

ESTADO DE CONOCIMIENTO DE ESPECIES INVASORAS

Propuesta de lineamientos
para el control de los impactos



Francisco de Paula Gutiérrez Bonilla



© INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT
2006

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente
citando la fuente

CONTRIBUCIÓN IAvH 370

COORDINACIÓN EDITORIAL
Claudia María Villa G.
María Margarita Gaitán U.

REVISIÓN DE ESTILO
Andrea Torres P.

FOTOGRAFÍA
Francisco Nieto Montaño
Banco de Imágenes Ambientales - IAvH

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Jimena Guzmán M.

IMPRESIÓN
ARFO Editores e Impresores Ltda.

PORTADA
Caracol de jardín (*Helix aspersa*)
Retamo liso (*Teline monspessulana*)
Trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)
Campanita (*Digitalis purpurea*): especie introducida
Retamo liso (*Teline monspessulana*)

Impreso en Bogotá, D. C. - Colombia
Agosto 2006
1.000 ejemplares

Citación sugerida:
Gutiérrez F. 2006. Estado de conocimiento de especies
invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los
impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C. - Colombia. 158 p.

ISBN
958-8151-74-8

Palabras clave: invasoras, introducción, trasplante,
especies, exóticas, nativas.

Consejo Editorial IAvH

Javier Maldonado O.
Rocío Polanco O.
Guillermo Rudas L.
Dolors Armenteras P.
José Antonio Gómez D.

Este documento ha sido revisado mediante un proceso
certificado por el Instituto Alexander von Humboldt,
pero no ha sido sometido a revisión por pares.



Fernando Gast Harders

Director General

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt



ACERCA DEL AUTOR

Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

PRESENTACIÓN	
1. LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES: UN FENÓMENO GLOBAL DE PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	
1.1. Introducción	
1.2. Definiciones	
1.3. Situación global y regional	
Bibliografía	
2. RIESGOS DE LAS INTRODUCCIONES, LOS TRASPLANTES Y LAS ESPECIES INVASORAS. MEDIDAS Y DIRECTRICES PARA SU PREVENCIÓN Y CONTROL	
2.1. Riesgos de las introducciones	
2.2. Perfil de una especie invasora	
2.3. Medidas y directrices para la prevención de introducción de especies exóticas invasoras	
2.3.1. Prevención de las introducciones	
2.3.1.1. Principios orientadores	
2.3.1.2. Introducciones no intencionales	
2.3.1.3. Introducciones intencionales	
2.4. Planificación de un programa de control	
2.4.1. Principios orientadores	
2.4.2. Priorizando especies	
2.4.3. Priorizando áreas	
2.4.4. Métodos de control	
2.4.5. Elección de métodos de control	
2.4.6. Erradicación - Acciones recomendadas	
2.4.7. Definiendo los efectos deseados del control	
2.4.8. Estrategias de control - Acciones recomendadas	
2.4.9. Especies cinegéticas y asilvestradas como invasoras	
2.5. Directrices y acciones de gestión	
2.5.1. Acciones en el inmediato y mediano plazo	
2.5.1.1. Acciones de inmediata realización	
2.5.1.2. Acciones de mediano plazo	
2.5.2. Algunas directrices	
2.5.3. Lineamientos de educación y conciencia pública	
2.5.3.1. Principios orientadores	
2.5.3.2. Acciones recomendadas	
2.6. Mecanismos operativos para el estudio de solicitudes de importación e introducción de especies foráneas o trasplante de especies nativas	
2.6.1. Requisitos preliminares	
2.6.2. Requisitos definitivos	
2.6.3. Financiación de los estudios	
2.6.4. Comité de evaluación	

2.7. Lineamientos para el intercambio de información
ANEXO. Erradicación o control de especies invasoras. Casos de estudio
Bibliografía

3. INTRODUCCIÓN, TRASPLANTE Y REPOBLACIÓN.

MARCO NORMATIVO NACIONAL E INTERNACIONAL Y COMPETENCIAS

INSTITUCIONALES

3.1. Introducción

3.2. Marco conceptual

3.3. Marco legal nacional

3.4. Marco legal internacional

3.5. Marco institucional

Bibliografía

Xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

1

LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES: UN FENÓMENO GLOBAL DE PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA



Trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)



Retamo liso (*Teline monspessulana*)

1. LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES: UN FENÓMENO GLOBAL DE PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

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. En estos casos, y podrían darse infinidad de ejemplos, nadie supone que la fertilidad de esos animales y plantas haya aumentado repentina y temporalmente en grado considerable. La explicación obvia es que las condiciones de vida han sido muy favorables y que, por consiguiente, ha habido menos destrucción de los individuos viejos y los jóvenes y que casi todos los individuos jóvenes pudieron reproducirse. En estos casos, la proporción geométrica de aumento, cuyo resultado nunca deja de sorprender, explica sencillamente el crecimiento extraordinariamente rápido y la gran difusión de las producciones naturalizadas en sus nuevos lugares de residencia.

Charles Darwin
El Origen de las especies (1859)

1.1. Introducción

A través de los años, la humanidad intencional o accidentalmente ha movido o desplazado especies de sus áreas naturales, a hábitats en donde nunca antes estuvieron presentes. Muchas de estas especies se han establecido, acoplado, mantienen poblaciones, y han llegado a ser parte constitutiva de los ecosistemas a donde se han llevado. De hecho, existe toda una comunidad de animales y plantas que siguen a los humanos a donde quiera que éstos vayan.

La diversidad de plantas y animales en el mundo natural se está haciendo cada vez más importante para el hombre, en la medida que sus demandas de ese mundo natural aumentan, tanto en cantidad como en variedad. Además, su dependencia de cultivos y animales domésticos a partir de un medio ambiente agrícola cada vez más uniforme, artificial, y en consecuencia vulne-

nable, están generando el aceleramiento en la utilización de especies no nativas. Las introducciones pueden ser beneficiosas para el hombre, dada su intencionalidad económica y/o productiva, pero no así para los ecosistemas y sus poblaciones, pues sus impactos negativos han sido ampliamente demostrados –para la mayoría de los casos–, por lo que se deben asegurar los medios científicos, legales y administrativos que permitan la puesta en práctica del enfoque preventivo a tales acciones y, cuando ya se posea la situación, proceder a su control o erradicación.

La introducción de especies se remonta a antiguas civilizaciones y siempre ha acompañado los procesos de colonización. Los primeros registros para aguas continentales datan del siglo XVI (Elton 1958, Crooks y Soule 1997, Ruiz 1997) aunque en aguas marinas el movimiento de ostras (*Crassostrea angulata* y *C. gigas*) ocurrió hace seis centurias (Carlton 1985) sucediendo para esta misma época lo mismo con la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*) que fue llevada desde el Sureste de Asia y China a Europa. En cuanto a árboles se ha detectado, que entre la introducción y la constitución de poblaciones ensambladas a su nuevo ambiente, normalmente transcurre bastante tiempo y son ejemplos relevantes: falsa acacia (*Robinia pseudacacia*, 152 años); hacer o arce (*Acer negundo*, 183 años); castaño de indias (*Aesculus hippocastanum*, 124 años); lluvia de oro ébano falso, Codeso (*Laburnum anagyroides*, 198 años); y sauce (*Salix intermedia*, 112 años) (Williamson y Brown 1986). Las especies introducidas e invasoras se pueden encontrar a todo nivel, entre microorganismos, plantas terrestres y acuáticas, invertebrados, anfibios, aves, peces, mamíferos y reptiles (Feinstein 2004). En aguas interiores de 140 países se han reportado entre algas, plantas, crustáceos, moluscos y peces, 237 especies introducidas (Welcomme 1981).

La necesidad de producir proteínas, energía o fibras ha llevado a la especie humana a trasladar miles de especies de un lugar a otro del planeta. Muchas otras especies exóticas llegan a su lugar de destino como parte de iniciativas particulares de la más diversa motivación. Algunas son introducidas deliberadamente como animales de caza, como especies cinegéticas, controladores biológicos, o simplemente porque su presencia en el lugar las convierte en estéticamente deseables como ocurre en Colombia y en muchos otros países con los cisnes (*Cygnus albus*). Las introducciones han generado toda una gama de economías de escala o de subsistencia, para ello basta con ver una realidad confrontable, y es que, gran parte de los alimentos que consumimos provienen de alguna especie. De hecho, basta con analizar el lugar de origen de los principales ingredientes de una empanada criolla (harina de trigo de Oriente; carne de vacuno de Eurasia; huevos de gallina de Indochina; cebolla y comino de Medio Oriente; aceite de palma africana). A esto y para otras áreas, se puede agregar: eucalyptus de Australia; café de Etiopía, salmónidos de Europa, carpas de la China, tilapias del África y aceitunas del Mediterráneo, es decir, nuestra vida depende en gran medida de especies que hemos traído de regiones muy lejanas.

Las invasiones biológicas son un proceso natural, pero las patrocinadas por los humanos comenzaron y están datadas desde el Neolítico, y en los últimos 150 años se ha acelerado su tasa de ocurrencia, por lo que una parte de la biota terrestre (terrestre y acuática) parece haber entrado en un proceso de homogeneización, raramente observado y registrado en la historia biológica de la tierra (Lodge 1993, Ewel *et al.* 1999, Davis 2003, Olden y Poff 2003). En esta circunstancia confluyen muchas causas: la ampliación de la frontera agrícola, el predominio del monocultivo, la deforestación, la desertización la fragmentación de hábitats, las necesidades

alimentarias asociadas al crecimiento demográfico, el cambio climático, la contaminación, la sobreexplotación de los recursos, el comercio internacional, la acuicultura, la pesquería y el turismo (Richardson *et al.* 2000, Sutherst 2000, McNeely *et al.* 2001a, 2001b) y en el inmediato futuro la probable liberación masiva de organismos vivos modificados (OVM) de fauna y flora, situación que ocurre especialmente en la agricultura, que en 1996, tenía 1,7 millones de hectáreas plantadas con transgénicos y 52,6 millones en el 2001 (James 2002).

Para determinar el auge que históricamente ha tenido la actividad de introducción de especies y que luego pasan a convertirse en invasivas, se tiene por ejemplo que Nueva Zelanda posee respecto a plantas, 1.790 especies nativas y 1.570 invasivas; Hawaii, 956 especies nativas y 861 invasivas; en Tristan de Cunha existen 70 especies de plantas nativas y 97 invasivas; en las islas Campbell 128 especies nativas y 81 especies invasivas; en South Georgia, 26 especies nativas y 54 invasivas. En Hawaii, respecto al total de especies nativas (17.591) existen 4.465 invasivas. Sudáfrica respecto a peces posee 176 especies nativas y 52 invasivas y California (EEUU) 83 especies nativas y 50 invasivas (McNeely 2001).

Para referirse a estas acciones, Courtenay y Williams (1992) y Courtenay (1979-1993) instauraron la expresión *contaminación biológica* y efectivamente, estadísticas recientes demuestran que es la segunda causa de pérdida de la diversidad biológica (Drake 1989, CBD y UN 1997, Drake *et al.* 1999, CBD y UNEP 2001). Está demostrado que las introducciones generan impactos a la biota nativa, que inicialmente pueden ser muy leves, pero que a largo plazo llegan a causar la extinción de especies nativas por competencia de recursos, depredación, transferencia de patógenos, hibridación y alteración de hábitat. Graham (1993) citado por Courtenay (1993) después del análisis de múltiples casos de estudio, concluye que *<<cuando se introduce una especie en una área donde no ha vivido antes, es casi imposible predecir las consecuencias, y lo único cierto es que tiene éxito o falla por completo>>*.

Entre 10^2 y 10^5 especies introducidas han sido documentadas en muchos países y su número está en incremento (Lodge 1993, Quentin *et al.* 2001, Lodge *et al.* 2003) lo que llevó a que se haya instaurado *la ecología de las invasiones por plantas y animales*, idea surgida alrededor de los lineamientos inicialmente dados por Elton (1958).

Para nadie es una novedad que los organismos vivos se mueven; incluso las plantas, que permanecen gran parte de su vida ancladas al suelo, pueden dispersar sus semillas a distancias considerables. De hecho, la capacidad de moverse es una de las características que hace exitosa a una especie en un medio cambiante, pues les permite escapar a desastres naturales y de potenciales depredadores, o aprovechar recursos temporales, evitar el hacinamiento o, por el contrario, el agruparse, si ello fuese beneficioso. Finalmente el moverse hace posible que los organismos puedan colonizar nuevos ambientes y extender su areal de distribución, eventualmente dando paso al origen de nuevas especies. Así, las comunidades biológicas que conocemos en la actualidad son el resultado de numerosas *invasiones* que han tenido lugar desde la aparición de la vida en este planeta (Koch *et al.* 2004). Cada nueva especie que llega a un lugar significa un potencial reordenamiento de la estructura de la comunidad, un experimento que, a menudo, tiene resultados inesperados. La mayoría de las invasiones fallan, sin embargo, ya sea porque las condiciones ambientales no son adecuadas para el establecimiento de la especie, o si lo son, porque el número de colonizadores fue muy pequeño, o porque de alguna manera, las especies

residentes resisten la invasión. Pero de vez en cuando, uno de decenas o cientos de intentos tienen éxito, originando que una nueva especie se establezca y la ruleta ecológica comience a girar: una nueva comunidad se ha formado.

La forma en que las comunidades responden a las invasiones es un área muy importante de la ecología (Groves y Burdon, 1986, Drake *et al.* 1989). Sin embargo, más allá del simple interés intelectual este campo ha cobrado gran relevancia para disciplinas aplicadas como la biología de la conservación. La razón de esto es que, a pesar de que las invasiones biológicas constituyen un fenómeno que existe naturalmente, ha sufrido un cambio dramático durante los últimos siglos, convirtiéndose en una amenaza muy grave para la conservación de hábitats, poblaciones, comunidades y especies.

El establecimiento de especies exóticas ha roto el aislamiento genético de comunidades de especies de plantas y animales que estaban coevolucionando. Dicho aislamiento ha sido esencial para la evolución y el mantenimiento de la diversidad de plantas y animales que componen la riqueza biológica de nuestro planeta. La perturbación de ese aislamiento con especies exóticas ha interferido con la dinámica de los sistemas naturales, causando la extinción prematura de especies, a despesa de especies de plantas y animales particularmente exitosas y agresivas, que han pasado a dominar de manera creciente grandes áreas, luego de haber reemplazado la variedad de comunidades autóctonas (Crooks y Soule 1997, Ruiz 1997).

Las estadísticas sobre especies introducidas y/o especies invasoras, permitió establecer la regla del 10, mediante la cual se mide el éxito del paso de una etapa a la siguiente y, que ha sido estimada en un promedio del 10% (entre 5 y 20%) es decir uno de cada 10 importados logra liberarse en el medio natural, uno de cada 10 de estos logra constituir una población y una de cada 10 poblaciones resulta invasora. Hay excepciones de esta regla de 10 y el número de individuos y la frecuencia de introducciones pueden afectar el éxito (Simberloff *et al.* 1997). Este esquema ilustra bien las tendencias generales de la ruleta ecológica de las invasiones biológicas. La mayor parte de las introducciones, intencionales o no, fracasan, pero algunas especies logran establecerse sin alcanzar mayor abundancia o impacto, mientras que unas pocas experimentan un acelerado aumento poblacional y ejercen fuerte impacto sobre el ecosistema y las especies de su nuevo entorno.

Las islas, en un sentido amplio, incluyendo a los sistemas biológicos aislados tales como lagos o montañas, son especialmente vulnerables a las introducciones, porque sus ecosistemas, frecuentemente son menos complejos, dado que normalmente, no poseen abundante número de especies, estando las mismas muy estabilizadas, con redes tróficas altamente definidas y estrictas, con características genéticas más reducidas de las que se pueden presentar en otro tipo de ecosistemas y finalmente, ofrecen refugio a especies que no son competidores agresivos. Como resultado de su aislamiento, las islas adquieren un valor especial debido a su alto endemismo que ha evolucionado dentro de unas muy particulares condiciones durante un largo período de tiempo. Frecuentemente, estas especies endémicas son altamente especializadas en sus requerimientos ecológicos y pueden constituir remanentes de amplias comunidades propias de edades pasadas, tal como lo ejemplifican los refugios pleistocénicos que se encuentran en el África y en la Amazonia (Halffter 1992).

Un segundo ambiente vulnerable a las invasiones son los ecosistemas alterados, entre los cuales se cuentan los acuáticos continentales y estuarinos, que a su vez están entre los más afectados por la *contaminación biológica* derivada de las introducciones y trasplantes de especies (Moyle y Leidy 1992, Allan y Flecker 1993, Moyle y Light 1996a -1996b). La destrucción de la estructura y composición originales de las comunidades genera nichos disponibles para especies particularmente invasivas, las cuales se adaptan a condiciones marginales y/o cambiantes.

