts=sss&lang=EN>).

El análisis de riesgo de vertebrados en Colombia comprende un listado con un total de 144 especies que incluye 117 especies exóticas de vertebrados continentales/terrestres (esta cifra incluye subespecies de especies nativas que no ocurren en el país) y 27 especies nativas trasplantadas (incluyendo algunas subespecies. De este listado general que fue analizado en la preevaluación se obtuvieron como resultado 73 especies (introducidas y nativas trasplantadas) las cuales se evaluaron con la metodología de análisis de riesgo y especies que luego de ser preevaluadas fueron consideradas como **no urgentes**.

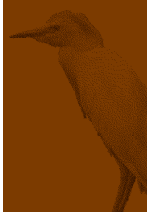
De las 73 especies evaluadas, 21 especies calificaron como especies de -Alto riesgo-, 29 calificaron de -Riesgo moderado- y cuatro como -Bajo riesgo- (Tabla 5, Anexo 5.2); así mismo, 19 especies calificaron como -Requiere mayor análisis-, principalmente porque la información disponible no fue suficiente para su análisis (Anexo 5.2). Los análisis de riesgo de todas las especies evaluadas están sustentados con fuentes bibliográficas sobre su biología, ecología, impactos y manejo (ver Anexo 5.3: Ficha de las fuentes bibliográficas consultadas para los análisis de riesgo de las especies de vertebrados terrestres) y posteriormente validados por expertos.

En términos generales, al analizar el tipo de introducciones del total de especies se observa que para todos los grupos taxonómicos las introducciones intencionales predominan (Figura 1), lo cual se esperaba ya que, como se mencionó en la sección introductoria, el comercio es una de las principales causas de introducciones intencionales. Como introducción intencional asumimos todos los casos en que las especies son sujetas a comercio (legal o ilegal) como es el caso de la monjita tricolor (*Lonchura malacca*) o la subespecie norteamericana de la tortuga hicoetea (*Trachemys scripta elegans*), así como la información documentada sobre introducciones al país (licencias MAVDT). Otras introducciones intencionales han ocurrido con fauna ingresada como mascota como con el hurón (*Mustela putorius furo*), o las especies introducidas en la época de la colonización para consumo humano (*Gallus gallus*, *Bos taurus*) o como animales de ornato (*Cygnus atratus*).

**Figura 1.** Proporción del tipo de introducción por grupo taxonómico. SI: sin información; N: dispersión natural; A: accidental; I: Intencional.



GRUPO TAXONÓMICO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMIAS	NOMBRES COMUNES Y/O ESTANDARIZADO ESPAÑOL	LUGAR DE ORIGEN	TIPO DE INTRODUCCIÓN
AVES	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Ardeola ibis</i> ; <i>Ardea ibis</i>	Garza bueyera	África	N
	Columbidae	<i>Columba livia</i>		Paloma	Eurasia	I
	Anatidae	<i>Cygnus atratus</i>		Cisne negro	Australia	I
	Anatidae	<i>Cygnus olor</i>		Cisne	Europa y norte de Asia	SI
	Anatidae	<i>Anser anser</i>	<i>Anser domesticus</i>	Ganso común; Ganso doméstico; Ansar común	Eurasia	SI
	Anatidae	<i>Branta canadensis</i>	<i>Anas canadensis</i>	Ganso canadiense; Barnacla canadiense	Norteamérica y Europa	SI
	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	<i>Anas oustaleti</i> , <i>A. diazi</i>	Anade real	Norteamérica	SI
	Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>		Monjita tricolor	India y Sri Lanka	I
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>		Gorrión doméstico	Europa	N
MAMIFEROS	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	<i>Canis familiaris</i> , <i>Canis dingo</i>	Perro doméstico	Posiblemente Europa, Norteamérica y Oriente medio	I
	Felidae	<i>Felis catus</i>	<i>Felis catus domestica</i>	Gato doméstico	Mediterráneo	I
	Mustelidae	<i>Mustela putorius</i>	<i>Mustela putorius furo</i> , <i>Martes furo</i> , <i>Putorius putorius furo</i>	Huron	Europa	I
	Bovidae	<i>Ovis aries</i>	<i>Ovis aries musimon</i> , <i>Ovis aries ophion</i> , <i>Ovis musimon</i> , <i>Ovis ophion</i> , <i>Ovis orientalis</i>	Oveja doméstica, Camuros	Domesticación del Muflón de Oriente Medio	I
	Bovidae	<i>Capra hircus</i>		Cabra	Suroeste asiático y Europa del Este	I
	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	<i>Sus domesticus</i>	Cerdo Doméstico	Europa y Asia	I
	Muridae	<i>Mus musculus</i>		Ratón doméstico	Sub continente indio	A
	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>		Rata Noruega	NE China	A
	Muridae	<i>Rattus rattus</i>		Rata negra	India	A
AMPHIBIA	Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>	<i>Rana catesbeianus</i>	Rana toro	Canadá; México; Estados Unidos de América (Hawaii - Introducida)	I



GRUPO TAXONÓMICO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMIAS	NOMBRES COMUNES Y/O ESTANDARIZADO ESPAÑOL	LUGAR DE ORIGEN	TIPO DE INTRODUCCIÓN
REPTILIA	Crocodylidae	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	<i>Lacerta crocodilus</i> , <i>Crocodylus sclerops</i> , <i>Alligator sclerops</i>	Babilla	Centro y Suramérica continental	I
	Emydidae	<i>Trachemys scripta elegans</i>	<i>Chrysemys scripta</i> var. <i>Elegans</i>	Hicotea, lcotea	Estados Unidos y noroccidente de México	I

Respecto a las especies que requieren mayor análisis (aquellas que calificaron entre 3 y 3,5) se incluyen siete especies de aves, donde se encuentran especies de cigüeñas (Ciconiidae), palomas (Columbidae), loros (Psittacidae) y Passeriformes como semilleros (Fringilidae, Estrildidae). Siete especies son mamíferos, de los cuales algunas están en cautiverio (primates como macacos y babuinos), otras son especies domésticas como caballos, burros y conejos y casos especiales como el hipopótamo, del cual existe evidencia de población reproductiva y de algunos ejemplares escapados del cautiverio en el Magdalena Medio con medidas particulares para su control en Colombia. Para otros grupos taxonómicos como herpetos, se identificó que requieren mayor análisis como el anfibio rana coquí (*Eleutherodactylus johnstonei*) y el reptil el pítón (*Python molurus*) (Anexo 5.2). Estas especies requieren una mayor investigación para complementar la información necesaria de manera que suban su calificación sobre 3,5 (Alto riesgo) o por debajo de 3 (Riesgo moderado o Riesgo bajo).

En resumen, del total de vertebrados evaluados, si bien algunas especies presentaron un nivel de incertidumbre alto, ninguna superó el 60%, considerado como límite para definir que las evaluaciones no eran válidas. Pese a esto, se debe mencionar que para algunas especies los mayores porcentajes de incertidumbre se dieron en la sección de impactos y manejo, bien sea porque se desconocen los posibles impactos que puedan tener sobre biodiversidad, salud o economía o porque no se encontró información sobre aspectos de control de la especie.

Es importante resaltar que es necesario hacer énfasis en la búsqueda de información que complemente los análisis de manera que se puedan llenar estos vacíos, ya que no hay claridad sobre las acciones de manejo que se deben ejercer para controlar las poblaciones en caso de convertirse en invasoras.

Finalmente, con respecto a las especies evaluadas que calificaron como de Riesgo moderado y Requiere mayor análisis, estas deben representar una prioridad en términos de investigación y búsqueda de información para Colombia en cuanto a los impactos potenciales de su establecimiento y distribución, entre otros. Especies como el anfibio ajolote (*Ambystoma mexicanum*), el lagarto lobo pollero (*Tupinambis teguixin*), el ave gorrión de Java (*Padda oryzivora*) y el mamífero sasin o cervicabra (*Antilope cervicapra*) son algunos ejemplos de especies de riesgo moderado (Anexo 5.2).

### Especies de Alto riesgo

Las 24 especies que calificaron como de Alto riesgo, incluyen una especie de anfibio, dos especies de reptil, 10 aves y 11 especies de mamíferos (Tabla 5). En el grupo de herpetos (anfibios y

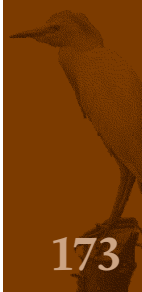
reptiles) se destacan especies como la rana toro, una de las especies invasoras mejor documentadas, introducida intencionalmente a Colombia para zootecnia en la década de los 80 (1986) (Rueda 1997) que se encuentra en áreas naturales y urbanas de varias regiones como Valle del Cauca, Cundinamarca, Antioquia y el Eje Cafetero y sus impactos negativos incluyen depredación de otros anfibios y vertebrados pequeños incluyendo aves y reptiles (Rueda 1997). Otro factor asociado a la rana toro es la transmisión del hongo responsable de la Chytridiomycosis que es la causante de la reducción de las poblaciones de anfibios en el mundo (Daszak 2004, GISD 2010a).

En relación con el grupo de aves, algunas especies como la garza bueyera (*Bubulcus ibis*), nativa de África pero que ha ampliado su rango de distribución de manera natural, es reconocida en varios países como especie introducida e incluso como invasora y se han descrito algunos efectos negativos de sus poblaciones (Olivares 1973, GISD 2010b, Botero *et al.* 2004). Algunos impactos de la garza bueyera se refieren a competencia por recursos y depredación sobre polluelos de otras aves. En Colombia se han documentado impactos ambientales por competencia por sitios de anidación con otras aves (lo cual requiere verificación), desplazamiento de especies nativas por modificación del hábitat como se ha observado en los humedales alrededor de Bogotá, los cuales son hábitat original y sitio de anidación del cucarachero de apolinar (*Cistothorus apolinari*) (A. Morales *com. pers.*) y finalmente la depredación de fauna nativa, específicamente la documentada en la Isla de Malpelo a lagartos de la especie *Anolis agassizi* (López-Victoria 2006). Adicionalmente, la garza bueyera ha sido identificada como especie medianamente peligrosa para la aviación por colisiones contra aviones, lo que representa impactos no sólo en términos económicos sino de seguridad (Rico-Hernandez *et al.* 2005).

En este mismo sentido, un fenómeno similar de introducción natural lo constituye el gorrión europeo (*Passer domesticus*), considerado especie invasora en varios países del continente americano y que en la actualidad está ampliamente establecido desde Norteamérica hasta Argentina. Se ha sugerido que su introducción en América comenzó en Buenos Aires, Argentina en 1872 (Mathews 2005) dispersándose de allí a otros países. En Colombia, el gorrión europeo ha sido registrado como un invasor reciente con información en la costa Pacífica (Hilty & Brown 1986), recientemente observado en el Caribe (O. Cortés *in litt.*), posiblemente como una ampliación de su distribución desde Ecuador hacia el Pacífico colombiano y desde Venezuela hacia el departamento de La Guajira, países donde ya hay poblaciones establecidas (Henry 2005, R. Restall *in litt.* Ojasti *et al.* 2001).