Las introducciones y las traslocaciones han generado dos corrientes para su valoración: la biológica y la económica, que poseen a su vez dos posiciones: la que pretende demostrar sus bondades y las que presume impactos biológicos y económicos negativos. Bajo cualquier óptica, lo demostrable es que en la mayoría de los casos en aras de la rentabilidad económica, son un componente significativo muy importante del cambio medioambiental y causa importante de pérdida de la diversidad biológica.

Para efecto de cualquier análisis y/o planteamiento, debe considerarse que el trasplante –según la normatividad nacional– o traslocación –según la denominación internacional–, es en un todo similar a la introducción de una especie, subespecie o variedad exótica, por cuanto la población introducida nunca estuvo (no hay prueba de ello) representada en el área donde se le introduce.

Los trasplantes ofrecen los mismos problemas y peligros potenciales que la introducción pues son elementos adventicios (Lachner *et al.* 1970). Biológicamente es válido pensar que si la especie a trasplantar en algún momento de la historia evolutiva estuvo presente en una región o localidad, y hoy no lo está, no se puede presuponer que sea viable su reintroducción, pues las condiciones del equilibrio primigenio no están presentes, además, cada ecosistema tiene una dinámica y equilibrios propios, readecuaciones, cambios sucesionales y nuevos balances ecológicos que se deben conocer y valorar antes de proceder. Así, los elementos adventicios de la misma manera que eventualmente pueden ser un éxito como introducción, se pueden convertir en factores adversos de muy difícil mitigación o erradicación. Este hecho tiene notable trascendencia y por el ejemplo en Colombia, se ha vuelto una costumbre efectuar repoblaciones bien con especies nativas traslocadas, o con especies exóticas, sin mediar para ello ninguna previsión biológica, ni fundamento científico.

¹ La UICN define **Desplazamiento** como el traslado de organismos vivos desde un lugar para dejarlos en libertad en otro. Las tres clases principales de desplazamiento a que se refiere este documento se definen de la siguiente manera:

- **Introducción** de un organismo es la dispersión intencional o accidental hecha por un agente humano de un organismo vivo fuera de lo que históricamente se conoce como su área de dispersión natural.
- **Reintroducción** de un organismo es el movimiento intencional del mismo hacia una parte de su área de dispersión natural de la que ha desaparecido o de la que ha sido extirpado en tiempos históricos como resultado de actividades humanas o de catástrofes naturales.
- **Reconstitución** de población es el traslado de un determinado número de plantas o animales de una especie con la intención de acrecentar el número de individuos de dicha especie en su hábitat original.

1.2. Definiciones

Deberá entenderse por introducción, el movimiento, por un agente humano, de una especie, subespecie o taxón inferior (incluyendo cualquier parte, gameto o propágulo de dicha especie que puede sobrevivir y reproducirse) fuera de su área natural (pasada o presente)¹. Este movimiento puede ocurrir dentro de un país o entre países (UICN 2001). La reintroducción de especies para reestablecer poblaciones extintas o deterioradas dentro de su área de distribución original no se considera una introducción en términos de esta definición, a menos que los organismos introducidos representen una subespecie diferente. Para mayor claridad, se consignan las definiciones utilizadas y reconocidas en la normatividad nacional y en las convenciones, protocolos y directrices internacionales (Recuadro 1).

Las etapas secuenciales que experimenta una especie en su paso a un área nueva se pueden dividir en: (1) importación –en cautiverio– de su entorno natural a un país o área nueva; (2) introducción cuando es liberado, escapa o vive en un medio natural; (3) establecimiento cuando constituye una población reproductora en el medio natural, y (4) plaga o invasora cuando ejerce un fuerte impacto negativo en su nuevo hábitat (Williamson y Fitter 1996, Sol 2000). (Recuadro 2).

Moyle y Light (1996a-1996b) desarrollaron algunas reglas para predecir el efecto invasor de las especies, y sugieren que virtualmente cualquier especie puede convertirse en invasora, y que cualquier ecosistema puede ser invadido generando condiciones adecuadas para la permanencia de éstas. A su vez, concluyen que los más dramáticos efectos invasivos ocurren cuando la especie introducida es piscívora o plantívora, y/o cuando el ecosistema invadido posee una baja diversidad natural.

El mecanismo biológico que impulsa las invasiones de plantas y animales es su dispersión natural, definida esta como el movimiento o la distancia desde el lugar de origen del organismo hasta su lugar de reproducción, según el comportamiento y movilidad del animal o los mecanismos de dispersión de semillas –en el caso de las plantas– (Hart y Clark 1989). De hecho, la dispersión constituye un componente integral de la dinámica poblacional, estrategia demográfica y espacial de todos los organismos, tal como lo comprueba la evolución de múltiples adaptaciones. Una especie que no se dispersa queda reducida en una rareza puntual en su lugar de origen y tiende a ser más vulnerable a la extinción por la aleatoriedad ambiental.

RECUADRO 1. Definiciones utilizadas

Especie exótica, está definida por la Convención sobre Diversidad Biológica –CBD–, como: “Especie que está presente fuera de su propagación normal”.

Especie exótica para la UICN (2000) es: “Una especie, subespecie o taxón inferior fuera de su área de distribución natural (pasada o presente) y potencial de distribución (fuera del área que ocupa naturalmente o que pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte del hombre), e incluye cualquier parte, gametos o propágulos de tal especie que puede sobrevivir y luego reproducirse”. En este mismo sentido se utilizan los términos: foránea, introducida, no nativa, no indígena, alóctona o alienígena.

Especie exótica invasora, está definida por la Convención sobre Diversidad Biológica –CBD–, como: “Especies no nativas que son introducidas deliberadamente o de manera accidental por fuera de su hábitat natural donde éstas se establecen, proliferan y dispersan de tal forma que causan daños a los intereses del hombre”.

Según la Comunidad Andina de Naciones (Ojasti 2001): “**Los organismos vivos modificados genéticamente (OVM)**: son exóticos para todos los países y ecosistemas y su posible liberación requiere precauciones extremas en conformidad con el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología”.

Según la legislación colombiana (Decreto Ley 2811 de 1974 y Decreto 1681 de 1978):

Especie exótica o foránea: “Se denomina así, a la especie o subespecie taxonómica, raza o variedad, cuya área natural de dispersión geográfica no se extiende al territorio nacional ni aguas jurisdiccionales y se encuentra en el país como producto voluntario o involuntario de la actividad humana”.

Especie aclimatada: “Se entiende como tal, toda especie exótica que habiendo sido introducida al país se ha adaptado al medio en forma tal que se propaga naturalmente y tiende a establecer dentro de éste, un área de dispersión geográfica”.

Repoblación hidrobiológica: “Todo acto que conduzca al establecimiento en medios ecológicos adecuados de especies nativas extinguidas o en proceso de extinción, dentro de su área original”. La repoblación en medios naturales tiene como objeto:

- Restaurar el equilibrio biológico de los diferentes ecosistemas.
- Permitir el incremento de poblaciones naturales de determinado recurso hidrobiológico para evitar su extinción.
- Proveer el incremento de especies nativas en beneficio de los habitantes de la región en particular y del país en general.
- Utilizar integralmente embalses o represas construidas con fines hidroeléctricos, de acueducto o industriales.
- Repoblar áreas naturales, lagos, ciénagas o ríos, en los cuales se haya disminuido la producción pesquera por sobrepesca, merma de caudales, contaminación temporal y otros factores semejantes.

Trasplante de especies hidrobiológicas: “Toda liberación de ejemplares o productos de especies nativas que pueda dar origen a una población natural ajena a la fauna del lugar en donde se verificará la liberación”. (Se asimila al término **traslocación**, internacionalmente utilizado para este tipo de actividades).

Como parte de la colonización europea a escala mundial, se desarrolló una intensa introducción y aclimatación de diversas especies exóticas, especialmente desde el siglo XVIII, hasta principios del XX, incentivado todo por las expectativas de producción económica. De ahí que, a escala global hasta los años ochenta se tenía como una actividad progresista que permitiría el aumento de las opciones económicas y la variedad de fauna y flora.

RECUADRO 2. Esquema conceptual que sintetiza el conocimiento actual sobre las invasiones biológicas (Williamson y Fitter 1996, Sol 2000).

A. ARRIBO Y ESTABLECIMIENTO

- La mayoría de las invasiones son el resultado de actividades humanas.
- La mayoría de las invasiones fracasan y solamente tienen ocurrencia en un número limitado de taxas.
- Las invasiones que tienen ocurrencia mediante propágulos, son una variable muy importante. Estas invasiones a menudo tienen acceso a hábitats, a través de especies que los transportan.
- El número de los propágulos iniciales, es una clave determinante del suceso invasivo.
- Todas las comunidades pueden ser invadidas, sin embargo, unas están más propensas que otras.
- Las propiedades o características biológicas del invasor son determinantes muy importantes, para que ocurra la invasión.

B. EQUILIBRIOS Y EFECTOS

- La mayoría de los invasores producen efectos menores en el ecosistema objetivo.
- Las mayores consecuencias se manifiestan en efectos como la depresión de los ecosistemas, extinción de especies o poblaciones, hasta la reestructuración de los ecosistemas.
- Las mayores consecuencias ocurren a través de los mecanismos de depredación, competencia, modificación de hábitat e hibridación.

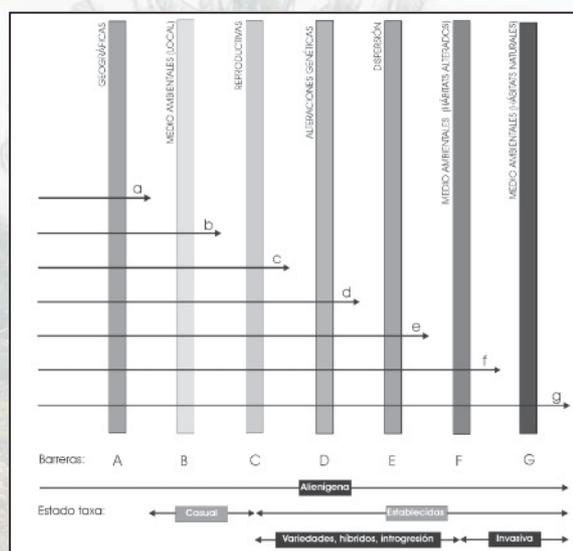
Factores genéticos pueden establecer incertidumbres respecto a que una especie pueda ser invasora, pues pueden potenciar o no los eventos iniciales de invasión. Ocurridas las invasiones, se tienen evidencias de procesos de introgresión y otras alteraciones genéticas sobre las poblaciones nativas y/o semejantes.

Actualmente, en vista de las múltiples y malas experiencias, la introducción de especies suele estar debidamente regulada por medidas legales, sanitarias y aduaneras. Además, gran parte de las especies introducidas se mantienen –y deberían serlo siempre– en cautiverio y aisladas de los ecosistemas naturales. Sin embargo, pueden darse introducciones al margen de la ley, o bien las especies cautivas o cultivadas importadas pueden escapar, dispersarse y establecerse en el medio natural.

Como una propuesta derivada de la importancia que poseen los procesos de hibridación entre especies nativas, y en general los impactos genéticos de las especies introducidas y/o trasladadas, se ha modificado el esquema del proceso invasivo propuesto por Richardson *et al.* (2000) inclu-

yendo los impactos genéticos que se derivan de estas acciones y que han sido demostrados a escala global y a nivel nacional. Los impactos genéticos de las introducciones y traslocaciones, a pesar de tener desarrollos de los años setenta, en Colombia nunca se había procedido a su análisis, pues tal posibilidad se descartaba por quienes han administrado los recursos naturales renovables. Tipifican esta situación algunos casos de estudio como el del pato típico (*Anas wyvilliana*) el cual se encuentra a punto de desaparecer debido a la intensa hibridación con el pato más común de EEUU el ánade real (*Anas platyrhynchos*). Otro ejemplo es lo ocurrido con el pez wakasagi (*Hypomesus nipponensis*) llevado a California desde Japón en 1952, e introducido en algunos pequeños reservorios de montaña. Este pequeño pez fue visto como inofensivo antes de 1994, cuando comenzaron a aparecer en el estuario de San Joaquín, Sacramento, híbridos de *Hypomesus transpacificus*, los cuales se convirtieron en un peligro para las especies nativas (Moyle *et al.* 1996a). (Recuadro 3).

RECUADRO 3. El proceso invasivo (modificado de Richardson *et al.* 2000).



Respecto a las introducciones, las etapas secuenciales que experimenta una especie en su paso a un área nueva se pueden dividir en: (1) **importación** –en cautiverio– a un país o área nueva, (2) **introducción**, cuando es liberada, escapa, o vive en un medio natural, (3) **establecimiento**, cuando constituye una población reproductora, y (4) **plaga o invasora**, cuando ejerce un fuerte impacto negativo.

Las repercusiones económicas originadas por la introducción de especies, representan altos costos respecto a pérdidas en cosecha, poblaciones, comunidades, especies y/o manejo. Manejo que en la mayoría de los casos simplemente han servido para reducir el tamaño de sus poblaciones. La Universidad de Cornell, estima que los efectos nocivos de las especies invasivas le están costando anualmente a EEUU \$ 137 billones de dólares americanos (Pimentel *et al.* 2000).

Algunos ejemplos de estos costos se presentan en la Tabla 1. Otro aspecto derivado de las introducciones y/o traslocaciones son los impactos sobre otros recursos naturales renovables los cuales no son previsible en los análisis iniciales, sino que se evidencian con posterioridad. Globalmente se estima que las pérdidas y el manejo de especies exóticas tiene un valor anual de \$ 400 mil millones de dólares americanos (Hernández 2002).

Intentando prever, mitigar y controlar los impactos derivados de las especies exóticas y de las que se puedan convertir en invasoras, se han diseñado algunas herramientas conceptuales y matemáticas para implementar las nacientes teorías sobre *la ecología de las invasiones*. A pesar de ello, es difícil predecir las consecuencias de las introducciones y su potencial invasivo, porque cada caso depende de las muy particulares características biológicas y requerimientos intrínsecos de la especie y del hábitat en el cual se implantará.

Frente a las incertidumbres que genera cualquier introducción o traslocación que no esté debidamente fundamentada, lo más lógico sería pensar que exista la posibilidad de contar con una aceptación general, que permitiera prevenir acciones contraproducentes y sus impactos sobre las especies semejantes, ecosistemas alterados, o de alta diversidad biológica, haciendo efectivo el principio de precaución –dado el conocimiento científico y el número de casos identificados y estudiados–.



Campanita (*Digitalis purpurea*): especie introducida



Caracol de jardín (*Helix aspersa*)

Tabla 1. Costos indicativos del control de algunos organismos y/o eventos de algunas especies alienígenas invasivas (en \$ dólares americanos)

Evento	Variable económica	Impacto económico	Referencia
Introducción de organismos infecciosos	Costo anual para la salud humana, animal en EEUU	\$41.000 millones por año	UICN (2001)
Una parte de las especies alienígenas de plantas y animales	Costo económico de los daños en EEUU	\$137.000 millones por año	Pimentel <i>et al.</i> (2000)
Plantas invasivas	Costos de su control por año en EEUU	\$13.000 millones	Westbrook (1998)
Las plantas más invasivas	Costo de herbicidas para su control en Gran Bretaña entre 1983 y 1992	\$344 millones/año para 12 especies	Williamson (1989-1998-2000)
Seis especies de hierbas	Costo en los agroecosistemas australianos	\$2.000 millones	CSIRO (1997) En: Watkinson, Freckleton y Dowling (2000)
Pinos (Pinus), acacias (Acacia)	Costo para restablecer a su estado prístino el jardín botánico surafricano	\$2.000 millones	Turpie y Heyderynch 2000
Taruya (Eichhornia crassipes)	Costo en siete países africanos. Se encuentra en 55 países de los cinco continentes	\$20 - 50 millones/año	Joffe-Cooke En: Kasulo (2000)
Euphorbia scula	Impacto en la economía de tres estados en EEUU	\$40,5 millones por año en costos directos y \$89 millones en costos indirectos	Hirsch y Leitch (1996); Bangsund <i>et al.</i> (1999)
Taray de China (Tamarix chinensis)	Valor de los servicios del ecosistema en el oeste de EEUU	\$7.000 - 16.000 millones en 55 años	Zavaleta (2000)
Acaro de la miel (Varroa mite)	Costos económicos para Nueva Zelanda	\$267 - 602 millones	Wittenberg <i>et al.</i> (2001)
Invasión de los arrozales por el caracol naranja (Pomacea spp.)	Pérdidas anuales en las cosechas Filipinas	\$1.000 millones	McNeely (2001)
Mejillón zebra (Zebra mussel)	Daños a las plantas industriales de Europa y EEUU	Costos acumulados 1988 - 2000 \$ 750 a 1.000 millones	National Aquatic Nuisances Species Clearinghouse (2000)
Lamprea marina (Petromyzon marinus)	Costos por año en EEUU y Canadá	\$14 millones	Westbrook (1998), McNeely (2001)
Conejos (Oryctolagus cuniculus)	Costo en pérdidas agrícolas Australia	\$373 millones/año	Wilson (1995) En: White <i>et al.</i> (2000)

1.3. Situación global y regional

A nivel global, el 90% de las introducciones de vertebrados y plantas son intencionales, y el restante 10% accidentales (Towsend 2004).

Los ecosistemas acuáticos parecen ser los más sistemáticamente estudiados respecto a especies introducidas. De ahí, que según la revisión mundial de la introducción de especies en aguas continentales, el 42,2% de los casos fueron con fines de acuicultura, 16,0% para la pesca deportiva, 13,7% para mejoramiento del recurso pesquero, 10,8% con fines ornamentales, 6,8% para control biológico, mientras que el 11,5% eran casos accidentales, en su mayoría escapes de peces de acuario (Welcomme 1989-1998, Welcomme *et al.* 1989). En general, muchas especies exóticas registradas a escala global han llegado a su lugar de destino como parte de iniciativas particulares con diversas motivaciones. Las introducidas deliberadas como ya se expresó poseen múltiples objetivos: animales de caza, fines cinegéticos, controladores biológicos, o acciones estéticas o de ornato. Ejemplo de ello, son en Colombia los cisnes (*Cygnus albus*) o los hurones (*Mustela putorius furu*) introducidos como especies de ornato.

La UICN en el 2001 efectuó la declaratoria de las 100 dañinas especies alienígenas invasoras a nivel mundial, estando reportados ocho microorganismos; cuatro plantas acuáticas; 32 plantas terrestres; ocho invertebrados acuáticos; 18 vertebrados terrestres; tres anfibios; ocho peces; tres aves; dos reptiles y 14 mamíferos.

En Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" (2005) declaró como especies invasoras en plantas a: canutillo (*Melinis minutiflora*); retamo espinoso (*Ulex europaeus*); retamo liso (*Teline monspessulana*); susanita de ojos negros (*Thunbergia alata*); buchón (*Eichhornia crassipes*). En invertebrados marinos a: *Electroma* sp., que presumiblemente llegó del Indopacífico a través de las aguas de sentinas y/o adherido a los cascos de los buques y a *Mytilopsis sallei* (mejillón de estuario). En moluscos a *Helix aspersa* (caracol de jardín). En artrópodos a la hormiga loca (*Paratrechina fulva*). En anfibios a la rana toro (*Rana catesbeiana*) y en peces: la trucha común (*Salmo trutta*); la trucha arco iris (*Onchorhynchus mykiss*) y la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En cuanto a plantas el canutillo, el retamo espinoso, el retamo liso, la susanita de ojos negros y el buchón coinciden con la declaratorias de la UICN (2001) y de Quentin *et al.* (2001). Para el caso de fauna no todos corresponden a los listados como invasores por la UICN, siendo coincidentes tan sólo la rana toro y las tres especies de peces.

Como parte de la colonización europea a escala mundial, se generó una intensa introducción y aclimatación de diversas especies exóticas, especialmente desde el siglo XVIII, hasta principios del XX, incentivado todo por expectativas de producción económica. De ahí, que a escala global hasta los años ochenta se tenía como una actividad progresista que permitiría el aumento de las opciones económicas y la variedad de fauna y flora. En la actualidad, en vista de las múltiples malas experiencias, la introducción de especies suele estar integral y debidamente regulada. Y frente a los diagnósticos, considerar como un problema menor, que tan sólo el 10% de las especies sean introducidas accidentalmente, es un error, pues precisamente mediante este procedimiento muchas especies, se han incorporado al medio natural, han generado grandes im-

pactos y se han establecido de manera definitiva, siendo algunas de imposible erradicación. De esta concepción nace la definición de especie vegetal invasora: “Una planta extraña que se propaga naturalmente –sin la asistencia directa del ser humano– en hábitats naturales o semi-naturales, para producir un cambio importante en lo que se refiere a la composición, la estructura o los procesos del ecosistema” (Quentin et al. 2001). Gran gran parte de las especies más destructivas para la diversidad biológica provienen de introducciones intencionales y tal como se expresó en la Conferencia de Especies Alienígenas en 1996 en Trondheim (CBD y UNEP 1996) frente a este tema y a estas acciones: “Alguien va camino de hacer dinero”. Coincidental o no, las especies identificadas como invasoras, son las que generan una mayor rentabilidad económica y el más rápido retorno de las inversiones.

Cualquier entendido en el tema coincidirá en que una isla es el peor lugar para liberar una especie exótica, pero el generalizado error de que es el mejor espacio para hacerlo, ha causado verdaderas masacres cuando animales como ratas, perros o gatos han colonizado islas que carecían absolutamente de depredadores. De otra parte, por el hecho de constituir poblaciones cerradas y normalmente pequeñas, muchas especies insulares tienen una baja diversidad genética lo que las hace particularmente vulnerables al ataque de patógenos exóticos. Además, de ser especies endémicas, altamente especializadas en sus requerimientos ecológicos.

El artrópodo, hormiga loca (*Paratrechina fulva*) ha invadido múltiples ecosistemas, causando gran daño ambiental en Hawaii, islas Seychelles, y en Zanzíbar. A Colombia, fue introducida intencionalmente a la zona central de país hace más de 30 años, procedente del Brasil, para control de serpientes y de la hormiga arriera (Barbesi 1988, Zenner-Polanía 1994, Arcila et al. 2002a, Arcila et al. 2002b, Arcila y Quintero 2005). El primer reporte oficial de su presencia data de 1971 en Puerto Boyacá, y desde esa época ha continuado su expansión por varias regiones del territorio nacional (ICA 1972, Chacón de Ulloa 1998). En la isla Navidad en el océano Índico, aniquiló tres millones de cangrejos en 18 meses, interfiriendo inclusive los procesos reproductivos de aves, mamíferos y reptiles (Estades 1998).

Al término de la II Guerra Mundial, un barco proveniente del archipiélago de Salomón llegó hasta la Isla De Guam con una carga de material militar. Con el cargamento, llegó la primera serpiente que jamás había existido allí. No se sabe con certeza si fueron unos pocos individuos o solamente una hembra en gestación, pero lo que es claro es que para fines de la década de los cincuenta, la culebra arbórea café (*Boiga irregularis*) estaba presente en gran parte de la isla. La fauna de Guam evolucionó sin serpientes por lo que la invasora encontró una presa fácil en la mayoría de los animales de la isla. A la fecha, doce especies de aves y un número similar de otros vertebrados han sido exterminadas por esta serpiente. La catástrofe ha sido de tal magnitud, que se han establecido medidas de seguridad extrema para prevenir que la especie llegue a otras islas. Sin embargo, ha alcanzado lugares tan distantes como España, Hawaii, Micronesia y tierra firme de EEUU (Estades 1998).

Se estima que cuando Hawaii fue colonizada existían unas 1.800 especies de plantas. Hoy existen más de 4.500 especies exóticas de plantas en el archipiélago, de las cuales unas 700 han establecido poblaciones significativas, lo que ha alterado sustancialmente la composición de su flora, ocasionando la extinción de numerosas plantas nativas (NCH y NRDC 1992, Brasher 2003, Pearl et al. 2003, Sankar 2003, Feinstein 2004, Grigg 2004).

Un segundo ambiente muy vulnerable a las invasiones son los ecosistemas alterados. Habitualmente, la destrucción de la estructura y composición primigenias de las comunidades generan nichos disponibles para especies particularmente invasivas, las cuales se adaptan a condiciones marginales y/o extremas. Una vez establecida una especie exótica, su erradicación se puede considerar prácticamente imposible. Los intentos han sido numerosos y en la mayoría de los pocos casos “exitosos” sólo han logrado reducir la población invasora a niveles aceptables desde el punto de vista del funcionamiento ecosistémico. Eso ocurre por ejemplo en Colombia, con la rana toro (*R. catesbeiana*) introducida ilegalmente en 1986, considerándose que su erradicación es una tarea imposible. Igual acontece en Australia e Italia, en donde llevan 20 años intentándolo sin resultados positivos (Pearl *et al.* 2003).

La cotorra (*Myiopsitta monachus*) un loro gregario nativo de la Argentina y Uruguay, llevado a otros países, escapando de sus jaulas, o liberada intencionalmente por sus dueños –ya cansados de tan prolíficas aves– ha establecido poblaciones en varias partes del mundo, entre ellas el este de los EEUU (Hyman y Pret-Jones 1995), algunas zonas de Santiago de Chile (Estades 1998), Bélgica (De Schaetzen y Jacob 1985), Italia (Spanó y Truffi 1986) y en el NE de Barcelona –España– (Clavell *et al.* 1991, Sol 2000).

El coipo (*Myocastor coypus*) roedor nativo de Chile, importado por numerosos países ante la apetencia de su pelaje, debido a escapes, ha establecido poblaciones silvestres en Europa y EEUU, ocasionando graves daños a los ecosistemas locales (Estades 1998).

Uno de los mejores casos de estudio, sobre introducción de especies que tuvo claros propósitos de generar una pesquería, y en consecuencia una actividad económica, ocurrió en el Lago Victoria en el este de África, en donde la perca del Nilo (*Lates niloticus*) y la tilapia nilótica (*O. niloticus*) pasaron a dominar completamente el ambiente, cambiando la situación original, en donde dos especies de tilapias (*O. esculentus* y *O. variabilis*) dominaban el lago y victoria labeo (*Labeo victorianus*) los ríos afluentes. El lago, poseía más de 300 especies de cíclidos, 99% de estas endémicas (Barel 1985, Demoor *et al.* 1988, Goldschmidt 1996, Seehausen *et al.* 1996, Barliwa *et al.* 2003). Todas las especies, declinaron dramáticamente sus stocks, a favor de las introducidas y *L. niloticus*, como depredador, alcanzó una longitud de dos metros y un peso de 200 kg, alcanzando en 1983 una producción de 13.980 t, pasando a 101.257 t en 1989, y la tilapia de 382 t en 1983 a 20.218 t en 1989. Paradójicamente la introducción de *L. niloticus* y *O. niloticus*, representan el 25% de todas las capturas interiores de África. Al año 2000, las capturas ascendieron a 219.000 t, para una población de 80.000 pescadores. Sol (2000) reporta que *L. niloticus*, entre 1960 y 1969 representó el 70% de las capturas y los cíclidos nativos del lago desaparecieron. En 1999, para acabar de ensombrecer el panorama del lago, se introdujo el jacinto de agua (*E. crassipes*) y como ha ocurrido en 55 países a donde se ha llevado, se convirtió en una especie invasora (Ecoforum 2001).

Situación semejante ha ocurrido en América desde los años setenta, cuando debido a la falta de investigaciones sobre las especies nativas, y al sobreaprovechamiento de los recursos continentales, se optó por la introducción de especies hidrobiológicas y/o pesqueras. Por ejemplo en el lago Nicaragua (Nicaragua) y en Colombia en los embalses de Betania e Hidroprado, la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y *O. niloticus*, se han convertido en las especies más abundantes (Mackaye 1977, Mackaye *et al.* 1995, Alvarado 1998, Márquez y Guillot 2001, Gutiérrez 2005) siendo

objeto de una intensa actividad de pesca artesanal. A su vez, en Colombia en la Ciénaga Grande de Santa Marta (730 km² de sistema lagunar y 570 km² de área marina) *O. niloticus*, ha dominado desde 1999, la pesquería, llegando a representar el 67% de las capturas (7.427,62 t) haciendo aportes económicos por U\$ 2,5 millones de dólares americanos (Recuadro 4).

En el seno del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA– en Kenya, el lago Nakuru fue transformado de un ecosistema de baja diversidad, a uno de alta diversidad al introducir más de 30 especies de aves (la mayoría piscívoras) además de la *Tilapia grahami* (Pisces) cuyo fin era el control de los mosquitos (Illueca 1996).

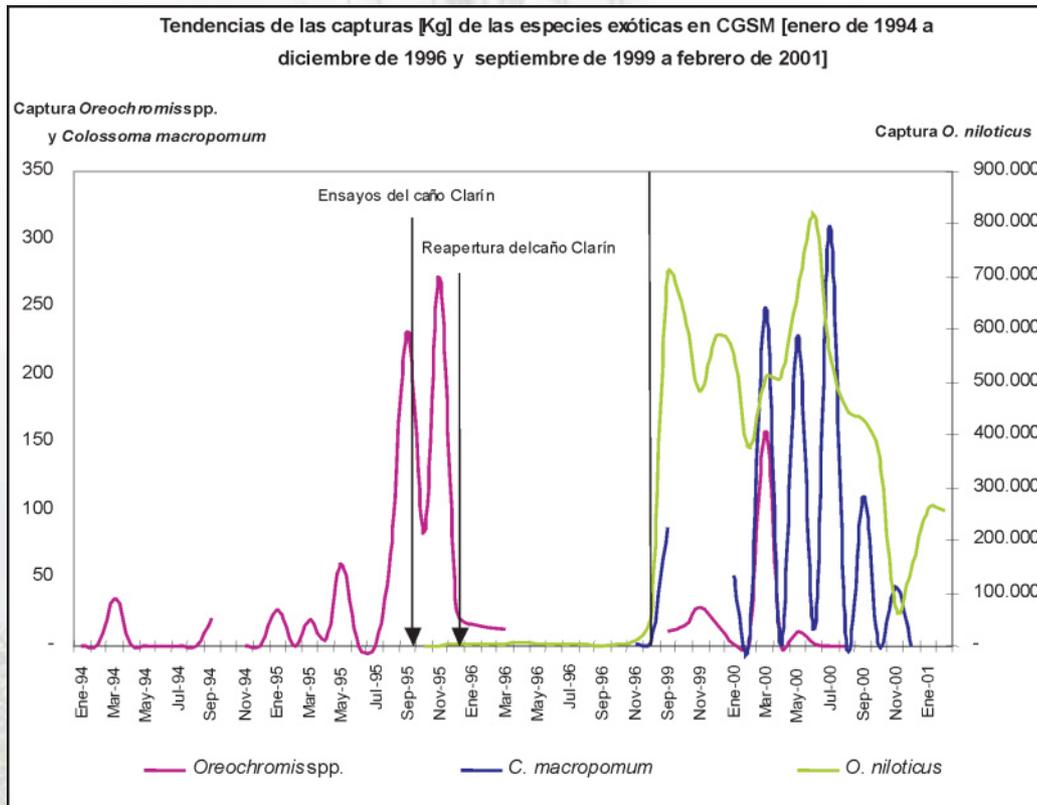
Diversas son las fuentes para las introducciones fortuitas o no intencionales, y a su vez, son muchas las especies que han ingresado en medio de víveres, mercancías importadas, logrando algunas establecerse y convertirse en especies invasoras. A manera de ejemplo, sobre la potencialidad de los problemas a los que nos vemos constantemente expuestos, se ha estimado que a diario las aguas de lastre de un barco transportan en promedio cuatro millones de organismos y entre 3.000 y 4.000 especies, de las cuales unas 500 se establecerán en nuevas localidades. Muestreos de plancton a partir de aguas de sentinas ingresadas a Oregon (EEUU) procedentes de Japón, permitieron identificar 367 taxa, entre las que se cuentan Crustacea, Echinodermata, Cordata, Pisces, Hemichordata, Annelida, Mollusca, Nematodo, Rotifera, Cnidaria, Radiolario, Foraminífera, Tintinada, Ciliata, Chlorophyta y Rhodophyta (Carlton y Geller 1993, Gollasch y Leppákosi, 1996, Bailey et al. 2003, Grigorovich et al. 2003, Tarbotton 2003).

La bahía de San Francisco y su delta desde el período de 1850, han sido invadidas en promedio por una especie cada 36 semanas y desde 1970, por una especie cada 24 semanas. La *contaminación biológica* a través de los diversos estudios, permitió establecer que son los ecosistemas más invadidos en EEUU En el estuario y el delta, han sido introducidas 212 especies: 69% de estas invertebrados, 15% peces y otros invertebrados, 12% plantas vasculares y 4% protistas todas procedentes de aguas de sentina, adheridas a los cascos de los buques y en la carga transportada (Cohen y Carlton 1995).