Entre las aves de alto riesgo es importante resaltar dos especies como, la paloma europea (*Columba livia*) y la monjita tricolor (*Lonchura malacca*). La primera, ampliamente introducida en el mundo y reconocida en el ámbito global como invasora. Sus efectos abarcan desde el deterioro de edificios por excretas (impactos económicos) hasta la transmisión de enfermedades a seres humanos (impactos a la salud pública) y a especies de aves nativas (impactos ambientales) (GISD 2010c). La segunda es reconocida como plaga de cultivos en países vecinos (Ojasti *et al.* 2001) y se desconocen sus impactos sobre la biodiversidad nativa en Colombia, sin embargo, esta especie ya está establecida y dispersándose en el país.

Finalmente, en el caso de los mamíferos considerados de Alto riesgo, se consideraron algunas especies de uso doméstico, de las que han sido reportadas poblaciones ferales o asilvestradas



en ambientes naturales en Colombia. Éste es el caso del perro doméstico (*Canis lupus familiaris*), registrado en el Parque Nacional Natural Chingaza (PNN Chingaza), donde han consolidado manadas que atacan venados (*Odocoileus virginianus*) y turistas (C. Lora *com. pers.*). De igual manera, del cerdo (*Sus scrofa*) se tienen indicios de al menos dos poblaciones ferales en el Pacífico y los Llanos Orientales (D. Lizcano *com. pers.*). Aunque hasta ahora se están estudiando sus impactos en Colombia, algunos resultados iniciales identifican problemas de transferencia de enfermedades a la especie de pecarí de collar (Pecarí tajacu) (Gómez *et al.* 2010).

Contrario a lo anterior, de algunas especies domésticas que calificaron como Alto riesgo, por ejemplo el gato (*Felis catus*) y la cabra (*Capra hircus*) que están muy arraigadas culturalmente en Colombia, no se cuenta con información que documente su establecimiento en ambientes naturales, razón por la cual sólo deben estar sujetas a control y ser consideradas como especies de riesgo cuando la información sobre registros de estas y sus poblaciones ferales esté bien documentada.

Sin embargo, vale la pena resaltar que a pesar de que en Colombia los efectos de la introducción de especies domésticas como organismos ferales no han sido documentados, contrario a la situación de países como Nueva Zelanda, Australia y Estados Unidos, entre otros (Lever 1994). La información global sobre los efectos de estas especies se refiere a organismos con hábitos predatorios como los perros y gatos (Bomford 2003, S. Ziller *com. pers.*), ya que éstos pueden ejercer fuerte presión por depredación sobre especies nativas tanto en ambientes naturales como en áreas urbanas, aunque no sean considerados organismos ferales.

### Especies domésticas (mascotas y de producción)

Los efectos causados por la introducción de especies domésticas pueden ser de diversas índoles e incluyen la degradación de ecosistemas por sobrepastoreo o competencia con otras especies por herbivoría como el caso de vacas, cabras o búfalos (Lever 1994, Bomford 2003). Así mismo, animales como los perros y gatos pueden tener fuertes impactos ecológicos por depredación, incluso si se refiere a animales domésticos liberados temporalmente en áreas naturales. De igual manera, existe un alto riesgo de que en áreas semirrales o rurales se vuelvan ferales, incrementando así los impactos de éstos sobre la biodiversidad como ha ocurrido con los perros ferales en áreas naturales del PNN Chingaza.

Especies utilizadas con fines productivos como las vacas y los búfalos (ambas con calificación Requiere mayor análisis), por mencionar algunos ejemplos, pueden causar impactos en los hábitats naturales y ocasionar mayores daños si no están debidamente controladas dado que pueden escapar y establecer poblaciones ferales, a pesar de que el riesgo de establecimiento es menor por tener períodos reproductivos largos (una vez al año o más) y pocas crías viables por período reproductivo. Esto sería de mayor riesgo en áreas naturales extensas como la Orinoquía, donde el manejo de un escape sería más complicado como ha pasado con cerdos en los Llanos Orientales de Colombia, donde se está comenzando a documentar el establecimiento de poblaciones ferales (Gómez *et al.* 2010). Por su parte, las cabras son animales que pueden consumir extensamente plantas nativas y cultivos aún bajo condiciones de cautiverio o control; en áreas como La Guajira al norte del país, estos animales viven en condiciones de semicautiverio (durante el día pastan libremente en áreas naturales y en las noches son recludas en encierros) y aunque no se conoce con certeza la existencia de poblaciones ferales en el país, es importante mencionar los posibles impactos que pueden tener por sobrepastoreo.

Se deben establecer acciones de manejo y de educación ambiental, así como legislación específica que ayude a definir medidas de prevención y mitigación, para este grupo de especies en particular.

## Enlaces útiles

A continuación se referencian algunos enlaces que pueden ser usados en el tema de especies invasoras.

### Referencias consulta taxonómicas:

- ▶ Catalogue of Life: <http://www.catalogueoflife.org>
- ▶ ITIS: <http://www.itis.gov>
- ▶ AOU (Aves neotropicales): <http://www.aou.org/checklist/north/index.php>, <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- ▶ Wilson y Reeder's. Mammals of the World (mamíferos): <http://www.bucknell.edu/MSW3/>

### Bases de datos internacionales sobre especies invasoras:

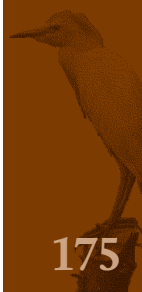
- ▶ GISDB- ISSG: <http://www.issg.org/database/welcome>
- ▶ HEAR: <http://www.hear.org>
- ▶ I3N Brasil: <http://i3n.institutohorus.org.br/>
- ▶ I3N Argentina: [http://www.inbiar.org.ar/filt\\_especies.asp](http://www.inbiar.org.ar/filt_especies.asp)
- ▶ <http://www.invasive.org/>
- ▶ Invasoras México: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Portada>
- ▶ Invasoras Bélgica: <http://ias.biodiversity.be/species/all>
- ▶ Invasoras Reino Unido: <https://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/index.cfm?sectionid=22>

### Aves:

- ▶ Red Nacional de Observadores de Aves de Colombia: <http://www.rnoa.org/rnoa.htm>
- ▶ Dataves: <http://ebird.org/content/colombia>
- ▶ Censos de aves: <http://www.censosnacionales.rnoa.org/censosnavidenos.html>

## Consideraciones finales

En Colombia complementario a los temas normativos de control y manejo de especies introducidas y en este caso los organismos pertenecientes a los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, se deben concentrar esfuerzos en acciones preventivas que integren las consideraciones que se deben tener a las especies que son ingresadas al país con diversos fines. En este sentido especies que aún no representan un riesgo de invasión pero que bajo los criterios y evidencias globales se consideran de Alto riesgo deben tener normatividad complementaria que especifique



cuándo debe ejercerse un control como es el caso de especies domésticas que puedan representar un riesgo para la biodiversidad nativa o el ser humano.

En este sentido la factibilidad de manejo puede presentar conflictos si se tiene en cuenta que históricamente muchas especies introducidas, especialmente las domésticas están ligadas culturalmente al país y son consideradas carismáticas por la sociedad.

En términos de información existe un gran vacío de información sobre especies exóticas presentes en el país y se hace necesario consolidar la línea base que oriente los recursos y defina prioridades de investigación y acciones de manejo sobre estas. Algunos temas preliminares que se vislumbran incluyen: (i) mayor información sobre abundancia y distribución en el país, (ii) aspectos de su biología, (iii) documentar los impactos sobre la biodiversidad nativa y su relación con la afectación con el bienestar humano como los servicios ecosistémicos y salud y la relación con el cambio climático. En la medida que los vacíos básicos de información sean cubiertos se desarrollaran medidas preventivas y de manejo más efectivas.

Esta integración de información debe estar coordinada en herramientas y plataformas que integren la información de manera clara, concisa, y con base científica como es el ejemplo de la base de datos (I3N).

Los listados aquí propuestos incluyen organismos vertebrados de diferentes grupos taxonómicos que han sido evaluados y clasificados como de riesgo Alto, Moderado y Requiere Mayor Análisis deberán ser considerados como un insumo en la creación de listados oficiales que sean catalogados por instancias superiores y de expertos como se ha considerado dentro del marco de las funciones que debe cumplir un comité de especies invasoras en Colombia.

Es importante desarrollar herramientas de apoyo así como reforzar y fortalecer la capacidad en los funcionarios que hacen parte de las entidades de control que tienen directa relación con el ingreso de especies al país. Igualmente se debe fortalecer la capacidad técnica de los tomadores de decisión finales que autorizan el ingreso de una especie evaluada por la metodología, de manera que en su decisión final se consideren criterios como la relación costos/beneficios, como se relaciona la decisión y los resultados del análisis de riesgo con las políticas nacionales, a la vez que se consideran las recomendaciones de manejo para evitar que las especies introducidas se conviertan en un problema (Simons & De Poorter 2009).

Las evaluaciones de riesgo para el ingreso al país de nuevas especies de vertebrados terrestres deben tener procedimientos que aseguren:

- ▶ Una base científica
- ▶ Transparencia
- ▶ Deben ser comparables y repetibles
- ▶ Deben estar basadas en datos confiables
- ▶ Deben ser realizadas utilizando la mejor información disponible
- ▶ Deben ser diseñadas para ser adaptables
- ▶ El diseño debe contemplar explícitamente las incertidumbres.

La metodología acá presentada es un primer esfuerzo de presentar una herramienta que ayude en la identificación objetiva de las especies de mayor riesgo de invasión en el país (tanto introducidas como por introducir). La metodología deberá ser actualizada y adaptada en respuesta a los cambios ambientales que indiquen una nueva dinámica en el fenómeno de las invasiones biológicas y que requieran refinar el proceso de evaluación en el futuro.



## Bibliografía

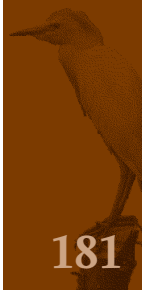
- ▶ Alvarado Forero H. y Gutiérrez F. P. 2002. Especies hidrobiológicas continentales introducidas y trasplantadas y su distribución en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Unión gráfica Ltda. 170p.
- ▶ ABO - Asociación Bogotana de Ornitología. 2000. Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo. Bogotá; ABO, CAR. Bogotá, Colombia.
- ▶ Baker R.H.A., R. Black, G. H. Copp, K. A. Haysom, P. E. Hulme, M. B. Thomas, A. Brown, M. Brown, R. J.C. Cannon, J. Ellis, M. Ellis, R. Ferris, P. Glaves, R. E. Gozlan, J. Holt, L. Howe, J. D. Knight, A. MacLeod, N. P. Moore, J. D. Mumford, S. T. Murphy, D. Parrott, C. E. Sansford, G. C. Smith, S. St-Hilaire & N. L. Ward. 2007. The UK risk assessment scheme for all non-native species. In Rabitsch, W., F. Essl & F. Klingenstein (Eds.): Biological Invasions - from Ecology to Conservation. NEOBIOTA 7 (2007): 46-57 E. Branquart (Ed.) <2007>, Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. Version 2.6. available on line at [http://ias.biodiversity.be/ias/documents/ISEIA\\_protocol.pdf](http://ias.biodiversity.be/ias/documents/ISEIA_protocol.pdf)
- ▶ Bellows T.S. & T.W. Fisher. 1999. Handbook of biological Control. Academic Press. United States of America
- ▶ Bomford, M. 2003. Risk Assessment for the Import and Keeping of Exotic Vertebrates in Australia. Bureau of Rural Sciences, Canberra.
- ▶ Bomford, M. 2008. Risk assessment models for establishment of exotic vertebrates in Australia and New Zealand. Invasive Animals Cooperative Research Centre, Canberra, Australia.
- ▶ Bomford, M., F. Kraus, M. Braysher, L. Walter & L. Brown 2005. Risk assessment model for the import and keeping of exotic reptiles and amphibians. A report produced by the Bureau of Rural Sciences for The Department of Environment and Heritage. Natural Heritage Trust and Australian Government. Australia.
- ▶ Bomford M., F. Kraus, S. C. Barry & E. Lawrence 2009. Predicting establishment success for alien reptiles and amphibians: a role for climate matching. Biological Invasions (2009) 11:713-724