Retamo liso (*Teline monspessulana*)

RECUADRO 4. Caso de estudio "Dos especies introducidas (*O. niloticus* y *Oreochromis* spp.) y una traslocada (*Colossoma macropomum*) en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) Colombia" (adaptado de Invemar 2002).

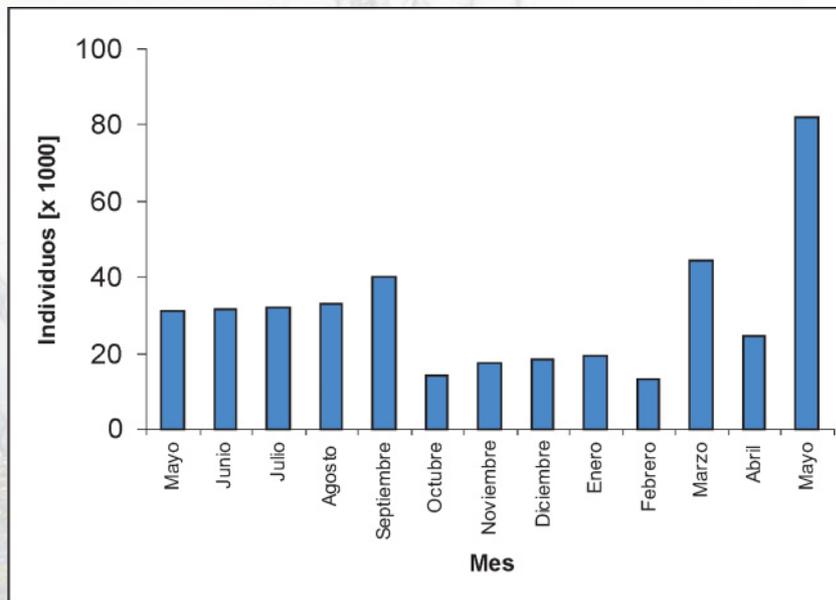


Tendencias de las capturas de *C. macropomum*, *O. niloticus*, *Oreochromis* spp. en la CGSM entre enero de 1994 y enero de 2001.

La Ciénaga Grande de Santa Marta –CGSM–, corresponde a la llanura deltáica derecha del Río Grande de la Magdalena (4.900 km²), que incluye un sistema lagunar de 730 km² y 570 km² de área marina. La CGSM, es la laguna costera más grande de Colombia, una de las ecorregiones más importantes de la cuenca del Caribe y fuente de recursos pesqueros y económicos para 30.000 personas. La producción pesquera mensual en 1994, alcanzó las 800 toneladas (t). Colmatados, los caños que aportaban agua dulce a la ciénaga, entre 1994 y 1998 se implementaron obras hidráulicas que permitieron su reingreso del Río Grande de la Magdalena. Por efecto de la disminución de la salinidad, desaparecieron especies de peces y crustáceos y se instauró *O. niloticus* (L. 1758) que ha comenzado a colonizar el sistema desde 1998, llegando a ser el 64% de la captura total, lo que le permitió pasar de capturas de 5 kg anuales a 900 t mensuales, alcanzando las 9.181 t anuales y a aportar el 36.23% de los ingresos de la pesquería (\$ 2,5 millones de dólares americanos).

Otro caso ampliamente documentado es el de los gasterópodos *Limnoperna fortunei* y *Corbicula fluminea* en la cuenca de La Plata (Argentina). Estas especies resultaron tener una temprana maduración sexual, gran capacidad reproductora, considerable poder adaptativo y de desplazamiento, que le ha permitido a *L. fortunei*, alcanzar densidades superiores a 150.000 Ind. /m² dos años después de su introducción (Recuadro 5). Estas mismas especies se han convertido en invasoras en Brasil y Chile (Callil 2005, Dreher 2005, Faraco 2005, Letelier 2005), siendo aún incontrolable la dispersión de sus poblaciones (Darrigran 2005). En Colombia, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” Invermar, está preparando el reporte sobre la presencia de *C. fluminea* en el Caribe colombiano.

RECUADRO 5. Caso de estudio “Introducción de los gasterópodos *Limnoperna fortunei* y *Corbicula fluminea* en la cuenca de la Plata Argentina” (adaptado de Darrigran y Pastornino 1995).



Densidades de *Limnoperna fortunei* en número de individuos por m², entre mayo de 1992 y mayo de 1993 (adaptado de Pastornino et al. 1993)

La cuenca de la Plata (Argentina), cubre 3,1 millones de km² y posee cuatro subcuenas. En la Plata, se han descrito 27 especies de gasterópodos y 21 de bivalvos. En adición a las especies nativas, llegaron en 1971 procedente de Asia y con fines gastronómicos, *L. fortunei* (Dunker 1857) en 1991 y *C. fluminea* (Muller 1774). Estas especies resultaron tener una temprana maduración sexual, gran capacidad reproductora, considerable poder adaptativo y poder de desplazamiento, que le ha permitido a *L. fortunei*, alcanzar densidades superiores a 150.000 ind. /m² dos años después de su introducción.

En marzo de 1890, un grupo de admiradores de William Shakespeare introdujeron en el Central Park (Nueva York) 60 estorninos (*Sturnus vulgaris*) en un intento por traer a esa ciudad todas las aves mencionadas en una obra del ilustre escritor (Long 1981). El estornino, como especie europea difícilmente hubiera podido alcanzar la costa de Norteamérica por vías naturales, pero hoy en día es una de las aves más comunes en el continente americano. Así, intencionalmente o no, la especie humana ha servido de facilitadora del movimiento de miles de especies, aumentando la tasa global de migraciones en varios órdenes de magnitud, generando interacciones entre especies, poblaciones y comunidades naturales que quizás nunca se hubieran encontrado y que muchas veces terminan en procesos de extinción.

Solamente en EEUU existen entre 5.000 y 50.000 especies introducidas, de las cuales entre el 10% y el 15% se han establecido, y el 10% de ellas se han convertido en invasivas. La conexión de los grandes lagos de EEUU con el océano Atlántico a través de canales artificiales, permitió el arribo de la lamprea de mar (*Petromyzon marinus*) y con ella el ingreso de un parásito que redujo las poblaciones nativas de peces y de otros recursos. La especie y su parásito, se han vuelto incontrolables, acarreándole a EEUU y a Canadá, costos anuales de manejo, del orden de los \$ 14 millones de dólares americanos. Para 1994, los impactos de las plantas invasivas en los Estados Unidos fueron estimados en \$ 13 billones de dólares americanos por año (Westbrook 1998).

Miller *et al.* (1989) informan que en EEUU, durante los pasados 100 años, se han extinguido 3 géneros, 27 especies y 13 subespecies de peces; en el 82% de los casos la extinción involucra más de un factor, y en el 68%, la introducción de especies no nativas ha estado presente. El estado de California, desde 1969, no permite la introducción de especies, con excepción de los triploides estériles de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y para áreas muy bien definidas. En el estuario de Sacramento (San Joaquín, California) más de 212 especies exóticas se han establecido, y los invertebrados exóticos dominan completamente el bentos y el plancton (Carlton 1985, Cohen y Carlton 1995). Respecto a peces de agua dulce que existen en California, 52 especies no nativas dominan completamente a las 55 especies nativas, que se han visto obligadas a buscar nuevos hábitats. En la bahía de San Francisco y en los Grandes Lagos, existen 150 especies alienígenas, pero sus consecuencias hasta ahora empiezan a estudiarse (Ruiz 1997). En Italia, el trasplante o traslocación de 26 especies ícticas ha oscurecido completamente los patrones originales de distribución (Bianco 1995).

En este mismo sentido, en Noruega, en no menos de 30 de sus ríos fue eliminado el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) como resultado de la introducción para la acuicultura de un salmón del Báltico, que se escapó y siendo portador de un parásito, se diseminó y las especies nativas no tuvieron protección. Hall y Mills (2000) estudiaron 18 grandes lagos en los cinco continentes y reportaron el efecto negativo de las especies exóticas sobre las poblaciones, los ecosistemas, las condiciones socioeconómicas y postulan que por preferenciar lo económico, las introducciones en estos ecosistemas continuarán y serán aún más amplias en el inmediato futuro.

Los poblados indígenas de América del Sur fueron objeto de introducciones de algunas plantas cultivadas y de animales de compañía como el perro. Patiño (1969-1970) y Yepes (2001) documentan ampliamente la historia de introducción de plantas cultivadas y animales domésticos a

América tropical durante la colonización europea, estableciendo que los primeros embarques de vacunos y ovejas llegaron a La Española (República Dominicana) en el segundo viaje de Colón, en el año 1493. En ese momento llegaba la antiquísima tradición pastoril de los ibéricos que recurría a la ganadería como una estrategia de ocupación territorial. Ya en 1513 en Cuba, el número de cerdos liberados era superior a 30.000 individuos (Yepes 2001). En Argentina los caballos (*Equus caballus*) liberados en Buenos Aires en 1537 se volvieron salvajes, y fueron reportados en Magallanes en 1558, con lo cual se calcula su avance en 48 km/año (Darwin 1845 citado por Ojasti 2001). Por su parte, las ovejas trajeron en su lana numerosas semillas de pastos exóticos (Primack *et al.* 2001). En 1525 se introdujeron a la Nueva Granada –Colombia– 200 bovinos, 25 yeguas y 300 cerdos (Yepes 2001). De hecho, los primeros colonos españoles asentados en algunas áridas tierras costeras americanas implantaron aquí su tradición ganadera y el impacto de sus rebaños empezó a sentirse en los campos y matorrales de América tropical, poco afectados por los herbívoros pastadores.

Al pasar el tiempo y, de manera continua ha seguido ocurriendo la introducción de árboles frutales de otros continentes tropicales, especies exóticas con fines forestales y ornamentales, animales de compañía (aves de jaula, peces de acuario, reptiles y anfibios tropicales entre otros), para bioterios, zoológicos, acuicultura o como agentes de control biológico, así como para la caza y pesca, con miras de aumentar la variedad y abundancia de las presas.

En las regiones tropicales de América el tema de la introducción de especies en su contexto biológico e impactos es poco conocido, contradictorio, complicado y se mantiene sin ninguna previsión, la tradición y costumbre de introducir y traslocar biota, teniendo como soporte dos criterios: la utilidad y la necesidad. Sin embargo, abundan los ejemplos de especies introducidas o trasladadas con buenas intenciones, que han escapado a los controles, expandiendo su distribución y abundancia, convirtiéndose en plagas o malezas agrícolas, desplazando especies nativas por competencia, depredación o alteración de los ecosistemas (Ojasti 2001, Hall 2003, Townsend 2004).

Subregionalmente, entre los cinco países de la Comunidad Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela) se han identificado 227 especies exóticas invasoras, en su mayoría plantas malezas o invasoras (92) insectos plaga (61) y 30 vertebrados (Ojasti 2001a). Es una lista incompleta, especialmente en cuanto a los invertebrados, plantas inferiores, hongos y biota microbiana. Aun así, es evidente que los mismos grupos de especies invasoras y problemas ambientales son repetitivos en los cinco países y que los elementos previos de análisis para permitir tales acciones nunca estuvieron dotadas del debido rigor.

Los grupos característicos identificados para la región, son las plantas invasoras, las malezas acuáticas, los insectos plaga de cultivos, numerosas especies de peces de aguas continentales, mamíferos domésticos cimarrones, roedores cosmopolitas, aves exóticas urbanas, algunas especies de crustáceos y moluscos y la rana toro (*R. catesbeiana*). A esto debe agregarse el dilema de la implantación de pastos africanos y plantaciones forestales exóticas que generan altos ingresos, pero a expensas de pérdidas de la biodiversidad nativa en vastas extensiones (Ojasti, 2001a).

Ojasti (2001b) para Venezuela describe 1.410 especies (402 animales, 991 plantas y 17 fitopatógenas). Des este total, 951 son domésticas y cultivadas, representando respecto al total de las introducciones el 67,44%, mientras que aquellas mantenidas en cautiverio, y que no han llegado a ambientes externos son 276 (19,57%).

En Venezuela, está reportado el efecto negativo por la introducción de los cíclidos (Pisces) tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*), tilapia nilótica (*O. niloticus*) y tilapia roja (*Oreochromis* spp.) que han pasado de los criaderos a aguas naturales en trece de los quince Estados, estando ausentes en los Estados de Amazonas y delta Amaruco (Solórzano *et al.* 2001). En el lago Valencia, *O. mossambicus*, se ha convertido en especie dominante y puede estar implicada por su efecto como depredador en la casi extinción de *Atherinella venezuelae*, pez endémico de esta cuenca (Infante 1985). En la laguna los Patos en 1965, se reportaron 23 especies y doce años después, sólo 10 (Carvajal 1965). Con base en el estudio del contenido estomacal de los cíclidos, se comprobó que tal reducción se debía en gran medida a la depredación sobre las larvas y juveniles de las especies nativas. Para esa fecha, las especies introducidas habían invadido la cuenca del río Manzanares y eran dominantes en otras lagunas (Jiménez 1997 citado por Pérez *et al.* 1997). A su vez, han invadido sectores del golfo de Cariaco y aparecen en las capturas de la pesca marino costera que se desarrolla en el área. *Oreochromis* spp., está reportada desde 1990 en la cuenca del río Tocuyo en jurisdicción del Estado de Lara, en el lago Maracaibo, en las bahías 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. *O. niloticus*, está reportada en el embalse Andino, que represa las aguas del río Unare y forma parte de la cuenca del Caribe (Estado de Anzoátegui) (Solórzano *et al.* 2001).

En general las tilapias, son un ejemplo casi universal de una especie invasora, introducida entre otros países a: Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, EEUU, Filipinas, Honduras, Hong Kong, India, Jamaica, Martinica, Mauritius, México, Nicaragua, San Salvador, Santa Lucía, Vietnam, empezando a tener en el medio natural probados efectos sobre crustáceos y peces. Entre 1927 y 2003, se ha reportado a *O. niloticus* como introducida a 96 países y en 56 de estos con impactos negativos (Eli 2003). En algunos estados de Norteamérica, se ha prohibido la introducción o cultivo de tilapias por su comportamiento agresivo y marcada competencia con especies nativas por el espacio para desovar (Hernández 2002). Shelton y Smitherman (1984) concluyen que los escapes de peces de cultivo son inevitables, y Welcomme (1988) postula que las especies utilizadas en acuicultura eventualmente pasan al medio natural y, por tanto, cualquier introducción con fines de cultivo es una adición potencial a la fauna silvestre.

En seminario realizado por la Convención sobre la Diversidad Biológica, La Comisión Permanente del Pacífico Sur –CPPS– (Colombia, Chile, Ecuador y Perú) y la UICN en 1998, se analizó el tema de las especies introducidas en espacios marinos-costeros y entre los cuatro países a 1998 se habían introducido 955 especies y sobre sus impactos poco se sabía y se sabe (Cánepa *et al.* 1998).

En Colombia, se habían introducido siete especies: seis de peces y un crustáceo: cachama negra (*Colossoma macropomum*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*), *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *Oreochromis* spp., y varias especies de pirañas *Serrasalmus* spp. (Gutiérrez y Villaneda 1998).

En Ecuador, y haciendo alusión a Galápagos, en cuanto a insectos se reportan 219 especies introducidas, destacándose como posibles invasores la hormiga *Wasmannia auropuctata*, la avispa *Polister versicolor* y la escama algodonosa de cítricas *Icerya purchasi*. En vertebrados, se han detectado unas 25 especies y en plantas vasculares exóticas 470. Respecto a mamíferos son destacables, los chivos (*Capra hircus*), los caballos (*Equus caballus*), los asnos (*Equus asinus*), los roedores: rata negra (*Rattus rattus*), rata café o noruega (*Rattus norvegicus*) y el ratón común (*Mus musculus*) que extinguieron a los roedores nativos, los perros (*Canis familiaris*), los gatos (*Felis catus*) y el garrapatero (*Crotophaga sulcirostris*). Para entender la magnitud de lo que está ocurriendo en Galápagos, basta con decir que se elevó a la categoría de patrimonio de la humanidad, por su alta diversidad biológica representada en más de 5.700 especies de plantas y animales y de estas 1.900 endémicas, ante lo cual resulta totalmente inexplicable que se hagan introducciones, que lo único que hacen es ocasionar graves problemas biológicos (Gordillo 1998, Ojasti 2001).

En Perú, se reportaron 11 microalgas, tres moluscos (Turbot –*Scophthalmus maximus*–, ostra japonesa *C. gigas* y el abalón rojo de California *Haliotis rufescens*), 16 especies de peces: trucha arco iris –*O. mykiss*–, trucha parda –*S. trutta fario*–, trucha de arroyo –*Salvelinus fontinalis*–, pejerrey argentino –*Basilichthys bonaeriensis*–, mojarra herbívora –*Tilapia rendalli*–, tilapia nilótica –*O. niloticus*–, tilapia azul –*O. aureum*–, tilapia wami –*O. hornorum*–, guppys –*Lebistes reticulatus*–, carpa –*Cyprinus carpio*–, carpa herbívora –*Ctenopharyngodon idella*–, carpa plateada –*Hypophthalmichthys molitrix*–, gourami –*Trichogaster argenteus*–, bocahico –*Prochilodus argenteus*–, platy –*Xiphophorus spp.*–, y pez mosquito –*Gambusia affinis*–. En crustáceos, dos especies: camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*) y la langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*).

En Chile, para el año de 1988, se reportaron 332 especies acuáticas oficialmente introducidas: 287 peces, 14 microalgas, dos macroalgas, 11 crustáceos, seis moluscos, cuatro equinodermos, cuatro reptiles, tres nidarios y un anfibio (Báez *et al.* 1998), contra las 17 especies ícticas introducidas hasta 1958 (De Buen 1958). A su vez en este país, la introducción de la liebre (*Lepus capensis*) ha originado el aumento de la población de pumas (*Felis concolor*) y esto parece haber afectado a las poblaciones de huemul (*Hippocamelus bisulcus*) ya que la frecuencia de encuentro entre estas dos especies pudo aumentar en forma independiente de la abundancia de los huemules. El castor (*Castor canadensis*) al tumbar miles de árboles, ha originado que otro tanto muera debido al aumento del nivel freático, producido por la acumulación de agua. Así mismo, dos leguminosas de origen europeo (*Teline monspessulana* y *Ullex europaeus*) están dentro de los arbustos más abundantes en algunas zonas de centro y sur del país. Ambas poseen características de invasoras eficientes: (1) se adaptan a suelos pobres; (2) tienen alta tasa de crecimiento; (3) producen abundantes semillas que son viables por décadas y (4) poseen la capacidad de resistir el fuego (Estades 1998).

Otra forma de introducción, ha sido el uso de controladores biológicos, que han tenido en muchos casos resultados negativos. Entre estos se encuentra la introducción de comadreja a Nueva Zelanda para el control de conejos, o la introducción de coatís (*Nasua nasua*) en la isla Juan Fernández (Chile) para reducir la población de ratas. En ambos casos los controladores causaron un enorme daño al depredar las aves nativas. El caso ya descrito de la *P. fulva*, que de

presunto biocontrolador, ha pasado a ser especie invasora en Colombia y en muchos otros países. Las hormigas invasoras forman un subconjunto de por lo menos 150 especies llevadas a nuevos ambientes por el hombre (McGlynn 1999). Mientras que la mayor parte de las hormigas introducidas permanecen confinadas a los ambientes modificados por los humanos, las especies invasoras pueden penetrar ecosistemas naturales donde a menudo reducen la diversidad de hormigas nativas y afectan otros organismos directa e indirectamente (Holway *et al.* 2002). Tal es el caso de la hormiga faraona (*Monomorium pharaonis*), la hormiga argentina (*Linepithema humile*), la hormiga cabezona (*Pheidole megacephala*), la hormiga de fuego (*Solenopsis invicta*) y la pequeña hormiga de fuego (*Wasmannia auropunctata*) todas consideradas entre las 100 más dañinas especies invasoras en el mundo (Fowler *et al.* 1994, Lowe *et al.* 2002, Arcila y Quintero, 2005).

El desafío impuesto por las hormigas invasoras es que una vez establecidas en grandes áreas, son difícilmente erradicables y su manejo y control son complejos y costosos. El programa de control de las hormigas de fuego importadas (*Solenopsis invicta* y *Solenopsis richteri*) a los EEUU, ha sido llamado por E.O. Wilson como el “Vietnam de la entomología” (Mack *et al.* 2000) debido a los altos recursos económicos anuales invertidos (200 millones de dólares americanos) sin que con ello se haya logrado impedir su avance (Pimentel *et al.* 2000).

Los gatos domésticos son eficientes depredadores pero pueden ser muy dañinos si se los deja sueltos. En los EEUU, se estima que anualmente estos felinos matan más de 30 millones de aves y sus impactos en islas son aún más desastrosos (Estades 1998).

Finalmente, y dadas las crecientes solicitudes sobre diversos tipos de organismos transgénicos y a que existen informes (Fletcher *et al.* 1988, Kapuscinski *et al.* 1991, Yiang 1993, Hew y Gong 1992, FAO 1985-2000) que llaman a la reflexión y prudencia en su autorización, sólo hasta cuando se conozca mucho más de la transgénesis y sus efectos, es imperativo que no vayan a ser liberados en ambientes naturales. De no ser así, se estará enfrentando a nuevas especies foráneas, pero potencialmente con mayor invasividad, dado el control de las características deseadas (crecimiento más rápido y por ende mayor consumo trófico; tolerancia a factores físicobióticos; comportamiento reproductivo; resistencia a enfermedades, parasitismo y/o depredación). Precisamente sobre algunas de las especies declaradas invasoras, son sobre las cuales existen desarrollos y se trabaja intensamente para su mejoramiento (lubinas, carpas, tilapias, salmones, coquejos, moluscos, y ostras).

Bibliografía

- ALLAN, J. D., Y 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.
- ALVARADO, H. (1998). *Plan de ordenamiento pesquero del embalse de Betania*. INPA. Bogotá. Informe INPA. Bogotá, 38 pp.
- ARCILA, A. M., GÓMEZ, L. A. Y. ULLOA-CHACÓN, P. (2002a). *immature development and Colony growth of crazy ant *Paratrechina fulva* under laboratory conditions (Hymenoptera: Formicidae)*. *Sociobiology* 39(2): 307-321.
- ARCILA, A.M., ULLOA-CHACÓN, P. Y GÓMEZ, L.A. (2002b). *Factors that influence individual fecundity of queens and queen production in crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae)*. *Sociobiology* 39(2): 323-334.
- ARCILA, A.M., Y QUINTERO, M. P. (2005). *Impacto e historia de la introducción de la Hormiga loca (*Paratrechina fulva*) a Colombia*. Grupo de Investigación en Hormigas. Colombia Universidad del Valle (<http://hormigas.univalle.edu.co/>).
- BÁEZ, P., MELÉNDEZ, R. M., RAMÍREZ, E. Y 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, 28 pp.
- BAILEY, S., DUGAN, I. C., VAN OVERDIJK, Y COLIN, D., A. (2003). *Viability of invertebrate eggs collected from residual ballast sediment*. *Limnology and Oceanography*. Vol. 48. Num. 4: 1701-10.
- BANGSUND, D.A., LEISTRITZ, F. L. Y LEITCH, J. A. (1999). *Assessing economic impacts of biological control of weeds: The case of leafy spurge in the northern Great Plains of the United States*. *Journal of Environmental Management* 56: 35-43.
- BARBESI, P. (1988). *Campaña de Control de la Hormiga Loca (*Nylanderia fulva*) en la zona de Cimitarra-Santander*. Instituto Colombiano Agropecuario –ICA–. Informe Ministerio de Agricultura. Regional 7, Barrancabermeja. pp22
- BAREL, C. D. N. (1985). *Cichlid species flock of lake Victoria on the verge of extinction*. *Haplocchromis Ecol. Surv. Team*. (HEST), Leiden. 2 pp.
- BARLIWA, J., CHAPMAN, C., A, Y CHAPMAN, L. (2003). *Biodiversity an fishery sustainability in the lake Victoria basin: ¿An unexpected marriage?*. *BioScience*. Vol 53. Num. 8: 703-15.
- BIANCO, P. G. (1995). *Mediterranean endemic freshwater fish of Italy*. *Biol. Cons.* 72: 159 - 170.
- BRASHER, A. (2003). *Impacts of human disturbances on biotic communities in Hawaiian streams*. *BioScience*. Vol. 53. Num.11: 1052-60.
- CALLIL, C. (2005). *O desafio padronização metodológica frente às questões da bioinvasão*. In: Resumos do XIX EBRAM. Rio de Janeiro, 25-29 de Julio de 2005. pp: 180-181.

- CÁNEPA, J., KAMEYA, A., Y 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, 17 pp.
- 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.
- CARLTON, J. T., GELLER, J. B. (1993). *Ecological roulette: The global transport nonindigenous marine organisms*. *Science*. Vol. 261: 78-82.
- CBD Y UNEP. (1997). *Conference on alien species*. Trondheim. Norway. Convention of Biological Diversity. United Nations. 120 pp.
- CBD Y UNEP. (2001). *Handbook of the Convention on Biological Diversity. Secretariat of the Convention on Biological Diversity*. CBD/UNO/PNUD. Earthscan, UK.
- CLAVELL, J., MARTORELL, E., SANTOS D. M., Y SOL, D. (1991). *Distribució de la Cotorreta de Pit Gris Myiopditta monachus a Catalunya*. *Butll. GCA* 8: 15-18.
- COHEN, A. N. Y CARLTON, J. T. (1995). *Biological study. Nonindigenous aquatic species in a United States estuary. 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: 246 pp.
- COURTENAY, W. R. (1979). *Biological impacts on introduced species and management policy in Florida*. Pages 237-257. *In: Mann, R. editor. Exotic species in mariculture*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- COURTENAY, W. R. Y WILLIAMS, J. D. (1992). *Dispersal of exotic species from aquaculture sources, with emphasis on exotic species from aquaculture sources, with emphasis on freshwater fishes*. Pages 49-81 *In: Rosenfield, A. y Mann, R. editors. Dispersal of living organisms into aquatic ecosystems*. Maryland Sea Grant Publication. College Park, MD.
- 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.
- CROOKS, J. Y SOULE, M. (1997). *Lag time in population explosions of invasive species: causes and implications*. Norway/UN. Conference on Alien Species. P. 39 - 46. Trondheim. Norway.
- CHACÓN DE ULLOA, P. (1998). *Introducción de la hormiga loca en Colombia*. *En: Cháves, M.E. y N. Arango (Eds). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe Nacional Sobre el estado de la Biodiversidad 1997- Colombia. Tomo II: Causas de Pérdida de Biodiversidad*. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. 223pp.
- DARRIGRAN, G. Y PASTORNINO, G. (1995). *The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America*. *The Veliger*, 38-2: 171-175.
- DARRIGRAN, G. (2005). *Estandarización de métodos de control de *Limnoperna fortunei* (mejillón dorado) en centrales hidroeléctricas*. *In: Resumos do XIX EBRAM*. Río de Janeiro, 25-29 de Julio de 2005. pp: 183-184.

- DARWIN, C. (1859). *El origen de las especies*. Edit. Panamericana. 160 pp. Bogotá, D.C. Colombia.
- Davis, M., A. (2003). *Biotic globalization: Does competition from introduced species threaten biodiversity*. BioScience. Vol. 53. Num. 5: 481-9.
- DE BUEN, F. (1958). *Ictiología. La familia Ictaluridae nueva para la fauna aclimatada de Chile y algunas consideraciones sobre los Siluroidei*. Invest. Zool. Chilenas, vol. IV, pp. 146-158, 1 fig.
- DEMOOR, I. J. Y 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 y Council for Scientific y Industrial Research, Pretoria, South Africa.
- DE SCHAEZTEN, R. Y JACOB, J. P. (1985). *Installation d'une colonie de Perriches Jeunc-veuve (Myiopsitta monachus) á Bruxelles*. Aves 22:127-130.
- DRAKE, J. A. (1989). *Ecology of biological invasions: a global perspective (SCOPE 37)*. Wiley, New York.
- DRAKE, J. A., ZIMMERMAN, C. R., PURUCKER, T. Y ROJO, C. (1999). *On the nature of the assembly trajectory*. In: Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats. Weiher, E. y Keddy P. (eds). Cambridge University Press. U.K. pp: 233-250.
- DREHER, M. C. (2005). *Protocolos de padronização e monitoramento de Corbicula spp e Limnoperma fortunei no sul do Brasil (Corbiculidae e Mytilidae)*. In: Resumos do XIX EBRAM. Río de Janeiro, 25-29 de Julio de 2005. pp: 185-186.
- ECOFORUM. (2001). *Lake Victoria. Economic Lifeline. Regional Toilet*. Nairobi, Vol 25. Number 2: 27-37.
- ELI, A. (2003). *Introductions of Oreochromis niloticus niloticus* <http://www.fishbase.org/Collaborators/Summary.cfm?>
- ELTON, C. S. (1958). *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen y Co., Londres. 181 pp.
- ESTADES, C. F. (1998). *Especie non grata: efectos ecológicos de las especies exóticas*. Ciencias Biológicas. Ecología. Vol. 1. Num. 2: 2-12.
- FAO Y COPESCAL. (1985). *Introducción y transferencia de especies en América Latina*. FAO/Comisión para la pesca del caribe/. Doc: RE/85/3. 89 p. Roma.
- FAO. (2000). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Pp: 160. Roma.
- FARACO, F. A. (2005). *Acathina fulica Bowdich, 1822: Plano de Ação Nacional*. In: Resumos do XIX EBRAM. Río de Janeiro, 25-29 de Julio de 2005. pp: 187-189.
- FEINSTEIN, B., J. (2004). *Learning and transformation in the context of Hawaiian traditional ecological knowledge*. Education Quarterly. Vol. 54. Num. 2: 105-20.
- FLETCHER, G. L., SHEARS, M.A., KING, M. J., DAVIES, P. L. Y HEW, C. L. (1988). *Evidence for antifreeze protein, gene transfer in Atlantic salmon (Salmo salar)*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 352 - 357.

- FERNANDO, C. H. (1991). *Impacts of fish introductions in tropical Asia and America*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol 48 (Suppl. 1). 24-32.
- FOWLER, H.G., M. N., SCHLINDWEIN Y M., A. MEDEIROS. (1994). Exotic Ants and Community Simplification in Brazil: A Review of the Impact of Exotic Ants on Native Ant Assemblages. pp. 151-162. In: Williams, D.F. (Ed.). *Exotic Ants Biology, Impact and Control of Introduced Species*. Westview Press. U.S.A.
- GOLLASCH, S. Y LEPPÁKOSKI, E. (1996). *Initial risk assessment of alien species in nordic coastal waters*. Nordic Council of Ministres. Copenhagen.
- GOLDSCHMIDT, T. (1996). *Darwin´s dreampond: drama in Lake Victoria*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 274 pp.
- GORDILLO, O. (1998). *Efectos ecológicos de la introducción de especies exóticas en el Pacífico Sudeste*. Informe del Ecuador. Caso Galápagos. CPPS/PNUMA/CBD. Viña del Mar. Chile, 12 pp.
- GRIGG, R., W. (2004). *Harvesting impacts and invasion by alien species decrease estimates coral yield of Maui, Hawaii*. Pacific Science. Vol. 58 Num. 1: 170 -8.
- GRIGOROVICH, I. A., COULATI, R. Y HOLECK, K. (2003). *Ballast-mediated animal introductions in the Laurentian Great Lakes: Retrospective and prospective analyses*. Cand. Jour. Fishe and Aquac. Scien. Vol. 60. Num 6: 740-48.
- GROVES, R. Y BURDON, J. J. (1986). *Ecological of biological invasions*. Cambridge University Press, Canberra.
- GUTIÉRREZ, F. Y VILLANEDA, A. A. (1998). *La introducción de especies exóticas en el Pacífico colombiano*. CPPS/PNUMA/CBD. Viña del Mar. Chile, 14 pp.
- GUTIÉRREZ, F. (2004). *Distribución de las especies hidrobiológicas continentales introducidas y/o traslocadas 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.
- HALFFTER, G. (1992). *La diversidad biológica de iberoamérica*. CYTED. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. México.
- HALL, S. R. Y MILLS, E. L. (2000). *Exotic species in large lakes of the world*. Aquatic Ecosystem Health and Management 3 (2000): 105 -135.
- HALL, J. (2003). *Environment: Aliens plant species invade Southern Africa*. Global Information Network. June 27: 1-2.
- HART, D. L. Y CLARK, A. G. (1989). *Principles of population Genetics*. 2nd ed. Sinauer Associates, Inc Sunderland, Mass.
- 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.
- HEW, C. L. Y GONG, Z. (1992). *Transgenic fish. A new technology for fish biology and aquaculture*. Biol. Int. No 24, 1-10.