- ▶ Botero J.E., M.T. Matijasevic, M. Jaramillo y J.A. Guevara. 2004. Proyecto garzas. Informe resultados. Cenicafe y Fundación Manuel Mejía. Informe a la alcaldía de Manizales y Corpocaldas. 81p.
- ▶ Branquart E. 2007. Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. <http://ias.biodiversity.be> Version 2.6 (07/12/2009)
- ▶ Capdevila Argüelles, L., Á. Iglesias García, J. F. Orueta y B. Zilleti 2006. Especies exóticas invasoras: diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Naturaleza y Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente de España. Madrid, España.
- ▶ Cháves, M.E. y N. Arango V. (eds.) 1997. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Colombia. II. Causas de pérdida de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Santafé de Bogotá. 223 pp.
- ▶ Chaves, M.E. y Santamaria, M. (eds). 2006. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998 – 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 2 Tomos.
- ▶ CBD - Convention on Biological Diversity. 2009. UNEP/CBD/COP/8/31. Evaluación del impacto: directrices voluntarias sobre evaluación del impacto, incluida la diversidad biológica. 24p.
- ▶ Daszak, A., Strieby, A., A. Cunningham, J. E. Longcore, C. C. Brown & D. Porter 2004. Experimental evidence that the bullfrog (*Rana catesbeiana*) is a Potential carrier of Chytridiomycosis, an emerging fungal Disease of amphibians. *Herpetological Journal* Vol. 14: 201-207.
- ▶ Defra. 2005. UK Non-Native Organism Risk Assessment Scheme User Manual. version 3.3, Dated 28.2.2005. Standard Methodology to Assess the Risks from Non-Native Species Considered Possible Problems to the Environment. CABI Bioscience (CABI), Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture, Science (CEFAS), Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Central Science Laboratory, (CSL), Imperial College London (IC) and the University of Greenwich (UoG) under Defra Contract CR0293. London, UK.
- ▶ Duncan, R., T. M. Blackburn, & D. Sol. 2003. The ecology of bird introductions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34:71-98
- ▶ Forero-Medina G., Castaño-Mora O. V. & Rodríguez-Melo Miguel. 2006. Ecología de Caiman crocodilos fuscus en San Andrés Isla, Colombia: un estudio preliminar. *Caldasia* 28(1): 115-124.
- ▶ Genovesi, P. 2001. Guidelines for Eradication of Terrestrial Vertebrates: a European Contribution to the Invasive Alien Species Issue. Wildlife Damage Management, Internet Center for Other Publications in Wildlife Management. University of Nebraska. Disponible en línea en: <http://digitalcommons.unl.edu/icwdmother/24/>
- ▶ GISD-Global Invasive Species Database, 2010a. *Lithobates catesbeianus* Available from: [http://www.issg.org/database/species/impact\\_info.asp?si=80&fr=1&sts=sss&lang=EN](http://www.issg.org/database/species/impact_info.asp?si=80&fr=1&sts=sss&lang=EN) [Accessed 23 Julio 2010].
- ▶ GISD-Global Invasive Species Database, 2010b. *Bubulcus ibis* Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=970&fr=1&sts=sss&lang=EN> (Accessed 6 de julio 2010).
- ▶ GISD-Global Invasive Species Database, 2010c. *Columba livia* Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=970&fr=1&sts=sss&lang=EN> (Accessed 6 de julio 2010).



- ▶ Gómez B., P. Sanchez y Montenegro O. 2010. Las invasiones biológicas: interacciones ecológicas entre pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y cerdos ferales (*Sus scrofa*) en Colombia. Boletín de la Asociación Latinoamericana de Conservación y Manejo de Vida Silvestre Vol. 4, No. 2. P3-6.
- ▶ Gutiérrez F. P. 2006. Estado de conocimiento de especies invasoras: propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 156p.
- ▶ Harrison, D. A. & Congdon, B. C. 2002. Wet Tropics Vertebrate Pest Risk Assessment Scheme. Cooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management. Cairns. (40 pages)
- ▶ Henry P.-Y. 2005. New distributional records of birds from Andean and western Ecuador. *Cotinga*, 23, 27-32
- ▶ Hernández- Camacho, J., Hurtado, A., Ortiz, R. y Walschburger T. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En Halffter, G. (comp) La diversidad Biológica de Iberoamerica I. (pp 105- 152). Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie, Volumen especial . CYTED-D Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Instituto de Ecología , A.C. Secretaría de Desarrollo Social.
- ▶ Hiebert R.D. & Stubbendieck J. 1993. Handbook for Ranking of Exotic Plants for Management and Control. U.S. Department of Interior . National Park Service. Natural Resources Publication Office. Denver, Colorado. 36pp.
- ▶ Hilty, S. L. & W. L. Brown. 1986. A Guide to the Birds of Colombia, Princeton University Press. Princeton, NJ, USA.
- ▶ Hulme, P. E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization *Journal of Applied Ecology* 46:10-18
- ▶ I3N – Red de Información sobre especies Invasoras- Bolivia. I3N-Bolivia. Instituto de Ecología – UMSA. Consultado el 17/08/2010
- ▶ I3N – Red de Información sobre especies Invasoras- Brasil. I3N-Brasil. Instituto Horus de Desenvolvimento . Consultado el 17/08/2010
- ▶ Jacobi J.D. & Scott M. 1985. An Assessment of the Current Status of Native Upland Habitats and Associated Endangered Species on the Island of Hawaii En: Stone C.P. y Scott J.M. (Eds) Hawaii's Terrestrial Ecosystems Preservation and Management. Proceeding of a Symposium held June 5-6, 1984 at Hawai'i Volcanoes National Park. 571p. URL: <http://www.hear.org/books/hte1985/#chapterindex>
- ▶ Kraus, F. 2009. Alien reptiles and amphibians: a scientific compendium and analysis. Springer Science and Business Media B.V., Dordrecht, Netherlands. 563 pp.
- ▶ Kraus, F. 2007. Using Pathways Analysis to Inform Prevention Strategies for Alien Reptiles and Amphians.
- ▶ Kraus, F. & D. Cravalho. 2001. The risk to Hawaii from snakes. *Pacific Science* Vol 55 4:409-417
- ▶ Lever C. 1994. Naturalized Animals: The Ecology of Successfully Introduced Species. University Press, Cambridge. 354p

- ▶ Lopez – Victoria M. 2006. Los lagartos de Malpelo (Colombia): Aspectos sobre su ecología y amenazas. *Caldasia* Vol. 28 No. 1 Pag 129-134.
- ▶ Mack N.M., Simberloff D., W.M. Lonsdale, Evans H., Clout M. & Bazzaz F. 2000. Biotic invasions: Causes, Epidemiology, Global consequences and Control. *Ecological Applications* Vol. 10 Pag. 689-710.
- ▶ Markula, Anna , Martin Hannan-Jones and Steve Csurhes 2009. Pest animal Risk assessment: Serval. *Invasive Plants and Animals Biosecurity Queensland Department of Primary Industries and Fisheries. Australia.*
- ▶ Mathews S. 2005. Sudamérica Invasida. Programa Mundial sobre Especies Invasoras- GISP. El creciente peligro de las especies exóticas invasoras. 8op.
- ▶ Múnera C., Baptiste M.P. , Franco A.M., Estela F., Ayerbe F., Castaño A.M., Parra-Hernández R., Certuche K y Álvarez H. 2007. Poster: Una primera evaluación del estado de las aves exóticas y nativas trasladadas en Colombia. II Congreso de Ornitología Colombiana.
- ▶ Ojasti, J. 2001a. Especies exóticas invasoras. Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Banco Interamericano de Desarrollo. Caracas, Venezuela.
- ▶ Ojasti, J. 2001b. Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. Estudio Nacional. Secretaria General de la Comunidad Andina, Comunidad Andina, Banco Interamericano de Desarrollo. Venezuela.
- ▶ Ojasti J., González Jiménez E, Szeplaki L.B. (Eds.). 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Oficina Nacional de Biodiversidad Biológica. Caracas- Venezuela. 205p.
- ▶ Olivares, A. 1973. Las Ciconiiformes colombianas. PROYSER. Bogotá, Colombia.
- ▶ Pimentel D., R. Zuniga & D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52, 273-288
- ▶ Reed, R.N., & Rodda, G.H., 2009, Giant constrictors: biological and management profiles and an establishment risk assessment for nine large species of pythons, anacondas, and the boa constrictor: U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1202, 302 p.
- ▶ Resolución 848 de 2008. Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones.
- ▶ Resolución 207 de 2010. Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones.
- ▶ Rico-Hernández G., Amaya- Espinel J.D., Córdoba-Córdoba S. y Páez-Piñeros A. 2005. Pájaros y aviones. Boletín del Programa Nacional para el estudio, prevención y control del peligro aviario. Boletín Número 2, año 2005 (octubre-diciembre). Grupo de gestión Ambiental y Sanitaria. Aeronáutica civil. [http://portal.aerocivil.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob\\_page.show?\\_docname=2883870.PDF](http://portal.aerocivil.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=2883870.PDF)
- ▶ Rubel, F., & M. Kottek, 2010: Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorol. Z.*, in print. DOI: 10.1127/0941-2948/2010/0430.



- ▶ Rueda, J. V. 1997. Evaluación preliminar sobre la situación actual de las poblaciones adventicias de rana toro *Rana catesbeiana*, en el Valle del Cauca. Informe final presentado al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- ▶ Rueda-Almonacid, J.V., D.Lynch & A. Amezcuita (Eds.), 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libro Rojo de Especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Educación y Medio Ambiente. Bogotá, Colombia
- ▶ Simons S. & De Poorter M. 2009. Best Practices in Pre-Import Risk Screening for Species of Live Animals in International Trade. Proceedings of an Expert Workshop on Preventing Biological Invasions. University of Notre Dame, Indiana, USA, 9-11
- ▶ Stiling, P. 1996. Ecology: theories and applications. Chapter 21 Exotic Species 428 - 441. 2ed. Prentice Hall. New Jersey, EUA. 539p
- ▶ Schüttler E., & Karez C. (eds) 2008. Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo
- ▶ Taylor, E. Reserva de Biosfera Seaflower. 2009 En: Schüttler, E. & Karez, C.S. (eds). Especies exóticas invasoras en las reservas de biosfera de América Latina y el Caribe: Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.
- ▶ van Wilgena N. J., D. M. Richardson & E. H.W. Baard. 2008. Alien reptiles and amphibians in South Africa: Towards a pragmatic management strategy. South African Journal of Science 104, January/February 2008
- ▶ Witmer G. W., Pitt W. C. K. & A. Fagerstone. (Eds). 2007. Managing Vertebrate Invasive Species: Proceedings of an International Symposium USDA/APHIS/WS, National Wildlife Research Center, Fort Collins, CO.
- ▶ Zalba, S.M.; Ziller, S.R. 2007. Herramientas de prevención de invasiones biológicas. Washington: I3N/IABIN.
- ▶ Ziller S. R., Reaser J. K., Neville L. E. y Brandt K. (eds). 2005. "Invasive alien species in South America" (Especies alienígenas invasoras en Sudamérica): "national directory of resources" (informes nacionales & directorio de recursos). Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa, (Programa Global de Especies Invasoras, ciudad del Cabo, Sur Africa). 114p.

## Anexo 5.1

### Ejemplo de aplicación de la metodología sobre evaluación de riesgo de especies introducidas

Caso rana toro (*Lithobates catesbeianus*)

DATOS DE LA EVALUACIÓN			
1	Nombre del taxón	<i>Lithobates catesbeianus</i>	
2	Sinonimias	<i>Rana catesbeianus</i>	
3	Familia	Ranidae	
4	Nombres comunes conocidos, países, idiomas	Rana toro (Español); Bullfrog (Inglés)	
5	Nombres comunes locales	Rana toro	
6	Fecha evaluación	May-10	
7	Nombre evaluador	Claudia Múnera / María Piedad Baptiste	
8	Institución que realiza la evaluación	Instituto Alexander von Humboldt	
PREEVALUACIÓN			
1	¿La especie está presente en el país?	SÍ	Si
		No	
		<b>Resultado</b>	pase a 2
2	Ámbito del AR	Nacional	Si
		Regional (CAR)	
		A.P.	
		<b>Resultado</b>	pase a 3
3	¿Existe previos AR desarrollados bajo el mismo método relevantes a nivel nacional?	SÍ	
		No	No
		<b>Resultado</b>	pase a 5
4	¿El AR previo es válido aún?	SI	
		NO	
		<b>Resultado</b>	
5	¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?	SI	1
		NO	
		<b>Resultado</b>	PASE A 6
6	¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?	SI	Si
		NO	
		<b>Resultado</b>	AR no urgente
ANÁLISIS DE RIESGO			
SECCIÓN A - RIESGO DE ESTABLECIMIENTO			
A1	<b>AJUSTE CLIMÁTICO</b>	<b>RESPUESTA</b>	
	¿El grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) o donde se introdujo/ introducirá es <b>alto</b> ?	1	
	¿El grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) o donde se introdujo/ introducirá es <b>moderado</b> ?		
	¿El grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) o donde se introdujo/ introducirá es <b>bajo</b> ?		
	No existe información suficiente		
		15	
A2	<b>ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS (PAÍSES O REGIONES DE ESPECIES TRASPLANTADAS)</b>		

	¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales?	1
	¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?	
	¿La especie ha sido reportada como establecida en otros países o regiones?	
	¿La especie ha sido reportada como introducida en otros países o regiones?	
	No se tiene información sobre los antecedentes de invasión	
		15
<b>A3.</b>	<b>BIOLOGÍA (EN SU ÁREA DE ORIGEN O EN ÁREAS DONDE ES INVASORA Y SE HA DOCUMENTADO)</b>	
<b>A3.1.</b>	<b>DIETA</b>	
	¿La especie es generalista (omnívora) en su dieta y tiene hábitos predatorios?	1
	¿La especie es generalista en su dieta?	
	¿La especie es especialista en su dieta?	
	No se tiene información sobre el tipo de hábito alimenticio	
		5
<b>A3.2.</b>	<b>FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO</b>	
	¿La especie puede reproducirse tres o más veces al año?	1
	¿La especie puede reproducirse dos veces al año?	
	¿La especie puede reproducirse una vez al año?	
	No se tiene información sobre la frecuencia de reproducción de la especie	
		5
<b>A3.3</b>	<b>NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO</b>	
	¿Se conoce que la especie tiene muchas crías viables por ciclo reproductivo (aves >2, mamíferos > 4, reptiles y anfibios > 6)?	1
	¿Se conoce que la especie tiene pocas crías por ciclo reproductivo (aves ≤ 2, mamíferos ≤ 4, reptiles y anfibios ≤ 6)?	
	¿Se conoce que la especie tiene 1 o ninguna (cero) crías por ciclo reproductivo?	
	No se tiene información sobre el número de crías	
		5
<b>A4</b>	<b>DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA</b>	
<b>A4.1</b>	<b>ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN COLOMBIA)</b>	
	¿La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como abundante?	1
	¿La especie está detectada en ambientes naturales, pero no hay información sobre abundancia?	
	¿La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional?	
	¿La especie no está detectada en ambientes naturales?	
	No se tiene información disponible sobre presencia de la especie en ambientes naturales	
		5
<b>A4.2.</b>	<b>DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)</b>	
	¿La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país?	1
	¿La especie está reportada sólo en una zona biogeográfica del país?	
	¿La especie está en confinamiento (zoológicos, zoocriaderos, colecciones privadas, etc.)?	
	No hay información disponible sobre estado de distribución	
		5
<b>A5</b>	<b>DISPERSIÓN</b>	
<b>A5.1</b>	<b>CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL</b>	
	¿La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad?	1
	¿La especie es capaz dispersarse por sus propios medios, pero presenta baja movilidad?	
	¿La especie es de hábitos sedentarios?	

	No se tiene información sobre la capacidad de dispersión y movilidad de la especie	
		5
<b>A5.2</b>	<b>DISPERSIÓN ASISTIDA POR SER HUMANO</b>	
	¿La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor <b>comercial</b> ?	1
	¿La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener <b>valor cultural</b> ?	
	¿La especie es dispersada <b>accidentalmente</b> ?	
	¿La especie no es dispersada por el ser humano?	
	No hay información sobre dispersión asistida por el ser humano	
		5
<b>A6</b>	<b>USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN)</b>	
	¿La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza > 2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta?	1
	¿La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza > 2 tipos de hábitat), pero tiene preferencia por hábitats naturales poco o nada intervenidos?	
	¿La especie se restringe a un solo tipo de hábitat (hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo o áreas urbanas)?	
	No hay información sobre uso de hábitat	
		5
	Promedio Sección A	5
	% incertidumbre Sección A	0
<b>SECCIÓN B - IMPACTO</b>		
<b>B1</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	
<b>B1.1.</b>	<b>IMPACTOS SOBRE ESPECIES: CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN</b>	
	¿Existen especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridizar con la especie exótica/trasplantada?	
	¿No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridizar con la especie exótica/trasplantada?	
	No se tiene información	1
		?
<b>B1.2</b>	<b>IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.)?	1
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.)?	
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.)?	
	No se tiene información sobre competencia por recursos	
		5
<b>B1.3</b>	<b>IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (i.e. construcción de cueva, diques, etc.)?	
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (i.e construcción de cueva, diques, etc.)?	
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (i.e. construcción de cueva, diques, etc.)?	1

	No se tiene información sobre impactos a hábitats	
		3
<b>B1.4</b>	<b>IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN)</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación?	1
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación?	
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación?	
	No se tiene información sobre impactos en áreas de valor para la conservación	
		5
<b>B2.</b>	<b>IMPACTOS ECONÓMICOS</b>	
<b>B2.1.</b>	<b>IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC.)</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas	
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas	1
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas?	
	No se tiene información sobre impactos a actividades económicas	
		3
<b>B2.2.</b>	<b>IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.)</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura?	
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura?	
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura?	1
	No se tiene información sobre impactos a infraestructura	
		1
<b>B3.</b>	<b>IMPACTOS A LA SALUD</b>	
<b>B3.1.</b>	<b>TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.?	1
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.?	
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.?	
	No se conoce o tiene información sobre capacidad de transmisión de enfermedades	
		5
<b>B3.2.</b>	<b>AGRESIVIDAD / TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O A HUMANOS</b>	
	¿La especie <b>tiene</b> comportamiento agresivo y <b>posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño?	
	¿La especie <b>tiene</b> comportamiento agresivo, <b>pero no posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño a otras especies nativas o al ser humano?	
	¿La especie <b>no tiene</b> comportamiento agresivo, <b>pero sí posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño a otras especies nativas o al ser humano?	
	¿La especie <b>no tiene</b> comportamiento agresivo y <b>no posee</b> estructuras u órganos capaces de infligir daño a otras especies nativas o al ser humano?	1
	No se tiene información sobre agresividad/toxicidad de la especie	

		2
<b>B4.</b>	<b>IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC.)</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie?	
	¿Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie?	
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie?	
	No se tiene información sobre cambios en hábitos socioculturales de las comunidades humanas	1
		?
	Promedio Sección B	2
	% incertidumbre Sección B	17
<b>SECCIÓN C - MANEJO</b>		
<b>C1</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES</b>	
	No existen medidas de control conocidas de ningún tipo	
	¿Se conoce sólo una medida de control aplicable en el país?	1
	¿Se conoce medidas de control para especies similares dentro del mismo grupo taxonómico?	
	¿Existen varias medidas de control aplicables?	
	No hay información sobre medidas de control	
		4
<b>C2</b>	<b>EFFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES)</b>	
	¿Las medidas de control tomadas en otras áreas no han sido efectivas?	1
	¿Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido poco efectivas?	
	¿Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido efectivas (existen experiencias de erradicación de la especie en condiciones similares en otras regiones o países)?	
	No hay información sobre efectividad de medidas de control	
		5
<b>C3</b>	<b>FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN</b>	
<b>C3.1</b>	<b>HÁBITOS DE LA ESPECIES</b>	
	¿La especie habita de manera indistinta ambientes acuáticos y terrestres?	1
	¿La especie habita sólo ambientes acuáticos?	
	¿La especie habita sólo ambientes terrestres?	
	No se conoce el hábito de la especie	
		5
<b>C3.2</b>	<b>COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS)</b>	
	¿Los costos e implementación de las medidas de control son elevados?	1
	¿Los costos e implementación de las medidas de control son moderados?	
	¿Los costos e implementación de las medidas de control son muy bajos?	
	No se tiene información sobre costos de control de la especie	
		5
<b>C4</b>	<b>LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN</b>	
	¿El país o región de análisis no tiene ninguna regulación específica para garantizar las medidas de control?	1
	¿El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control?	
		15

<b>C5</b>	<b>IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN</b>	
	¿Existe alta probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo?	
	¿Existe moderada probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo?	1
	¿Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo?	
	No se tiene información sobre impactos de las medidas de control	
		3
	Promedio Sección C	4,625
	% incertidumbre Sección C	0
	<b>TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO</b>	<b>3,9</b>
	<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>ALTO RIESGO</b>
	%incertidumbre total	6

## Anexo 5.2

Listado final de especies de vertebrados terrestres evaluados después de la pre evaluación. A: introducción accidental; N: introducción natural; I: introducción intencional; SIN: sin información. Distribución en Colombia sigue provincia biogeográficas (Hernández *et al* 1992) A: Amazonía; CAP: cinturón árido pericari-beño; CM: Chocó-Magdalena; NA: Norandina; O: Orinoquia; TIC: Territorio Insular Caribe; TIP: Territorio Insular Pacífico.