- HIRSCH, S. A. Y LEITCH, J. A. (1996). *The impact of knapweed on Montana's economy*. Department Of Agricultural Economics, North Dakota State University, Fargo, North Dakota, Agricultural Economics Report 355.
- HOLWAY, D.A., L. LACH, A. SUAREZ, N. D., TSUTSUI Y T. J., CASE. (2002). The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 33: 181-233.
- HYMAN, J. Y PRET-JONES, S. (1995). *Natural History of the Monk Parakeet in Hyde Park*. Chicago. Wilson Bull. 104:413-424.
- ICA. (1972). *Programa de Entomología*. Notas y noticias entomológicas. Instituto Colombiano Agropecuario. Colombia. Sept-Oct.
- 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.
- ILLUECA, J. (1996). *Speech for Trondheim meeting on invasive species*. In: Norway/UN: Conference on alien species. The Trondheim Conferences on Biodiversity 1-5 july 1996: 13-15.
- IAVH (2005). *Especies Invasoras de Colombia*. Serie especies colombianas 3. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". Bogotá, D.C. Colombia.
- JAMES, C. (2002) *Global review of commercialized transgenic crops: 2001*. ISSAAA briefs. No 24. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA).
- KAPUSCINSKI, A. R. Y HALLERMAN, E. M. (1991). *Implicatuions of introductions of transgenic fish into natural ecosystems*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol 48 (Suppl, 1): 99-107.
- KASULO, V. (2000). *The impact of invasive species in African lakes*. In: Perrings, C., Williamson, M. y Dalmazzone, S. (eds.). *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar, Cheltenham.
- KOCH, M., BERNHARDT K., G. (2004). *Comparative biogeography of the cytotypes of annual *Microthlaspi perfoliatum* (Brassicaceae) in Europe using isozymes and cpDNA data: Refugia, diversity centers and postglacial colonization*. *American Journal of Botany*. Vol. 91 Num 1:115-24.
- LACHNER, E. A., C. R. ROBINS Y W. R. COURTENAY, JR. (1970). *Exotic fishes and other aquatic organisms introduced into North America*. *Smithsonian Contrib. Zool.* 59: 1-29.
- LETELIER, S. (2005). *Especies introducidas en Chile: monitoreo y control*. In: Resumos do XIX EBRAM. Río de Janeiro, 25-29 de Julio de 2005. pp: 192 -194.
- LODGE, D. M. (1993). *Biological invasions: lessons for ecology*. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 133 - 137.
- LODGE, D. M. Y SHRADER-FRECHETTE, K. (2003). *Nonindigenous species: Ecological explanation, environmental ethics, and public policy*. *Conservation Biology*. Vol. 1. No 1: 31-37.
- LONG, J. L. (1981). *Introduced birds of the world*. The worldwide history, distribution and influence of birds introduced to new environments. Universe Books. New York.

- LOWE, S., M. BROWSE Y S. BOUDJELAS. (2002). 100 of the World 's worst invasive Alien Species. A selection from the Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group. Auckland New Zealand. 11 pp.
- McGLYNN, T.P. (1999). The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography*. 26: 535-548.
- 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. Y VAN DER BERGHE, E. P. (1995). *African tilapia in Lake Nicaragua*. *Bioscience* 45: 406 - 411.
- MACK, R.N., D. SIMBERLOFF, W. M. LONSDALE, H. EVANS, M. CLOUT Y F. BAZZAZ. (2000). Biotic Invasions: Causes Epidemiology, Global consequences and Control. *Ecological applications*. 10(3): 689-710.
- McNEELY, J. A. (2001) *The great resbuffing: human dimensions of invasive alien species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- McNEELY, J. A., MOONEY, H. A., NEVILLE, L. E., SCHEI, P. Y WAAGE, J. K. (Eds.) (2001). *A global strategy on invasive alien species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK., in collaboration with the Global Invasive Species Programme.
- MÁRQUEZ, G. Y GUILLOT., G. (2001). *Ecología y efecto ambiental de embalses: aproximación con casos colombianos*. Universidad Nacional. Instituto de Estudios Ambientales –IDEA–. Bogotá, Colombia.
- MILLER, R. R., WILLIAMS, J. D. Y WILLIAMS, J. E. (1989). *Extinctions of North American fishes during the last century*. *Fisheries* (Bethesda) 14 (6): 22-38.
- MOYLE, P. B. Y LEIDY, 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. Y LIGTH, T. (1996a). *Fish invasions in California: do abiotic factors determine success*. *Ecology*. 77 (6): 1666-1670.
- MOYLE, P. B. Y LIGTH, T. (1996b). Biological invasions in fresh water: empirical rules and assembly theory. *Biological Conservation*, 78: 149-161.
- NATIONAL AQUATIC NUISANCES SPECIES CLEARINGHOUSE (New York Sea Grant, Brockport, New York). (2000). *Personal communication on economic impact of zebra mussels in the Great Lakes, 1989-2000* from Charles R., O’Niell, Jr. December 8, 2000.
- NCH Y NRDC. (1992). *The alien pests species invasion in Hawaii: Background study and recommendations for interagency planning joint agency report*, The Nature Conservancy of Hawaii an the Natural Resources Defense Council, Hawaii.
- OJASTI, J. (2001a). *Especies exóticas invasoras. Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino*. Convenio de Cooperación Técnica ATN/JF-5887-RG CAN-BID. Venezuela.

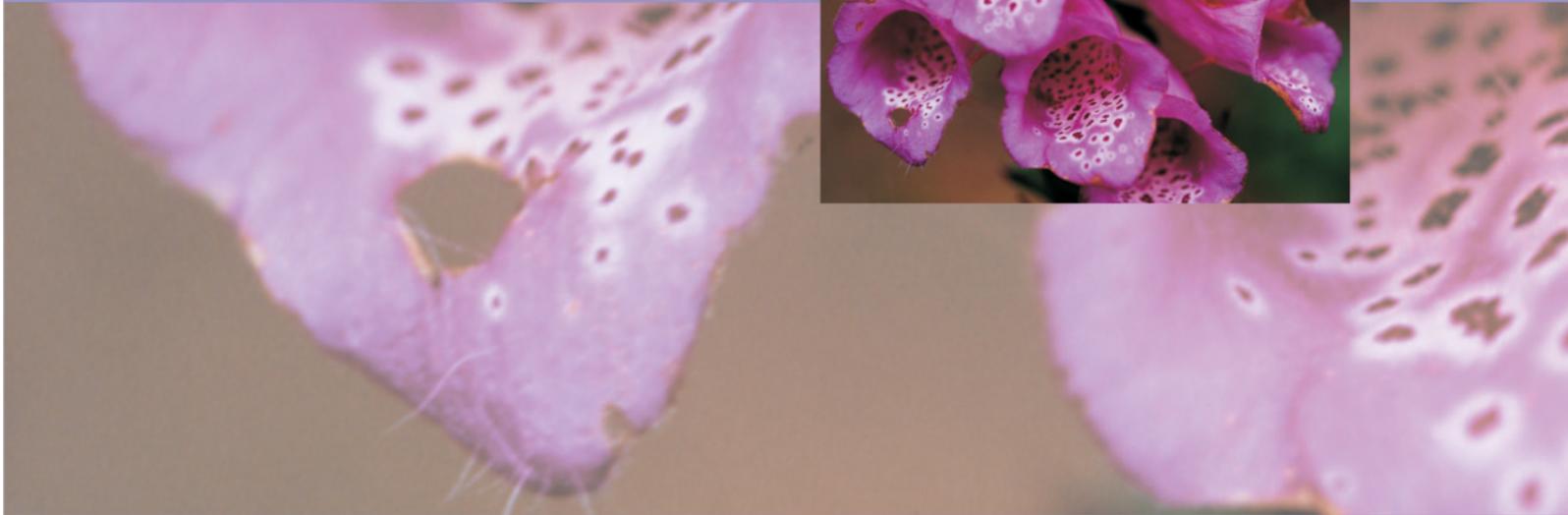
- OJASTI, J. (2001b). *Informe sobre las especies exóticas en Venezuela*. Ministerio del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales – MARN –. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. 204 pp.
- OLDEN, J., Y POFF, L., N. (2003). *Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization*. The American Naturalist. Vol. 162. Num. 4: 442-49.
- PATIÑO, M. V. (1969). *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial*. Tomo IV. Plantas introducidas. Imprenta Departamental, Cali. 381 pp.
- PATIÑO, M. V. (1970). *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial*. Tomo V. Animales domésticos introducidos. Imprenta Departamental, Cali. 381 pp.
- PEARL, C., ADAMS, M. J., SCHUTEMA, G., Y PEER, S. (2003). *Behavioral responses of anuran larvae to chemical cues of native and introduced predators in the Pacific Northwestern United States*. Journal of Herpetology Vol. 77. Num 3: 572-6.
- PÉREZ, J. E., GRAZIANI, C. A. Y NIRCHIO, M. (1997). *¿Hasta cuándo los exóticos?*. Acta científica venezolana. 48 (3) 127- 129.
- PIMENTEL, D., LACH, L., ZÚÑIGA, R. Y MORRISON, D. (2000). *Environmental and economic costs of non indigenous species in the United States*. Bioscience 50: 53 - 65.
- QUENTIN, C., CRONK, B. Y FULLER, J. L. (2001). *Plantas invasoras: la amenaza para los ecosistemas naturales*. WWF UK. UNESCO. Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido.
- RICHARDSON, D. M., BOND, W. J., DEAN, W. R., HIGGINS, S. I., MIDGLEY, G. F., MILTON, S. J., POWRIE, L., RUTHERFORD, M. C., SAMWAYS, M. J. Y SCHULZE, R. E. (2000). *Invasive alien organisms and global change: a South African perspective*. In: Mooney, H. A. y H. A. Hobbs (eds.).
- RUIZ, G. (1997). *The Aliens Among Us. Chesapeake Bay*. Program SERC. Internet. Aliens. 1 - 3. EE UU.
- SHELTON, W. L. Y SMITHERMAN, R. O. (1984). *Exotics fishes in warm water aquaculture*. Pages 262 - 301. In: Courtenay Jr., W. R. y Satuffer Jr., J. R., (Eds.) *Distribution, Biology and Management of Exotics Fishes*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. EE UU.
- SANKAR, R. (2003). *Red alert for flora y fauna*. Businessline. November 19. 1-2
- SEEHAUSEN, O., WITTE, F., KATUNZI, E. F., SMITS, J. Y BOUTON, N. (1996). *Patterns of the remnant cichlid fauna in Southern Lake Victoria*. Cons. Biol. Vol, 11, No 4: 890 - 904.
- SIMBERLOFF, D., D., SCHMITZ, Y BROWN, T. (1997). *Strangers in paradise. Impact and management of nonindigenous species in Florida*. Island Press. Washington, D.C.
- SOL, D. (2000). *Introduced species: a significant component of the global environmental change*. Ph.D. Diss. Barcelona University, Barcelona, España.
- SOLÓRZANO, E., MARCANO-CHIRGUITA, C., QUIJADA, A. Y CAMPO, M. (2001). *Impacto ecosistémico de las tilapias introducidas en Venezuela*. En: Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Caracas.

- SPANO, S., Y TRUFFI, G. (1986). *Li Parrochetto dai Collare, Psittacula krameri, allo stato libero in europa, con particolare riferimento alle presenze in Italia, e primi dati sui Papagayo Monaco, Myiopsitta monachus*. Riv. Ital. Ornithol. 56:231-239.
- 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.
- TOWSEND, P., SCACHETTI-PEREIRA, R, Y HARGROVE W., W. (2004). *Potential geographic distribution of Anoplophora glabripennis (Coleoptera: Cerambycidae) in North America*. The American Midland Naturalist. Vol. 151. Num. 1: 170-5.
- TURPIE, J. Y HEYDENRYCH, B. (2000). *Economic consequences of alien infestation of the Cape Floral Kingdom's Fynbos vegetation*. In: Perrings, C., Williamson, M. y Dalmazzone, S. (eds.). *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar, Cheltenham.
- UICN. (2001). *Global strategy on invasive alien species*. Global Invasive Species Programme (GISP). Gland, Switzerland.
- WATKINSON, A. R., FRECKLETON, R. P. Y DOWLING, P. M. (2000). *Weed invasion of Australian farming systems: from ecology to economics*. In: Perrings, C., Williamson, M. y Dalmazzone, S. (Eds.). *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar, Cheltenham.
- WELCOMME, R. L. (1981). *Register of international transfers of inland fish species*. FAO Fisheries Technical Paper 213. Rome, 123 pp.
- WELCOMME, R. L. (1988). *International introductions of inland aquatic species*. FAO Fisheries Technical Paper 294. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 318 pp.
- WELCOMME, R. L. (1989). *Review of the present state of knowledge of fish stocks y fisheries in African rivers*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 106: 515-532.
- WELCOMME, R. L. (1998). *International introductions of inland aquatic species*. FAO Fisheries Technical Papers No 294: 1- 318.
- WELCOMME, R. L; RYDER, R. A., Y SEDELL, J. A. (1989). *Dynamics of fish assemblages in river systems - a synthesis*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 106:569-577.
- WESTBROOKS, R. (1998). *Invasive plants, changing the landscape of America: Fact book*. Federal interagency committee for the management of noxious y Exotic Weeds (FICMNEW). Washington, D.C.
- WHITE, P. Y NEWTON-CROSS, G. (2000). *An introduced disease in a invasive host: the ecology and economics of rabbit calicivirus disease (RCD) in rabbits in Australia*. In: Perrings, C., Williamson, M. y Dalmazzone, S. (Eds.). *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar, Cheltenham.
- WILLIAMSON, M. H. Y K. C. BROWN (1986). *The analysis and modeling of British invasions*, - Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 314: 506-522.

- WILLIAMSON, M. (1989). *Biological invasions. A global perspective*. John Wiley y Sons, Chichester, England.
- WILLIAMSON, M. Y FITTER, J. (1996). *The varying success of invaders*. *Ecology*, 77 (6): 1661 - 1666.
- WILLIAMSON, M. (1998). *Measuring the impact of plant invaders in Britain*. In: Starfinger, S., K. Edwards, I. Kowarik y M. Williamson (eds.). *Plant Invasions, Ecological Mechanisms y Human Responses*. Leiden, Backhuys.
- WILLIAMSON, M. (2000). *Ecology of invasions*. Workshop on best management practices for preventing and controlling invasive alien species. 22-24 February 2000. South Africa-United States of America Bi-National Commission. Documento electrónico www.york.ac.uk/depts/eeem/gisp/williamson_capetown.htm
- WITTENBERG, R. Y COCK, M. J. W. (2001). *Invasive alien species: A toolkit of best prevention and management practices*. Global Invasive Species Programme, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- YEPES, F. (2001). *Ganadería y transformación de ecosistemas: un análisis ambiental de la política de apropiación territorial*. Pp: 117-172. En: Palacio, G. (ed.). *Naturaleza en disputa. Ensayos de historia ambiental de Colombia 1850-1995*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- YIANG, G. (1993). *Transgenic fish-gene transfer to increase disease and cold resistance*. *Aquaculture*, 11: 31-40.
- ZAVALETA, E. (2000). *Valuing ecosystem services lost to Tamarix invasion in the United States*. In: Mooney, H. A. y R.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.
- ZENNER-POLANÍA, I. (1994). *Impact of Paratrechina fulva on other ant species*. pp. 121-132. En: Williams, D.F. (Ed.). *Exotic Ants Biology, Impact and Control of Introduced Species*. Westview Press. U.S.A.