### AMPHIBIA

NO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMIAS	NOMBRES COMUNES Y/O ESTANDARIZADO ESPAÑOL	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ORIGEN	DISTRIBUCIÓN - PRESENCIA EN COLOMBIA	TIPO DE INTRODUCCIÓN	NIVEL DE RIESGO	VALOR
1	Ambystomatidae	<i>Ambystoma mexicanum</i>		Ajolote, Axolote, Tritones	México	NA (Bogotá)	I	MODERADO	2,4
2	Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>	<i>Rana catesbeianus</i>	Rana toro	Canada; México; Estados Unidos (Hawaii)	NA (Valle, Cundinamarca, Eje Cafetero)	I	ALTO RIESGO	3,8
3	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus johnstonei</i>		Rana Coqui	Antillas	CAP (Barranquilla); NA (Bucaramanga, Cali)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,0

### REPTILIA

NO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMIAS	NOMBRES COMUNES Y/O ESTANDARIZADO ESPAÑOL	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ORIGEN	DISTRIBUCIÓN - PRESENCIA EN COLOMBIA	TIPO DE INTRODUCCIÓN	NIVEL DE RIESGO	VALOR
1	Gekkonidae	<i>Hemidactylus garnotii</i>		Lagartija, tuqueque	Indo-Pacífico	CAP (AICA Ciénaga Grande)	SIN	MODERADO	2,4
2	Gekkonidae	<i>H. brookii</i>		Lagartija, tuqueque	África Occidental (Rueda 1997)	CAP, NA (Cucuta), O (Villavicencio)	SIN	MODERADO	2,6
3	Gekkonidae	<i>H. mabouia</i>		Lagartija, tuqueque	África Occidental (Rueda 1997)	O	SIN	MODERADO	2,4
4	Gekkonidae	<i>H. frenatus</i>		Gecko-casero bocón	Asia Indo-Pacífico	SIN	SIN	MODERADO	2,6
5	Gekkonidae	<i>Lepidodactylus lugubris</i>		Lagartija, tuqueque	Islas del Pacífico	CM; CAP	SIN	MODERADO	2,6
6	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus notatus</i>		Gekko de la Florida	Bahamas; Cuba; Estados Unidos	SI	SIN	MODERADO	2,2
7	Gekkonidae	<i>Eublepharis macularius</i>	<i>Cyrtodactylus macularius</i> , <i>Eublepharis fasciolatus</i> , <i>Cyrtodactylus madarensis</i>	Gecko leopardo	Medio Oriente	Otro (Cautiverio)	I	BAJO RIESGO	1,7
8	Polychrotidae	<i>Anolis concolor</i>	<i>Norops concolor</i>	Anolis de San Andrés	Territorio insular Caribe (San Andrés)	NA (Valle del Cauca, Cali)	SIN	BAJO RIESGO	1,9

9	Teiidae	<i>Tupinambis teguixin</i>	<i>Lacerta teguixin</i> , <i>Seps marmoratus</i> , <i>Laacerta tupinambis</i> ,	Lobo Pollero	Colombia continental	TIC	SIN	MODERADO	2,8
10	Agamidae	<i>Pogona vitticeps</i>	<i>Amphibolurus vitticeps</i>	Dragón Barbudo	Australia	Otro (Cautiverio)	1	BAJO RIESGO	1,4
11	Crocodylidae	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	<i>Lacerta crocodilus</i> , <i>Crocodylus sclerops</i> , <i>Alligator sclerops</i>	Babilla	Centro y Suramérica continental	TIC	1	ALTO RIESGO	3,8
12	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	<i>Constrictor diviniloquus</i> , <i>Boa diviniloqua</i>	Boa	Colombia continental	TIC (Providencia)	1	MODERADO	2,9
13	Boidae	<i>Python molurus</i>	<i>Python bivittatus</i> , <i>P. bora</i> , <i>P. tigris</i> , <i>P. jamesonii</i>	Pitón de la india	Sudeste asiático	Otro (Cautiverio)	1	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
14	Boidae	<i>Python regius</i>	<i>Boa regia</i> , <i>Python belii</i>	Pitón real	África	Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,8
15	Boidae	<i>Python reticulatus</i>		Pitón reticulada	Sudeste asiático	Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,8
16	Colubridae	<i>Lampropeltis getula californiana</i>	<i>Lampropeltis getulus</i>	Serpiente real común	Sur de Norteamérica y norte de México	Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,5
17	Emydidae	<i>Trachemys scripta elegans</i>	<i>Chrysemys scripta</i> var. <i>elegans</i>	Hicotea, Icotea	Estados Unidos y noroccidente de México	Cali	1	ALTO RIESGO	3,5
18	Podocnemididae	<i>Podocnemis unifilis</i>		Terecay	Cuencas Orinoquía y Amazonia de Suramérica	CM (Cuencas Cauca y Magdalena)	1	MODERADO	2,8
19	Geoemydidae	<i>Mauremys leprosa</i>	<i>Emys leprosa</i>	Galápagos leproso	Europa (península ibérica y sur de Francia) y norte de África	Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,2

AVES

NO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMIAS	NOMBRES COMUNES	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA ORIGEN	DISTRIBUCIÓN EN COLOMBIA	TIPO DE INTRODUCCIÓN	NIVEL DE RIESGO	VALOR DE NIVEL DE RIESGO
1	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Ardeola ibis</i> ; <i>Ardea ibis</i>	Garza bueyera	África	NA; CAP; O; CM; TIP; TIC; A	N	ALTO RIESGO	3,5
2	Gruidae	<i>Balearica pavonina</i>		Grulla coronada	África	Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,1
3	Gruidae	<i>Anthropoides paradiseus</i>	<i>Anthropoides paradisea</i> , <i>Grus paradisea</i>	Grulla de Stanley; Grulla del paraíso	Sur de África	Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,5

4	Ciconiidae	<i>Ephippiorhynchus senegalensis</i>		Jabirú africano; Jabirú de Senegal	África subsahariana a Suráfrica	Otro (Cautiverio)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,1
5	Columbidae	<i>Columba livia</i>		Paloma	Eurasia	NA; CAP; CM	I	ALTO RIESGO	3,7
6	Columbidae	<i>Streptopelia risoria</i>	<i>Streptopelia roseogrisea</i>	Paloma de collar; paloma doméstica de collar	Estados Unidos (S. risoria es la versión domesticada de S. roseogrisea de África)	NA	SIN	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
7	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	<i>Columba risoria decaocto</i>	Tórtola turca	Sureste de Europa, Asia hasta Japón	NA	SIN	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
8	Psittacidae	<i>Psittacula krameri</i>		Cotorra de Kramer	África subsahariana, India, Pakistán; Nepal; Sri Lanka	Otro (Cautiverio)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
9	Psittacidae	<i>Melopsittacus undulatus</i>		Perico australiano	Australia	NA (Valle del Cauca, Valle de Aburra); Otro (Cautiverio)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
10	Anatidae	<i>Cygnus atratus</i>		Cisne negro	Australia	Otro (Cautiverio)	I	ALTO RIESGO	3,7
11	Anatidae	<i>Cygnus olor</i>		Cisne	Europa y norte de Asia	Otro (Cautiverio)	SIN	ALTO RIESGO	3,8
12	Anatidae	<i>Anser anser</i>	<i>Anser domesticus</i>	Ganso común; Ganso domestico; Anser común	Eurasia	Otro (Cautiverio)	SIN	ALTO RIESGO	3,7
13	Anatidae	<i>Branta canadensis</i>	<i>Anas canadensis</i>	Ganso canadiense; Barnacla canadiense	Norteamérica y Europa	Otro (Cautiverio)	SIN	ALTO RIESGO	3,9
14	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	<i>Anas oustaleti, A. diazi</i>	Anade real	Norteamérica	NA; Otro (Cautiverio)	SIN	ALTO RIESGO	4,0
15	Phasianidae	<i>Chrysolophus pictus</i>		faisán dorado	China	Otro (Cautiverio)	I	MODERADO	2,4
16	Phasianidae	<i>Chrysolophus amherstiae</i>		Faisán de Amherst; Faisán plateado	China sur occidental, Tibet, Myanmar	Otro (Cautiverio)	SIN	MODERADO	2,5
17	Phasianidae	<i>Lophura nycthemera</i>		Faisán plateado	SE Asia, China,	Otro (Cautiverio)	I	MODERADO	2,4
18	Phasianidae	<i>Phasianus colchicus</i>		Faisán común	Asia, Europa y China	Otro (Cautiverio)	I	MODERADO	2,7
19	Phasianidae	<i>Gallus gallus</i>	<i>Gallus bankiva, G. gallus bankiva</i>	Gallina doméstica	sureste de Asia; ahora domesticada y ampliamente distribuida	NA; CAP; CM; O; A; SNSM; TIC	I	MODERADO	2,7

20	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>		Pavo de Norteamérica; pavo doméstico	Norteamérica	NA; CAP; CM	1	MODERADO	2,7
21	Phasianidae	<i>Pavo cristatus</i>		Pavo real	India y Sri Lanka	CM (Puerto Berrio); Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,8
22	Numididae	<i>Numida meleagris</i>		Gallina de Guinea	África	NA; CM; Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,8
23	Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>		Monjita tricolor	India y Sri Lanka	NA (Antioquia, Valle del Cauca, Caldas, Risaralda); CM (Tolima)	1	ALTO RIESGO	3,6
24	Estrildidae	<i>Lonchura atricapilla</i>		Capuchino de cabeza negra	India, Nepal, Sri Lanka y Sureste de Asia	NA (Valle del Cauca)	1	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
25	Estrildidae	<i>Padda oryzivora</i>	<i>Lonchura oryzivora</i>	Alondra; Gorrion de Java	Indonesia: Java y Bali	NA (Valle del Cauca, Caldas, Risaralda); Otro (Cautiverio)	1	MODERADO	2,9
26	Estrildidae	<i>Taeniopygia guttata</i>		Diamante mandarín	Australia	Otro (Cautiverio)	1	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,1
27	Fringillidae	<i>Paroaria gularis</i>		Cardenal pantanero	Orinoquía y Amazonía	NA (Valle del Cauca)	1	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,0
28	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>		Gorrión doméstico	Europa	TIP (Malpelo); CM (Pacífico en Valle del Cauca, Nariño, Cauca)	N	ALTO RIESGO	3,6
29	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	<i>Cassidix mexicanus</i>	Mariamulata; Zanate	Costa Caribe y Pacífica	TIC (San Andrés)	SIN	MODERADO	2,7

MAMIFEROS

NO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMIAS	NOMBRES COMUNES Y/O ESTANDARIZADO ESPAÑOL	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ORIGEN	DISTRIBUCIÓN PRESENCIA EN COLOMBIA	TIPO DE INTRODUCCIÓN	NIVEL DE RIESGO	VALOR
1	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	<i>Canis familiaris</i> , <i>Canis dingo</i>	Perro doméstico	Posiblemente Europa, Norteamérica y Oriente medio	Colombia	1	ALTO RIESGO	4,4
2	Felidae	<i>Felis catus</i>	<i>Felis catus domestica</i>	Gato doméstico	Mediterráneo	Colombia	1	ALTO RIESGO	3,7
3	Mustelidae	<i>Mustela putorius</i>	<i>Mustela putorius furo</i> , <i>Martes furo</i> , <i>Putorius putorius furo</i>	Huron	Europa	SIN (han ingresado como mascotas se desconoce actual presencia)	1	ALTO RIESGO	3,6
4	Cercopithecidae	<i>Macaca fascicularis</i>	<i>Macaca irus</i>	Macaco Cangrejero	Sudeste asiático	Otro (Cautiverio)	1	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,4