2

RIESGOS DE LAS INTRODUCCIONES, LOS TRASPLANTES Y LAS ESPECIES INVASORAS. MEDIDAS Y DIRECTRICES PARA SU PREVENCIÓN Y CONTROL



Campanita (*Digitalis purpurea*): especie introducida



Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

2. RIESGOS DE LAS INTRODUCCIONES, LOS TRASPLANTES Y LAS ESPECIES INVASORAS. MEDIDAS Y DIRECTRICES PARA SU PREVENCIÓN Y CONTROL

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)

2.1. Riesgos de las introducciones

Hay una vaga distinción entre la progresiva colonización que efectúa una especie autóctona, como parte de una sucesión, y la invasión que efectúa una especie alóctona, aunque en muchos textos y artículos se habla “de las invasiones biológicas naturales”, que necesariamente involucran grandes escalas de tiempo, muy contrario a la invasión por parte de especies introducidas que pueden ocurrir en cortos períodos de tiempo (Hengeveld, 1987, 1988). En algunas reservas naturales, y especialmente referido a plantas, el objetivo de la conservación ha sido proteger un conjunto de especies que pueden ser invadidas por especies autóctonas, como parte de la sucesión natural. Sin embargo, la invasión efectuada por especies alóctonas puede alterar el hábitat autóctono más dramáticamente, de manera tal que todas las especies autóctonas son expulsadas y, en casos extremos, las especies pueden extinguirse. Un ejemplo de una especie que llega a alcanzar un predominio completo es la *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) en Mauricio y Hawai. Sin embargo, como muchas invasiones son relativamente recientes, por lo que es demasiado pronto para decir cual será la etapa “final” de su sucesión, particularmente en lo que se refiere a invasoras que viven mucho tiempo y cuya población no ha comenzado a degenerar. En Nueva Zelanda, las invasoras *Cytisus scoparium* (retamo-retama) y *Sambucus nigra* (saúco) pueden llegar a predominar en sitios alterados, pero en algunas partes de dicho país se comportan sólo como

primeras especies sucesoras que son a su vez invadidas por la autóctona *Melicytus ramiflorus* (mahoe). Por lo tanto el saúco y la retama, pueden ser invasoras beneficiosas en lo que respecta a la reforestación del bosque nativo (Williams 1983, 1984). Otro ejemplo de lo mismo es la zarza (*Rosa rubiginosa*) que es una eficaz colonizadora exótica –ya que los pájaros la dispersan rápidamente– de los bosques degradados por la ganadería en Argentina. Ayuda a recuperar el bosque actuando como una protección espinosa para la regeneración de árboles nativos como la *Lomatia hirsuta* (De Pietri 1992). Sin embargo, la invasión de *R. rubiginosa* disminuye la riqueza de especies (Damascos y Gallopin 1992). Aquí cabe la reflexión sobre que la modificación es una característica de todos los ecosistemas y lo que está en discusión no es la modificación en sí, sino el ritmo y la dirección de la misma, ya que la invasión puede alterar a ambos de manera muy drástica y hacer uso de esa condición.

Las introducciones, poseen cuatro dimensiones en su manejo, a fin de que las partes interesadas se involucren: (1) la cultural: el manejo de las especies exóticas, tiene que ver con los valores que las personas poseen, y con lo que encuentran bello, o permisible. (2) la educación: ¿qué tanto conocen las personas sobre el tema?; (3) la salud: de donde se desprende la posibilidad de patógenos y (4) la dimensión filosófica, que hace reflexionar sobre los cambios que estamos provocando y si estamos dejando a las nuevas generaciones, mejores o peores ecosistemas.

La pérdida de la dimensión biológica, en aras de la productividad económica, es de por sí ya un principio de actuación, que parece irreversible en los campos político-administrativo, y será mayor con el auge de la era genómica y la proteómica, que al igual que la revolución verde de los años sesenta cree tener la solución –entre otros– a la producción de alimentos–. Es decir, la paradoja que no resolvió aquella, dicen que sí lo hará ésta. Lo complicado científicamente es que no tenemos ni siquiera una aproximación conceptual, o probabilística sobre los potenciales impactos de organismos vivos modificados (Yiang 1993).

El dilema fundamental de las especies durante su vida, es seleccionar un lugar donde perpetuarse. Ésta es una paradoja biológica que encierra muchas variables bióticas y abióticas entre otras: área, consecución del alimento, presencia de competidores, o parásitos, temperatura, sustrato, composición interespecífica y algo aún más complejo refrendado por su permanencia o no: la variable tiempo. Sin embargo, la selección del hábitat es un área de la ecología y de la evolución de las menos conocidas, pero en el caso de las especies introducidas, el problema parece haber sido resuelto, pues el hombre intencional (90%) o accidentalmente (10%) lo hace con la premisa de su beneficio, sin considerar en su integralidad los efectos sobre el ecosistema, sobre las especies mismas y, si falla, simplemente repite su acción hasta encontrar la especie ideal para el ecosistema seleccionado o viceversa y para sus intereses económicos.

La mayor parte de la dispersión, una vez introducida una especie ocurre a corto plazo, y su única limitación son las barreras naturales como las montañas, los mares, las cuencas hidrográficas, los desiertos y otros ambientes desfavorables. Sin embargo, ocasionalmente cuando la especie logra vencer estas barreras naturales, puede producirse una invasión de nuevos territorios como resultado de su dispersión natural, y de su aumento numérico poblacional en un ambiente favorable, lo cual se puede cuantificar por la tasa de expansión poblacional en

km/año (Caughley 1977). Por ejemplo, un lote de caballos liberados en Buenos Aires en 1537 fue avistado en Magallanes en 1580, avanzando 48 km/año (Darwin 1845). Un caso más reciente es la ocupación de América por la garcita del ganado (*Bubulcus ibis*) procedente de África, durante el siglo veinte. Una invasión más trascendental fue el intercambio faunístico prehistórico entre América del Sur y del Norte al establecerse, hace unos 3,5 millones de años, la conexión terrestre entre los dos subcontinentes, separados previamente por el mar durante decenas de millones de años. Gracias a esta dispersión de faunas, el Neotrópico recibió del norte importantes grupos de mamíferos, tales como seis familias de carnívoros modernos, los ungulados como tapires, pecaríes, venados y camélidos así como mastodontes y caballos (ya extintos), conejos, ardillas, musarañas e importantes grupos de aves y reptiles terrestres, entre otros (Simpson 1980; Reig 1981). La dispersión a larga distancia de muchos invertebrados y semillas de plantas depende de su transporte pasivo con aves migratorias, corrientes marinas, viento o tormentas tropicales, como el arribo recurrente de bandadas de la langosta migratoria (*Schistocerca gregaria*) transportadas a América del Sur desde África (Cerdá y Cermeli, 1988). No obstante, en la actualidad el principal agente de diseminación mundial de especies como ya se ha enunciado es el hombre.

Cada especie que llega a un nuevo hábitat significa un potencial reordenamiento de la estructura de la comunidad, un experimento que a menudo tiene resultados inesperados. La mayoría de las invasiones fallan, sin embargo, ya sea: (1) porque las condiciones ambientales no son adecuadas para su establecimiento; (2) porque el número de colonizadores era muy pequeño aunque el hábitat fuera propicio; o (3) porque las especies nativas resistieron la invasión. Pero como lo reseñan los casos de estudio ya citados, en algunas ocasiones los intentos tienen éxito y surgen modificaciones en los ecosistemas con consecuencias que son de muy difícil predicción. Pero de vez en cuando, unas decenas o cientos de intentos tienen éxito, originando que una nueva especie se establezca y la ruleta ecológica comienza a girar. Una nueva comunidad ha entrado en formación y sus consecuencias son imprevisibles.

La forma en que las comunidades responden a las invasiones es un área muy importante de la ecología (Groves y Burdon, 1986; Drake *et al.* 1999; Allendorf y Lundquist 2003; Tsutsui *et al.* 2003). No obstante, más allá del simple interés intelectual, este campo ha cobrado gran relevancia para disciplinas aplicadas como la biología de la conservación, porque a pesar de que las invasiones biológicas constituyen un fenómeno natural, éstas han sufrido un cambio dramático durante los últimos dos siglos, transformándolas en una de las más graves amenazas a la conservación de la naturaleza, con severas implicaciones biológicas y económicas (Williamson y Fitter 1996, CBD 2001, Trewick *et al.* 2004).

La expansión de las especies invasoras se realiza a expensas de especies y ecosistemas nativos. Esto implica competencia por espacio, sustrato, luz, nutrientes, alimento, lugares de reproducción y otros recursos vitales para las especies nativas, depredación, incluyendo herbivoría, hibridación entre cepas nativas e introducidas, lo cual puede debilitar la adaptación en las condiciones locales, parasitismo y riesgos sanitarios (Simberloff 1996). Todo esto afecta la abundancia, la distribución, la viabilidad y las funciones ecológicas de las especies nativas, la estructura, función y condición de los ecosistemas, deteriora los servicios ambientales que prestan tales ecosistemas, altera los hábitats y puede resultar en cambios irreversibles como la extinción de

especies y deterioro extremo de hábitats. De esta manera, el efecto acumulativo de las introducciones resulta en una expansión y predominio cada vez mayor de especies invasoras generalistas, desaparición de especialistas endémicas, y por ende la homogeneización y empobrecimiento global de ecosistemas y de la diversidad biológica a escala mundial (Elton 1958, Hengeveld 1996, Kaiser 1999, Mooney 1999, Consorcio GTZ/Fundeco/IE 2001). A estos daños ecológicos se agregan amenazas sobre la seguridad alimentaria por pérdidas económicas recurrentes a la producción agropecuaria, pesquera y forestal a causa de plagas y malezas exóticas, enfermedades contagiosas del hombre y sus animales domésticos –como la de vacas locas– que amenazan hoy la producción animal en Europa.

En biología pesquera, el criterio del impacto, se mide respecto al efecto de la especie exótica sobre la producción de la pesca comercial tradicional o común del área (FAO 1988). El costo económico y ecológico del control de especies invasoras, como ya se ha resaltado, es otro parámetro importante del impacto negativo. Además, la presencia de especies plagas restringe las posibilidades de exportación y comercialización de productos vegetales y animales a otros países. El marco de referencia que recomienda la CDB para la evaluación de los impactos de una especie exótica es el enfoque por ecosistemas (UNEP 2000) o sea una visión de conjunto del grado de afectación de la estructura y función de todos los elementos del ecosistema receptor como un todo, incluyendo los intereses humanos.



Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

2.2. Perfil de una especie invasora

Los estudios de Elton (1958) apuntaron a que el primer agente promotor de la invasibilidad es el disturbio, en virtud de que los ecosistemas alterados tienen menos especies vigorosas que opongan “resistencia biótica” a las especies inmigrantes. Una especie puede ser invasora en un ecosistema, pero fracasar en otro. La invasión como principio de análisis, disminuye al aumentar: (1) la competencia interespecífica; (2) el número de residentes en la comunidad y (3) la variación ambiental.

En otro extremo del mismo proceso, el tamaño de la población inicial de la especie invasora y su frecuencia de introducción, son determinantes del éxito de su establecimiento, pues estas variables son indicadoras de la “presión”.

En resumen, las comunidades que aparecen más susceptibles a las especies invasoras contienen pocas especies o están altamente perturbadas por la acción humana; con nichos y recursos poco o temporalmente disponibles para los inmigrantes; tienen condiciones climáticas parecidas con aquellas de la región de origen de la especie invasora, constituyen estados sucesionales tempranos y tienen ausencia de depredadores y parásitos naturales que controlen su crecimiento poblacional. Se destacan entre éstas, y como áreas en extremo vulnerables a las invasiones, las islas remotas con baja diversidad taxonómica, porque pocas especies son capaces de colonizar naturalmente, debido a que las comunidades nativas y sus redes tróficas son a menudo muy simples, además de existir nichos en potencia explotables por las invasoras, que posean –como es común– una gran adaptabilidad.

Cada especie invasora tiene un espectro diferente de impactos, dependiendo del ecosistema que invada, y de la misma manera, el mismo impacto puede ser causado por distintas especies y dependerá de su similitud con las especies nativas. De este modo, el mayor impacto lo generarán aquellas especies que componen grupos funcionales no representados en la comunidad, puesto que estarán implicadas en una magnitud muy distinta en los procesos del ecosistema.

Los principales impactos de las especies invasoras sobre los ecosistemas pueden clasificarse en aquellos que: (1) afectan la estructura y (2) los que afectan sus atributos funcionales. Entre los primeros se destacan la homogeneización del paisaje, la exclusión de especies nativas y la incorporación de patógenos propios del elemento invasor. Por otra parte, los impactos más importantes sobre los aspectos funcionales del ecosistema tienen que ver con la modificación de las relaciones tróficas, los regímenes de disturbios, la interacción sustrato–planta–animal y la alteración de los servicios del ecosistema.

En muchas ocasiones, el impacto de las especies invasoras puede permanecer latente y sólo cobrar importancia incluso después de pasar varias décadas desde su establecimiento (concepto de “time lags” de Williamson 2000). Alemania, que posee estadísticas de introducciones que datan de 400 años, sobre 184 especies forestales introducidas, ha determinado que el 51%, aparecieron como invasivas sólo 200 años después. En Colombia, y respecto a tilapia nilótica (*O. niloticus*. Peces) sus impactos se dieron en un lapso entre 3 y 5 años, teniendo como resul-

tado poblaciones plenamente establecidas en aguas naturales y con altos aportes de biomasa. En el caso de rana toro (*R. catesbeiana*) y el caracol de jardín (*H. aspersa*), la primera en sólo cinco años y la segunda en seis, se han establecido, acoplado y poseen condiciones como poblaciones, que prácticamente las hacen de muy difícil erradicación.

Por tal motivo, el conocimiento de las características de las especies invasoras cobra gran relevancia cuando de predecir su invasibilidad se trata, cuando se intenta establecer control de sus poblaciones en los estadios iniciales de la(s) especie(s), y/o cuando aún ellas son pequeñas.

En cuanto a los recursos ícticos, Moyle y Ligth (1996a) han formulado principios predictores sobre las invasiones, que poseen validez, lo que hace viable la toma de determinaciones, respecto a sí se permite o no una importación que pueda terminar siendo una introducción. De hecho, casi todas las especies invasoras normalmente son "portadoras" de varias de las características establecidas por Pullin (2002):

1. Altas tasas reproductivas que las habilitan para formar rápidamente grandes poblaciones bajo condiciones favorables.
2. Adaptación de tipo generalista, con amplio rango en cuanto a dieta y hábitat, esto es, con alta probabilidad de encontrar, en alguna parte, condiciones apropiadas para vivir y alimentarse.
3. Buena dispersión, por lo que pueden desplazarse fácilmente a nuevas áreas y encontrar hábitats apropiados en lugares alejados de su distribución original.

Sin embargo, el no conocer la estructura poblacional de una especie recientemente introducida, ha sido siempre un argumento para no actuar rápidamente, por lo que, lo único válido es proceder a la investigación sobre su biología (Simberloff 2003). Por ello, cualquier estudio debe abordar de manera integral el tema, y probar varios de los atributos de la(s) especie(s) que la(s) potencializa(n) para ser invasora(s): tróficos, reproductivos, selección de hábitats, dinámica poblacional, y genéticos. De hecho, en el 100% de los casos, la especie a importar y luego a introducir, siempre se conoce y se actúa con ella porque se tiene certeza sobre su etología, siendo a su vez, considerada como la ideal para los fines perseguidos, que tienen como basamento casi siempre lo económico.

Elton (1958) postuló que: "los ecosistemas más ricos en especies son los menos invadidos", lo cual necesariamente no se corresponde con la realidad, ni con los efectos intrínsecos sobre la biodiversidad. De hecho, las condiciones ambientales, son las mismas para las especies nativas y/o las exóticas. Con plantas, varios investigadores entre estos Levine (2000) lo han probado, detectando que los efectos biológicos, ocurren inclusive sobre áreas muy cercanas a donde se ha instaurado una población introducida. Para el caso de la cuenca hidrográfica del Sinú (Colombia), muy a pesar de estar afectada por procesos antrópicos, el inventario de especies ícticas (147) contradice la premisa, ocurriendo lo mismo con las cuencas del Río Grande de la Magdalena, Cauca y San Jorge (Gutiérrez 2004), pues allí una especie invasora como la *O. niloticus* se ha ensamblado perfectamente al ecosistema, muy a pesar de la alta diversidad íctica de los ecosistemas.

Definitivamente la distribución y condiciones físicas de las especies, forman pares de variables responsables de las invasiones. De hecho, para el caso de los EEUU, se ha demostrado que hay una marcada tendencia a la homogeneización de la fauna silvestre, ocurriendo, como es lógico la dispersión de la(s) especie(s) –normalmente cosmopolita(s)– o la eliminación de especies endémicas. Saber de esto es aún una rama de la bioecología muy incipiente, pues en ningún estudio se incluyen todas las variables, sino las muy particulares visiones y perspectivas del investigador, faltando la variable de continuidad que ha sido la determinante en términos de evolución y estabilidad de las especies y los ecosistemas: el tiempo. Además, normalmente se llega al proceso, cuando la invasión, ya ha ocurrido, por lo que a los procesos adaptativos se llega *a posteriori*, de ahí la incapacidad para actuar y entender ¿por qué? y ¿cómo ocurrió?.

Las introducciones a través de los múltiples estudios realizados, poseen una premisa probada: casi siempre han eliminado especies nativas y/o reducido la biodiversidad, más cuando lo que introduce son especies cosmopolitas, lo cual siempre acarrea consecuencias sobre las especies endémicas (Rahel 2000, Fargione *et al.* 2004).