5	Cercopithecidae	<i>Macaca mulatta</i>		Macaco Rhesus	Afganistán, India, China	Otro (Cautiverio)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,5
6	Cercopithecidae	<i>Papio hamadryas</i>		Babuino	África	Otro (Cautiverio)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
7	Bovidae	<i>Ovis aries</i>	<i>Ovis aries musimon, Ovis aries ophion, Ovis musimon, Ovis ophion, Ovis orientalis</i>	Oveja doméstica, Camuros	Domesticación del Muflón de Oriente Medio	NA	I	ALTO RIESGO	3,6
8	Bovidae	<i>Capra hircus</i>		Cabra	Suroeste asiático y Europa del Este	Colombia	I	ALTO RIESGO	3,9
9	Bovidae	<i>Bubalus bubalis</i>		Búfalo	Sudeste asiático	A (Guaviare)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,2
10	Bovidae	<i>Bos taurus</i>	<i>Bos indicus, Bos primigenius</i>	Vaca	Europa	Colombia	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,2
11	Bovidae	<i>Bison bison</i>	<i>Bos bison</i>	Bisonte	Norteamérica	Otro (Cautiverio)	I	MODERADO	2,5
12	Bovidae	<i>Antilope cervicapra</i>		Sasin, Cervicabra	India, Nepal, Pakistán	Otro (Cautiverio)	I	MODERADO	2,4
13	Cervidae	<i>Dama dama</i>		Gamo común, Gamo europeo	Europa	Otro (Cautiverio)	I	MODERADO	2,3
14	Hippopotamidae	<i>Hippopotamus amphibius</i>		Hipopótamo común	África	CM (Magdalena medio)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,2
15	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	<i>Sus domesticus</i>	Cerdo Doméstico	Europa y Asia	Colombia	I	ALTO RIESGO	4,2
16	Equidae	<i>Equus asinus</i>		Burro	África	Colombia	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,4
17	Equidae	<i>Equus caballus</i>		Caballo	Eurasia y Norteamérica	Colombia	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,3
18	Cricetidae	<i>Mesocricetus auratus</i>		Hamster	Asia - Siria - Turquía	Colombia	I	BAJO RIESGO	2,0
19	Muridae	<i>Mus musculus</i>		Ratón doméstico	Sub continente indio	Colombia	A	ALTO RIESGO	3,7
20	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>		Rata Noruega	NE China	Colombia	A	ALTO RIESGO	4,0
21	Muridae	<i>Rattus rattus</i>		Rata negra	India	Colombia	A	ALTO RIESGO	4,0
22	Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>		Conejo doméstico	Europa	Colombia (Domestico); NA (PNN Nevados ferales)	I	REQUIERE MAYOR ANALISIS	3,2

## Anexo 5.3

### Referencias ficha técnica: bibliografía consultada para análisis de riesgo de vertebrados

- ▶ Abarca J. 2006. Geckos caseros (*Hemidactylus*): biología e impacto en Costa Rica. *Ambientico* No. 159: 2-6.
- ▶ Acosta-Galvis A., Huertas-Salgado C. y Rada M. 2006. Aproximación al conocimiento de los anfibios en una localidad del Magdalena medio (Departamento de Caldas, Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 30 (115): 291-303.
- ▶ Acosta-Galvis A.R., Rueda-Almonacid J.V., Velásquez Álvarez A.A., Sánchez-Pacheco S.J. y Peña Prieto J.A. 2006. Descubrimiento de una nueva especie de *Atelopus* (Bufonidae) para Colombia: ¿Una luz de esperanza o el ocaso de los sapos arlequines? *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 30 (115):279-290.
- ▶ Adams M.J. & Pearl C.A. 2007. Problems and opportunities managing invasive Bullfrogs: is there any hope? En: F. Gherardi (Ed.) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. *Invading Nature: Springer Series in Invasion Ecology*, Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- ▶ Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. Antilope cervicapra. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- ▶ Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. Capra hircus (salvaje). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- ▶ Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. *Oryctolagus cuniculus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- ▶ AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. 2010. Berkeley, California: AmphibiaWeb. <http://amphibiaweb.org/>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ Anjos L.A. & Rocha C.F.D. 2008. Reproductive ecology of the invader species gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* in an area of southeastern Brazil. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre*, 98(2):205-209.
- ▶ Arkive. Images of life on Earth. Wildscreen 2003. <http://www.arkive.org/black-crowned-crane/balearica-pavonina/info.html> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios (ACOPAZOA). S.f. <http://www.acopazoa.org/global/consulta.php>. [F. consulta: 20100731].
- ▶ Aubret F., Bonnet X., Shine R. & Maumelat S. 2005. Why do female ball pythons (*Python regius*) coil so tightly around their eggs? *Evolutionary Ecology Research*, 7: 743-758.
- ▶ Australian Government. Department of the Environment and Heritage. <http://www.deh.gov.au>. [F. consulta: 20100731].
- ▶ Asociación Bogotana de Ornitología-ABO. 2000. Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo. Bogotá; ABO, CAR, Bogotá, Colombia.
- ▶ Baker R. O., Bodman G. R. & Timm R. M. 1994. *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Rodent-Proof Construction and Exclusion Methods*. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Baker, S.J. 2010. Control and eradication of invasive mammals in Great Britain. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2010, 29 (2), 311-327.
- ▶ Balensiefer, D.C. & R. C. Vogt. 2006. Diet of *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) during the dry season in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*. Vol. 5, No. 2:312-317.
- ▶ Barrett R. H. & Birmingham G. H. 1994. *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Wild pigs*. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Biasutti A. 2006. *Ambystoma mexicanum* (Shaw, 1789) – Parte I. Sociedad Acuariologica del Plata. <http://www.sadelpata.org> [F. consulta: 20100622]
- ▶ BirdLife International 2009. *Bubulcus ibis*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). [F. consulta: 20100705]
- ▶ BirdLife International. 2010. Species factsheet. Acceso a través de <http://www.birdlife.org> on [F. consulta: 20100622]
- ▶ Bock B.C., Páez V.P. y Pérez N.F. 1998. Estudio preliminar con radioteleetría sobre los desplazamientos de hembras de la tortuga *Podocnemis unifilis* en el río Caquetá, Amazonas, Colombia. *Actual. Biol.* 20 (68): 29 – 36.
- ▶ Booy O., Wade M., White V. & Winchester D. s.f. North American Bullfrog. NNSG GB non-native species secretariat. <https://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/home/index.cfm> [F. consulta: 20100731]

- ▶ Booy O., Wade M., & White V. s.f. Rose-ringed Parakeet. NNSS GB non-native species secretariat. <https://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/home/index.cfm> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Booy O., Wade M., & White V. s.f. Canada Goose. NNSS GB non-native species secretariat. <https://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/home/index.cfm> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Botero J.E., M.T. Matijasevic, M. Jaramillo y J.A. Guevara. 2004. Proyecto garzas. Informe resultados. Cenicafe y Fundación Manuel Mejía. Informe a la alcaldía de Manizales y Corpocaldas. 81p.
- ▶ Bringsøe H. 2006: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Trachemys scripta*. En: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), [F. consulta: 20100731].
- ▶ Byford J.L. 1994. Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Nonpoisonous snakes. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Caicedo L.D., Alvarez M.I., Llanos C.E. y Molina D. 1996. *Cryptococcus neoformans* en excretas de palomas del perímetro urbano de Cali. Colombia Médica, 27: 106-109.
- ▶ Carantón-Ayala D., Certuche-Cubillos K., Díaz-Jaramillo C., Parra-Hernández R.M., Sanabria-Mejía J. & Moreno-Palacios M. 2008. Aspectos biológicos de una nueva población del Capuchino de Cabeza Negra (*Lonchura malacca*, Estrildidae) en el alto valle del Magdalena, Tolima. Boletín SAO vol. 18 (no. 2), pag: 54-63.
- ▶ Hacienda Castabad. s.f. anónimo. <http://www.castabad.com/historiadelfufalocastabad.htm> [F. consulta 20100508]
- ▶ Castellanos C. 2010. Leopard Gecko *Eublepharis macularius*. <http://www.progeckos.com/caresheets/leos.htm>. [F. consulta 20100827].
- ▶ Center for Invasive Species and Ecosystem Health. 2010. [www.invasive.org](http://www.invasive.org). [F. consulta: 20100731]
- ▶ Certuche-Cubillos K., Carantón-Ayala D., Parra-Hernández R.M., Moreno-Palacios M., Díaz-Jaramillo C. & Sanabria-Mejía J. 2010. Biología alimentaria del capuchino de cabeza negra (*Lonchura malacca*, Estrildidae) en el alto Valle del Magdalena, Colombia. Ornitología Colombiana No. 9: 25-30.
- ▶ Clearly E.C. 1994. Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Waterfowl. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ CM Romagosa & McEneaney T. 1999. Eurasian collared-dove in North America and the Caribbean. North American Birds. Volume 53, issue 4.
- ▶ Coblenz B. & Bouska C. 2004. Pest risk assessment for feral pigs in Oregon. Oregon Invasive Species Council. Salem, Oregon, USA.
- ▶ Conabio. 2008. Sistema de información sobre especies invasoras en México, Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/invasoras> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2001. <http://www.cites.org> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Cowell D. 1997. [gbwf.org](http://www.gbwf.org). <http://www.gbwf.org/pheasants/golden.html>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ Craven S. R. 1994. Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: Prevention and Control of Wildlife Damage. Cottontail rabbits. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Daszak P., Strieby A., Cunningham A.A., Longcore J.E., Brown C.C. & Porter D. 2004. Experimental evidence that the bullfrog (*Rana catesbeiana*) is a potential carrier of Chytridiomycosis, an emerging fungal disease of amphibians. Herpetological Journal, vol. 14, pp. 201-207.
- ▶ Del Hoyo J., Elliot A., & Sargatal J. 1992. Handbook of the Birds of the World. Volume 1: Ostrich to Ducks. Barcelona: Lynx editions. 696 p.
- ▶ Del Hoyo J., Elliot A., & Sargatal J. 1992. Handbook of the Birds of the World. Volume 4: Sandgrouse to Cuckoos. Barcelona: Lynx editions. 679 p.
- ▶ Dolbeer R. A. 1994. Wildlife. Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Blackbirds. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Donegan T., Salaman P., Caro D. & McMullan M. 2010. Revision of the status of bird species occurring in Colombia 2010. Conservación Colombiana, número 13.
- ▶ Donegan T.M. y Huertas H.B.C. 2002. Registro de una pareja de la tórtola de collar *Streptopelia risoria*, en el departamento de Norte de Santander, Colombia. Boletín SAO vol. 12 N. 24-25.
- ▶ Encyclopedia of Life. Consultado a través de: <http://www.eol.org>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ European Commission. 2010. Developing an EU Framework for Invasive Alien Species Discussion Paper. Disponible en línea: [http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.htm) [F. consulta: 20100731]
- ▶ Fachín-Terán A.F. y Matheus-von Mülhen E. 2003. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* Troschel 1848 (testudines: podocnemididae) en la várzea del medio Solimões, Amazonas, Brasil. Ecología Aplicada, 2(1) pp-125-132.

- ▶ Fernandes M., Mukesh, Sathyakumar S., Kaul R., Kalsi R. S. & Sharma D. 2009. Conservation of red junglefowl *Gallus gallus* in India. *International Journal of Galliformes Conservation*, 1, 94-101.
- ▶ Fitzwater W. D. 1994. *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. House cats (feral).* University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Fitzwater W. D. 1994. *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. House sparrows.* University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. 2010. *Wildlife & habitats.* [http://myfwc.com/WILDLIFEHABITATS/Nonnative\\_index.htm](http://myfwc.com/WILDLIFEHABITATS/Nonnative_index.htm). [F. consulta: 20100731]
- ▶ Forero-Medina G., Castaño-Mora O. V. y Rodríguez-Melo Miguel. 2006. *Ecología de Caiman crocodilos fuscus en San Andrés Isla, Colombia: un estudio preliminar.* *Caldasia* 28(1): 115-124.
- ▶ Fowler J.F. & Avery J.L. 1994. *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Turtles.* University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Funes C. y Herrera N. 2005. Primer registro del capuchino de cabeza negra (*Lonchura Malacca*, Estrildidae) en El Salvador. *Boletín SAO Vol. XV (No. 02).*
- ▶ Garner T.W.J., Perkins M.W., Govindarajulu P., Seglie D., Walker S., Cunningham A.A. & Fisher M.C. 2006. The emerging amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* globally infects introduced populations of the North American bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Biol. Lett.* 2, 455-459.
- ▶ Gates N., Wade M., Ames V. & McKee K. s.f. *Black Swan. NNSS GB non-native species secretariat.* <https://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/home/index.cfm> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Geiser U. 2006. Note dark primaries. Eurasian Collared-Doves, Budapest (Hungary). <http://home.xnet.com/~ugeiser/Birds/Streptopelia.html> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Gibbs, D., E. Barnes, & J. Cox. 2001. *Pigeons and Doves, A guide to the Pigeons and Doves of the World.* Pica Press. Sussex, UK.
- ▶ Gillingham A. 2008. *Gobbling up habitat? Impact of Wild Turkeys on Native Bird habitat selection.* Nicholas School of the Environment and Earth Sciences of Duke University.
- ▶ Global Invasive Species Database. 2007. *Lithobates catesbeianus (Rana catesbeiana) (American Bullfrog) management information.* Global Invasive Species Database. [http://www.issg.org/database/species/management\\_info.asp?si=80&fr=1&sts=sss&lang=EN](http://www.issg.org/database/species/management_info.asp?si=80&fr=1&sts=sss&lang=EN)
- ▶ Global Invasive Species Database, 2005. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=19&fr=1&sts=sss>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ Gómez, B., P. Sánchez y O. Montenegro. 2010. Las invasiones biológicas: interacciones ecológicas entre pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y cerdos ferales (*Sus scrofa*) en Colombia. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Conservación y Manejo de Vida Silvestre.* Vol. 4. No. 2: 3-6.
- ▶ Gómez de Silva H., Oliveras de Ita A. y Medellín R.A. 2005. *Pavo cristatus.* Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- ▶ Gómez de Silva, H., A. Oliveras de Ita y R. A. Medellín. 2005. *Phasianus colchicus.* Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- ▶ Gómez de Silva, H., A. Oliveras de Ita y R. A. Medellín. 2005. *Numida meleagris.* Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- ▶ Gorzula S. & Oduro W. 1997. Survey of the status and management of the royal python (*Python regius*) in Ghana. European Commission. Consultado en [ec.europa.eu/environment/cites/pdf/studies/royal\\_python\\_ghana.pdf](http://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/studies/royal_python_ghana.pdf). [F. consulta: 20100731].
- ▶ Government of Western Australia-Department of Agriculture and Food. 2007. *Animal pest alert: Indian Ringneck Parakeet. No. 1 2007.* [http://www.pir.sa.gov.au/\\_\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0010/136954/indianredneck201212.pdf](http://www.pir.sa.gov.au/___data/assets/pdf_file/0010/136954/indianredneck201212.pdf). [F. consulta: 20100622]
- ▶ Green J. S. & Gipson P. S. 1994. *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Feral dogs.* University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Grupo de Aves exóticas de SEO/BirdLife. 2003. *Aves invasoras en España: lista preliminar de especies en la categoría E.*
- ▶ Hagemeyer W. and Blair M. (eds) 1997. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance.* T&AD Pysers. London, UK.

- ▶ Harvard University and the MCZ Herpetology Collection. 1964. Ingreso a través de GBIF Data Portal, data.gbif.org. <http://data.gbif.org/occurrences/120495726/> [F. consulta: 20100622].
- ▶ Hawaiian Ecosystems at Risk project (HEAR) 1997 Invasive species information for Hawaii and the Pacific. <http://www.hear.org/> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Henderson F.R. 1994. Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Weasels. University of Nebraska – Lincoln
- ▶ Hengeveld R. 1993. What to do about the North American invasion by the collared dove? J. Field Ornithol., 64 (4): 477-489.
- ▶ Henry P.Y. in. press. Distributional and altitudinal range extensions for birds from Ecuador. Boletín SAO
- ▶ Henry P.Y. 2005. New distributional records of birds from Andean and Western Ecuador. Cotinga 23: 27-32.
- ▶ Hilty, S. L., & Brown, W. L. 1986. A guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- ▶ Hilty, S.L. & Brown, W.L. 2001. Guía de Aves de Colombia. American Bird Conservancy-ABC, Colombia.
- ▶ Hughes M., Reid N., Montgomery W.I. & Prodöhl P. A. 2009. Verification of hybridisation between introduced European and native Irish hares. Report prepared by the Natural Heritage Research Partnership, *Quercus* for the Northern Ireland Environment Agency, Northern Ireland, UK.
- ▶ I3N-Argentina Base de Datos sobre Invasiones Biológicas en Argentina. En <http://www.inbiar.org.ar/> [F. consulta: 20100730].
- ▶ I3N-Brasil. Base de datos sobre Especies Invasoras. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental / The Nature Conservancy [www.institutohorus.org.br](http://www.institutohorus.org.br) [F. consulta: 20100731]
- ▶ I3N-Colombia Base de Datos sobre Especies Invasoras. Instituto Alexander von Humboldt en <http://ef.humboldt.org.co> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Incorporated Administrative Agency National Institute for Environmental Studies. <http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/20210e.html>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ Ingels J., Studer P. & Tostain O. 2007. Distribution and status of the house sparrow *Passer domesticus* in French Guiana. Alauda 75(4): 405-412.
- ▶ Integrated Taxonomic Information System on-line database (ITIS). <http://www.itis.gov>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ Jaramillo A., & Burke, P. 1999. New World Blackbirds: The Icterids. Cridtopher Helm Publishers. London, UK.
- ▶ Jansson K., Josefsson M. & Weidema I. 2008. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet –*Branta Canadensis*. En: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org). [F. consulta: 20100731]
- ▶ Jesser P., Markula A., Csurhes S. 2008. Pest animal risk assessment: Water buffalo *Bubalus bubalis*. Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland.
- ▶ Johnson S.A. & Hawk M. 2009. Florida's Introduced Birds: Muscovy Duck (*Cairina moschata*). Department of Wildlife Ecology and Conservation, University of Florida WEC 254.
- ▶ Joshi R.C. s.f. Invasive alien species (IAS): Concerns and status in the Philippines. <http://www.agnet.org/activities/sw/2006/589543823/paper-729213301.pdf>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ Juniper, T. & M. Parr 1998. Parrots. A guide to the parrots of the world. Pica Press. Sussex, UK.
- ▶ Knight, M., & Morkel P. s.f. Report on the hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) problem in Colombia, with recommendations. Informe no publicado presentado al Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- ▶ Krysko Kenneth L. 2002. Seasonal Activity of the Florida Kingsnake *Lampropeltis getula floridana* (Serpentes: Colubridae) in Southern Florida. Am. Midl. Nat. 148:102–114.
- ▶ Laufer G., Canavero A., Nuñez D. & Maneyro R. 2008. Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) invasión in Uruguay. Biol. Invasions 10: 1183-1189.
- ▶ Lever C. 2003. Naturalized Reptiles and Amphibians of the World. Oxford University Press.
- ▶ Linehan J.M., Smith L.L. & Steen D.A. 2010. Ecology of the Eastern Kingsnake (*Lampropeltis getula getula*) in a longleaf pine (*Pinus palustris*) forest in Southwestern Georgia. Herpetological Conservation and Biology 5(1):94-101.
- ▶ López-Victoria M. 2006. Los lagartos de Malpelo (Colombia): aspectos sobre su ecología y amenazas. Caldasia vol. 28 no. 1: 129-134.
- ▶ Lynch J.D. 2006. The tadpoles of frogs and toads found in the lowlands of northern Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc.: Volumen XXX, No. 116: 443-457.
- ▶ Madge, S. & Burn, H. 1988. Waterfowl: an identification guide to the ducks, geese and swans of the world. Houghton Mifflin Company. New York, USA.

- ▶ Martínez-Rivera C. C., González-Negrón A., Bertrand M. & Acosta J. 2003. *Hemidactylus mabouia* (Sauria: Gekkonidae), Host of *Geckobia hemidactyli* (Actiniedida: Pterygosomatidae), throughout the Caribbean and South America. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 39, No. 3, 321-326.
- ▶ Matthews S. 2005. Sudamerica invadida-GISP. El creciente peligro de las especies exóticas invasoras. Programa mundial sobre Especies Invasoras.
- ▶ Merino M., Carpinetti B., & Abba A.M. 2009. Invasive mammals in the National Parks System of Argentina. *Natural Areas Journal* Voil. 29 (1):42-49.
- ▶ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2009. <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=880&conID=3766&pagID=3678>. [F. consulta: 20100730].
- ▶ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=3766&catID=880> [F. consulta: 20100730]
- ▶ Mueses-Cisneros J.J. y Ballén G. 2007. Un nuevo caso de alerta sobre posible amenaza a una fauna nativa de anfibios en Colombia: primer reporte de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en la sabana de Bogotá. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 31 (118): 165-166.
- ▶ Museum of Comparative Zoology, Harvard University. 1977. Ingreso a través de GBIF Data Portal, [data.gbif.org](http://data.gbif.org/occurrences/120521379/). <http://data.gbif.org/occurrences/120521379/> [F. consulta: 20100622].
- ▶ New World Blackbirds Jaramillo, A. & P. Burke 1999. Christopher Helm Publishers, London, UK.
- ▶ NNSS GB non-native species secretariat. <http://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/index.cfm?sectionid=47> [F. consulta: 20100731].
- ▶ Ojasti J. 2001. Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. Estudio Nacional. Secretaría General de la Comunidad Andina.
- ▶ Ojasti J., González Jiménez E y Szeplaki L.B. (Eds). 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Oficina Nacional de Biodiversidad Biológica. Caracas-Venezuela.
- ▶ Olivares, A. 1973. Las Ciconiiformes colombianas. PROYSER. Bogotá, Colombia.
- ▶ Ortega J.E., Serrano V.H. & Ramírez-Pinilla M.P. 2005. Reproduction of an Introduced population of *Eleutherodactylus johnstonei* at Bucaramanga, Colombia. *Copeia* (3), pp. 642-648.
- ▶ Page A., Kirkpatrick W. & Massam M. 2009. Domestic Sheep (*Ovis aries*) risk assessment for Australia. Department of Agriculture and Food, Western Australia.
- ▶ Pallisé E.P. 2005-2009. ; *Mauremys leprosa*. <http://www.infotortuga.com/mauremysleprosa.htm>. [F. consulta: 20100731].
- ▶ Parra R. M., D. A. Caranton, J. S. Sanabria, L. F. Barrera, A. M. Sierra, M. C. Moreno, W. Santos, W. E. Figueroa, C. Diaz, V. T. Florez, J. K. C. Ertuche, H. N. Loaiza, B. A. Florido. 2007. Aves del Municipio de Ibaguè (Tolima) *Biota Colombiana*. Vol. 8, No. 2:199-220.
- ▶ Pereyra M.O., Baldo D. y Krauczuk E.R. 2006. La “rana toro” en la Selva Atlántica Interior argentina: un nuevo problema de conservación. *Cuadernos de herpetología* 20 (1): 37-40.
- ▶ Pether J. y Mateo J.A. 2008. La Culebra Real (*Lampropeltis getulus*) en Gran Canaria, otro caso preocupante de reptil introducido en el Archipiélago Canario. Consultado a través de URL: <http://www.tagaragunche.com/areas/5/gomera.php?mod=doc&pag=51&iddoc=563&listD=5>. [F. consulta: 20100731].
- ▶ Pyle, R.L. & P. Pyle. 2009. The Birds of the Hawaiian Islands: Occurrence, History, Distribution, and Status. B.P. Bishop Museum, Honolulu, HI, U.S.A. Version 1 (31 December 2009) [http://hbs.bishopmuseum.org/birds/rlp-monograph/Bishop Museum, Honolulu, HI, U.S.A. 2009](http://hbs.bishopmuseum.org/birds/rlp-monograph/Bishop%20Museum,%20Honolulu,%20HI,%20U.S.A.2009). [F. consulta: 20100731].
- ▶ Rabor D. S., Rand A. L. 1958. Jungle and Domestic Fowl, *Gallus gallus*, in the Philippines. *The Condor*. Vol 60, number 2, March-April.
- ▶ Randall J.M., Granillo I., Shaw R., Keitt B. y Junak. 2005. El monitoreo de los impactos de la erradicación de cabras y otras acciones de manejo sobre las plantas y animales de Isla Guadalupe. Consultado en URL: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/477/cap15.html>. [F. consulta: 20100731].
- ▶ Reed R.N. & Rodda G.H. 2009. Giant constrictors: biological and management profiles and an establishment risk assessment for nine large species of pythons, anacondas, and the boa constrictor. U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1202, 302 p.
- ▶ Resolución 923 de 2007 (mayo 29). Por la cual se modifica la Resolución 1172 del 7 de octubre de 2004 y se adoptan otras determinaciones.
- ▶ Revista mensual sobre la actualidad ambiental, N° 159 diciembre 2006.
- ▶ Rocha C.F.D. & Anjos L.A. 2007. Feeding ecology of a nocturnal invasive alien lizard species, *Hemidactylus mabouia* Moreau de Jonnés, 1818 (Gekkonidae), living in an outcrop rocky area in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 67(3): 485-491.
- ▶ Rödder D., Solé M. & Böhme W. 2008. Predicting the potential distributions of two alien invasive Housegeckos (Gekkonidae: *Hemidactylus frenatus*, *Hemidactylus mabouia*). *North-West J Zool*, 4, No. 2, pp.236-246.

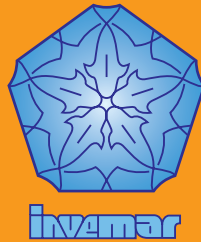
- ▶ Rodríguez-Luengo J.L., Fandos P. & Soriguer R.C. 2007. *Ovis aries* Linnaeus, 1758, Muflón. En: Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Palomo L.J. (Ed.). SECEM. España. [http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas\\_mamiferos/index.htm](http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_mamiferos/index.htm) [F. consulta: 20100731].
- ▶ Rosell C. y Herrero J. 2007. *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, Jabalí. En: Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Palomo L.J. (Ed.) SECEM. España. [http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas\\_mamiferos/index.htm](http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_mamiferos/index.htm) [F. consulta: 20100731].
- ▶ Rueda – Almonacid 1997. Evaluación preliminar sobre la situación actual de las poblaciones adventicias de “Rana Toro”, *Rana catesbeiana* en el Valle del Cauca. Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. 62 p.
- ▶ Schofield V. 2009-2010. *Lepidodactylus lugubris*, Mourning gecko [http://gecko.ignominious.org/lepidodactylus\\_lugubris.html](http://gecko.ignominious.org/lepidodactylus_lugubris.html). [F. consulta: 20100731].
- ▶ Shiau T., Hou P., Wu S., & Tu M. 2006. A survey on alien pet reptiles in Taiwan. *Taiwania* 51 (2): 71-80.
- ▶ Shwartz A., Strubbe D., Butler C.J., Matthyssen E., & Kark S. 2009. The effect of enemy-release and climate conditions on invasive birds: a regional test using the rose-ringed parakeet (*Psittacula krameri*) as a case study. *Diversity and Distributions* 15: 310– 18.
- ▶ Shwartz A. & Shirley S. 2007. *Psittacula krameri*. Delivering Alien Species Inventories for Europe. [http://www.europe-aliens.org/pdf/Psittacula\\_krameri.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Psittacula_krameri.pdf). [F. consulta: 20100731].
- ▶ Smith, S., Booy O., Booy, O., Wade M, & White V. s.f. American Mink. NNSG GB non-native species secretariat. <https://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/home/index.cfm> [F. consulta: 20100731]
- ▶ Sukumal N. & Savini T. 2009. Altitudinal differences in habitat use by Siamese fireback *Lophura diardi* and silver pheasant *Lophura nycthemera* in Khao Yai National Park, Thailand. *International Journal of Galliformes Conservation*, 1, 18–22.
- ▶ Swedell L. 2002. Ranking Behavior, group size and behavioral flexibility in Ethiopian Hamadryas baboons (*Papio hamadryas hamadryas*). *Folia Primatol* 73: 95 - 103
- ▶ The IUCN Red List of Threatened Species. 2010. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/1095/0> . [F. consulta: 20100731].
- ▶ Torres-Gómez E.A. 2009. Sistemas de producción Bubalinos en la Orinoquía y la Amazonía Colombiana. Dirección de URL: <http://www.perulactea.com/2009/10/31/sistemas-de-produccion-bubalinos-en-la-orinoquia-y-la-amazonia-colombiana/> [F. consulta: 20100731].
- ▶ Townsend J.H. & Krysko K.L. 2003. The Distribution Of *Hemidactylus* (Sauria: Gekkonidae) In Northern Peninsular Florida. *Florida Scient.* 66(3): 204–208.
- ▶ UICN, inBIO, GISP 2005. Especies invasoras en Costa Rica, informe Del Taller Nacional sobre Identificación de Especies Invasoras. <http://www.avesdecostarica.org/pdfs/invasoras.pdf> [F. consulta: 20100731]
- ▶ USGS. 2010. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/birds/cranes/anthpara.htm>. [F. consulta: 20100731]
- ▶ Vázquez-Covarrubias D. A. 2008. El género *Ambystoma* en México. [http://www.monografias.com/usuario/perfiles/daniel\\_antonio\\_vazquez\\_covarrubias/monografias](http://www.monografias.com/usuario/perfiles/daniel_antonio_vazquez_covarrubias/monografias) [F. consulta: 20100731]
- ▶ Velásquez-E B.E., Castro F., Bolívar-G W. y Herrera M.I. 2008. Infección por el hongo quitrido *Batrachochytrium Dendrobatidis* en anuros de la Cordillera Occidental de Colombia. *Herpetotropicalos* Vol. 4(2): 65-70.
- ▶ Vereza C., Solorzano A. ,Diaz M., Parra L., Araujo MA., Anton F., Navas O., Ruiz OJL. & Fernandez-Badillo A. 2009. Record of breeding and molt activities in some birds of northern Venezuela. *Ornitologia Neotropical*. Vol. 20, No. 2: 181-201.
- ▶ Wikelski M., Foufopoulos J., Vargas H. & Snell H. 2004. Galápagos Birds and Diseases: Invasive Pathogens as Threats for Island Species. *Ecology and Society* 9(1): 5. [online] Versión electrónica en la URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art5/> [F. consulta: 20100731].
- ▶ Williams D. E. & R. M. Corrigan. 1994. Pigeons (Rock Doves). *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook*. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Woodward A. R. & David D. N. 1994. *Wildlife Damage Management, Internet Center for The Handbook: prevention and control of wildlife damage. Alligators (Alligator mississippiensis)*. University of Nebraska – Lincoln.
- ▶ Zoobotánico Jerez. S.f. <http://www.zoobotanicojerez.com/index.php?id=1255> [F. consulta: 20100731]

## Agradecimientos

Por sus aportes en la construcción de listados así como en la discusión y apoyo en la revisión de resultados agradecemos a: F. Gary Stiles (ICN-ACO), Hugo López (ICN), Diego Lizcano (Universidad de Pamplona), José Vicente Rueda (CI), Andrés Acosta (PUJ), Nicolás Urbina (CI) y Fernando Castro (Universidad del Valle).

Por haber facilitado registros de especies, información o documentos que apoyaron los procesos de análisis de riesgo, agradecemos a varios miembros de la RNOA por sus aportes que facilitaron el análisis de riesgo de aves: Diego Soler, Santiago David Rivera, Oswaldo Cortés, Sergio Ocampo, Diego Duque, Carlos José Ruiz Guerra, Ronald Parra Hernández, William Enrique Figueroa, Yanira Cifuentes, Walberto Naranjo, Jorge Botero, Pedro Arturo Camargo y María Ángela Echeverri (Princeton University). Agradecemos a Robin Restall quien facilitó comentarios sobre ecología y biología de algunas especies de aves, especialmente sobre *Passer domesticus* y *Lonchura malacca*. Diego Soler (RNOA-ACO), Hugo López (ICN), Juan David Sánchez y Diego Andrés Arcila (MAVDT licencias), Claudia L. Rodríguez (MAVDT ecosistemas) y Guillermo Rico (IAvH) aportaron información para el análisis de mamíferos. Fred Kraus (Bishop Museum), Catherine Jarnevič (USSG) y Gabriel Laufer por los documentos sobre herpetos facilitados para el análisis de riesgo. Adicionalmente por apoyar el proceso de búsqueda de información en general a Juliana Agudelo.

A Natalia Ocampo, Diego Duque y Jeyson Sanabria por facilitarnos algunas fotos de las especies de aves evaluadas.



CON EL AVAL TÉCNICO DEL



Calle 28A N° 15 - 09 • Tel. (57-1) 320 2767  
Bogotá D.C., Colombia  
[publicaciones@humboldt.org.co](mailto:publicaciones@humboldt.org.co) • [www.humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co)