Tradicionalmente se acepta que la diversidad de especies nativas en la comunidad está muy ligada a la utilización eficiente de los recursos, lo que a su vez reduce el número de “espacios vacíos” que han sido un argumento biológico para el ingreso de especies invasoras. No obstante, es una premisa que biológica y evolutivamente debe considerarse un equívoco y que ha estado ligada a otra, la de los “nichos vacíos”. Estos principios universalmente utilizados por quienes introducen y traslocan especies, obedece a que no se preguntan: ¿Por qué una especie está en un lugar y no en otro? Además, la presunción para tales acciones, está dotada de la simplicidad del análisis que ha permitido desconocer todos los principios biológicos que acompañan a una especie en un ecosistema. La “*existencia de nichos vacíos o vacante*” es un equívoco y lo es también el de “*niveles tróficos vacíos*”, pero impensada y reiterativamente se ha intentado establecer por quienes promueven la acuicultura, la pesquería, y la repoblación faunística y florística, intentando asimilarlo con la conveniencia de una mejor utilización productiva bien de la columna de agua, o de los supuestos componentes vacíos del ecosistema. Desconocen todos sus defensores que las poblaciones dentro de la comunidad juegan un papel y que 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; pueden existir niveles tróficos aparentemente poco utilizados, pero nunca vacantes. Muchos autores, sin embargo, siguen argumentado la premisa de “*nichos y niveles tróficos vacíos*” principalmente en los ecosistemas acuáticos y con ese principio se ha procedido, sólo que posteriormente se ha determinado que esos niveles tróficos si son ocupados temporalmente por muchas especies, hasta cuando hacen su tránsito biológico a otros estadíos (Fargione *et al.* 2004). Es decir, ya sea por traslocación, introducción, acciones de repoblación y en consecuencia por las modificaciones genéticas, lo cierto es que la humanidad está provocando cambios abruptos en las condiciones de muchas especies; cambios que a ellas normalmente les llevarían miles de años de evolución.

Un enfoque más integral para el manejo de las introducciones y las invasiones está dado por el marco conceptual sobre el ensamblaje, que fue originalmente ideado para análisis bioecológicos de islas por Diamond (1975). MacArthur (1972) definió las reglas de ensamblaje como: “*los patrones que generan las interacciones entre las especies, tales como la competencia. Estos*

patrones cuando son definidos, son una fascinante evidencia de que la competición, la alelopatía, la facilitación, el mutualismo, y otras interacciones bióticas, que conocemos teóricamente, afectan a las comunidades alrededor del mundo”.

De cualquier manera, claridad sobre las reglas de ensamblaje es un asunto no terminado. Algunos investigadores afirman que sólo debe referirse a las interacciones bióticas (Wilson y Gitay 1995) mientras que otros consideran que son todas las variables o fuerzas que obran sobre el desarrollo de la comunidad (Keddy 1992). A su vez, Drake *et al.* (1999) definen el ensamblaje como: *“un operador que existe como función o consecuencia de alguna fuerza dinámica necesaria; que provee direccionalidad a una trayectoria. La naturaleza de esta dirección incluye los movimientos a través de un estado específico, algunos bajo todos los posibles estados, o una especulación o un carácter definible”.*

Strange y Foin (1999) han establecido un concepto más integral y claro del ensamblaje al definirlo como una acción que: *“intenta con las variables abióticas y la información bioecológica, dilucidar en el corto plazo cómo una población responde a una inicial colonización, cuándo puede ocurrir una sobresaturación de especies y cómo quedará finalmente definida la composición de una comunidad”*; aplicando este concepto y con el estudio de *Salmo trutta* en el norte de California, demostraron que frente a las especies nativas, *S. trutta* es una invasora, que posee características biológicas y dataciones que la convierte en una invasora en la *“zona de ensamblaje de la trucha”* en Sierra Nevada y que la permanencia de esta situación dependía fundamentalmente de las condiciones físicas, entre ellas principalmente los cambios del flujo hidráulico.

En vista de los riesgos que generan las especies introducidas convertidas luego en invasoras, es muy importante poderlas identificar previamente y hacer lo posible para evitar su introducción. Elaborar listas de *“especies de prohibida introducción”* atenuaría la exposición a riesgos y en consecuencia sus impactos. Sin embargo, el nicho fundamental de una especie es más amplio que el nicho realizado en su comunidad nativa, por las limitaciones impuestas ante la presencia de las especies competidoras y sus controladores allí presentes. En un nuevo ambiente, en cambio, el nicho sobre el cual se establece es diferente y posiblemente más amplio, así que pudiera cumplir con más funciones, dispersarse y reproducirse más rápidamente, tal como ocurre con el sapo *Bufo marinus* introducido a Australia, que alcanza una densidad poblacional diez veces mayor que en sus hábitats nativos en América del Sur (Lampo y De Leo 1998), o el de las poblaciones de conejos que a partir de una introducción a Australia de 12 individuos procedentes de Europa en 1840, se multiplicaron explosivamente hasta llegar a ser 300 millones en 1996, o el de la *R. catesbeiana* que para el caso de Colombia está sexualmente madura la mayor parte del año, contra una sola época reproductiva en su ambiente de origen y accediendo a 35 ítems alimenticios, situaciones que la dotan de toda la bondad reproductiva y alimentaria para su rápida expansión.

Además del potencial invasor propio de la especie, el proceso y el resultado de invasión dependen de la invasibilidad o la capacidad de cada ecosistema en resistir la invasión, y de la presión invasora o la cantidad de invasores que alcanzan un área determinada (Lonsdale 1999). El potencial invasor es un atributo intrínseco de cada especie y depende de sus variables biológicas y de su adaptación a las nuevas condiciones medioambientales. Las variables enunciadas, difi-

cultan la separación entre especies exóticas “buenas y malas” ya a que el impacto invasor depende tanto de las características de la especie como de la resistencia de su nuevo entorno, y además pueden intervenir juicios de valor estrictamente humanos.

Los cerdos y cabras, por ejemplo, son especies domésticas de vital importancia para la humanidad, pero altas poblaciones cimarronas de los mismos pueden alterar y destruir ecosistemas enteros. Así mismo, los pinos y eucalyptus pueden ofrecer buenas opciones productivas bajo un manejo forestal adecuado, pero son indeseables en parques nacionales que deben proteger ecosistemas nativos o en zonas donde escasea el agua. Por eso, decidir sobre la introducción, liberación, control o erradicación de las especies exóticas, es una determinación que debe evaluarse y cotejarse frente al balance entre las amenazas y los beneficios probables en el contexto ambiental y socioeconómico de cada caso. De ahí que los análisis deban efectuarse “caso por caso” y no por generalidades y supuestos como normalmente ocurre.

Existen además de las especies invasoras exóticas, las invasoras nativas (especies nativas transplantadas o traslocadas) tales como las plantas pioneras de las primeras etapas de sucesión, capaces de colonizar rápidamente áreas perturbadas y que se portan a menudo como malezas agrícolas. Muchas invasoras –se ha registrado *a posteriori*– son especies prolíficas, de alta movilidad, competitivas y generalistas, que pueden prosperar en diferentes ambientes y especialmente en los alterados por el hombre, tales como los monocultivos, las zonas periurbanas, las islas oceánicas y otros ecosistemas simples o perturbados con poca competencia (Gollasch y Leppäkoski 1999). La creación de grandes espacios homogéneos de agroecosistemas y otras áreas alteradas e inestables, atraen muchas plantas y animales invasoras y facilitan su rápida colonización (Elton 1958, Hengeveld 1996, UICN 2000).

De igual forma, las carreteras ofrecen corredores para los agentes de dispersión de especies exóticas, y la perturbación causada por la construcción de vías de comunicación facilita la colonización de las orillas de carreteras por plantas invasoras exóticas y nativas (UICN 2000).

Uno de los esfuerzos más arduos de la ecología de invasiones ha sido el diseño de modelos para predecir la viabilidad o las consecuencias de introducción de diversas especies exóticas. Para tal efecto se han desarrollado tres enfoques principales (Hengeveld 1996):

1. Análisis estadístico de datos empíricos sobre las invasiones anteriores para identificar las variables más relacionadas con el avance de la invasión. Por ejemplo, Rejmánek (1989) encuentra, por medio de análisis de función discriminante múltiple, que los atributos principales de pinos invasores son: periodo juvenil corto, semillas pequeñas y corto intervalo entre grandes cosechas de semillas.
2. Ajuste climático entre el lugar de origen y de introducción de especies, que permite evaluar las probabilidades de éxito de la introducción y estimar las áreas que la especie pueda colonizar.
3. Modelos analíticos que permiten explorar la acción conjunta de múltiples factores que intervienen en la invasión de nuevos espacios. Aunque estos modelos no logran hacer predicciones cuantitativas por lo difícil de estimar todos los parámetros pertinentes, son útiles para

identificar las variables más sensibles del proceso y por lo tanto son los más importantes para evitar los impactos indeseables de tales especies.

Las contradicciones surgidas entre las diferentes posturas económicas y biológicas respecto a la introducción y la realidad resultante, han llevado a autores como Fryer (1959, 1990), Fryer y Iles (1972) y Williamson y Fitter (1996) a mostrarse escépticos frente a los modelos predictivos sobre invasiones biológicas, pues las variables biológicas se vuelven incontrolables, impredecibles e irrepresentables en un modelo.

¿En últimas se puede pronosticar a partir de la teoría la condición de invasora de una especie o la propensión de un hábitat a ser invadido?. Las teorías generales de la invasión tienen poco valor en lo que respecta a hacer pronósticos, mientras que las hipótesis relativas a situaciones ecológicas concretas pueden servir para pronosticar la invasión en algunos casos, pero no son generales y para ello se manejan diversas hipótesis que se proponen como explicación para las invasiones:

1. *Hipótesis de ausencia de depredadores*: la invasión se produce cuando no hay plagas y enfermedades naturales de una especie, que normalmente no son introducidas junto con la especie invasora. Se ha dado a conocer que *Pinus radiata*, *Myrica faya* (Myricaceae) y *Clidemia hirta* (Melastomataceae) se desarrollan y reproducen con más vigor en ausencia de las plagas y enfermedades que han evolucionado para especializarse en ellas (Mirov 1967, Wester y Wood 1977, Hodges y Gardner 1985). Además, muchos herbívoros generalistas no comen algunas especies (*Sebasnia punicea* –Leguminosae–, *Rhododendrom ponticum*- Ericaceae-). Las invasoras libres de depredadores pueden tener una ventaja sobre la flora autóctona pero no siempre los depredadores limitan su crecimiento a una planta. En los casos en que la tasa de mortalidad de una población de plantas, como ejemplo, es denso dependiente (mortalidad dependiente de la densidad), las plagas pueden tener poco efecto en la población de la planta (Hoffmann y Moran 1991).
2. *Hipótesis del mayor potencial reproductivo*: la invasión rápida se hace posible por el potencial reproductivo de las especies invasoras que es mayor que el de la comunidad invadida. Muchas especies invasoras producen cantidades prodigiosas de semillas o de huevos, que a menudo permanecen (caso de las plantas) en el suelo como bancos de semillas. Estos bancos de semillas pueden ser mucho más grandes que los de las especies autóctonas (Holmes *et al.* 1987). Eventos reproductivos similares se han reportado para anfibios y peces.
3. *Hipótesis de especies autóctonas mal adaptadas*: las invasiones se producen cuando las especies autóctonas no están “bien adaptadas” y/o cuando las especies invasoras toleran más los niveles subóptimos de los recursos y por tanto tienen una ventaja en la competencia. Esto ha sido estudiado experimentalmente sólo en unos pocos casos, para plantas y algunos vertebrados de especies autóctonas y alóctonas. Sin embargo, en Sudáfrica, los diferentes patrones de utilización que presenta la *Protea repens* (Proteaceae) y la invasora *Acacia saligna* (acacia) parecen explicar al menos en parte, la condición de invasora de la *Acacia australiana* (Witkowski 1991) y que se corresponden con la hipótesis enunciada.

4. *Hipótesis de la modificación química*: las invasiones de especies vegetales se producen después de que las características de un hábitat se han modificado, por ejemplo debido a la fertilización o contaminación de aguas residuales (eutrofización). Esto se utiliza comúnmente como explicación de las invasiones de plantas acuáticas por especies que son más exitosas al aprovechar el exceso de nutrientes. Este es el caso del buchón (*E. crassipes*) en EEUU y en el Lago Victoria. Esta regla es aplicable a las especies acuáticas y así lo han demostrado, los análisis de los procesos invasivos, que han permitido también colegir que existe una potencialización del proceso cuando este 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 y Gammon 1987, Miller *et al.* 1988, Leska y Karr 1994, Lyons *et al.* 1995, Angermeier y Karr 1996, Hugueny *et al.* 1996, Liang *et al.* 1997, Belliard *et al.* 1999).
5. *Hipótesis del equilibrio natural*: Elton (1958) en su obra clásica sobre las invasiones biológicas, señala que “la mayor complejidad” de una comunidad lleva a una mayor estabilidad. Cuanto más compleja es una comunidad, más resistente es a la invasión. La complejidad se define como el número total de interacciones entre todos los organismos de la comunidad (Hengeveld, 1987,1988). Sin embargo, esto supone que los ecosistemas están en “homeostasis”, de lo cual hay pocas pruebas, y no en constante reacción a la variación espacial y temporal del medio (la hipótesis individualista).
6. *Hipótesis de los nichos vacíos*: la presencia de “nichos vacíos” permite la invasión, como se ha afirmado respecto a la invasión de *Pinus lutchuensis* en las Islas Bonin (Shimuzu y Tabata 1985). Estas invasiones serían “del tipo que se adaptan” más del tipo “que expulsan”. Si la inmigración y la evolución llenan todos los nichos de una comunidad, se dice que está “saturada de especies” y, por lo tanto, es inmune a la invasión. Sin embargo, hay pocas pruebas de esto. Contreras *et al.* (1984) evaluando los impactos de las especies introducidas en México, realizan una discusión técnica que les permite concluir al igual que Dahl (1958), que el argumento de «existencia de nichos vacíos» con que se introducen especies: “es 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 (s) especie (s), están ausentes de una comunidad, no se puede aseverar que existan nichos vacíos; puede haber niveles tróficos vacantes, pero nunca nichos vacantes”. En consecuencia, el estudio del acoplamiento o ensamblaje entre la (s) especie (s) introducida y la nativa (s) ha cobrado gran validez como concepto ecológico, pues permite ver el grado de adaptabilidad y dinámica lograda o no por las especies alóctonas sobre las poblaciones nativas (Diamond 1975, Drake 1983, Drake 1985, Drake 1988, Drake *et al.* 1989, Drake 1990, Drake 1991, Appelberg y Degerman 1991, Lockwood *et al.* 1993, Hugueny *et al.* 1995, Jennings *et al.* 1995 y Belyea *et al.* 1999).
7. *Hipótesis de los claros producidos por las alteraciones*: corrientemente se supone que la “alteración” es importante e incluso esencial para la invasión de especies vegetales, especialmente en los lugares donde la consecuencia de ellas es una reducción de la competencia (Kruger *et al.* 1986, Hobbs 1989, Ramakrishnan y Vitousek 1989). El aumento de la alteración, por ejemplo, una mayor frecuencia de incendios (Bridgewater y Backshall 1981)

puede aumentar la propensión de un hábitat a la invasión, primero disminuyendo la competencia por los lugares de establecimiento adecuados y luego, una vez que la especie alóctona está establecida, reduciendo la competencia con la flora autóctona. No obstante, hay algunos ejemplos de plantas alóctonas que invaden la vegetación en estado relativamente natural: *Pittosporum undulatum* (Pittosporaceae) en Jamaica, *Pinus radiata* (pino) en Australia, y *Maesopsis eminii* (Rhamnaceae) en las montañas Usambara (Tanzania). Sin embargo, la mayoría de las invasiones parecen en efecto depender de la escala y el tipo de la alteración, junto con la cantidad y la periodicidad en que se depositan por año los propágulos invasores en la comunidad. Por ejemplo, los pinos tienden a invadir los hábitats alterados de todas las latitudes, especialmente las praderas que con frecuencia se mantienen por alteraciones como el pastoreo o la quema, y en los trópicos la alteración parece ser esencial para que la invasión de los pinos tenga éxito (Richardson y Bond, 1991).

8. *Hipótesis de niveles tróficos vacíos*: al igual que el concepto de *nichos tróficos vacíos*, los defensores de las especies exóticas lo han impuesto como un criterio válido para sus acciones. Pero ha sido probado que *nicho trófico-nivel trófico*, poseen una estrecha correspondencia biológica, de ahí, que quienes pretenden la introducción o traslocación de especies, con cualquiera de estos dos argumentos, lo único que han logrado es alterar aún más los ecosistemas. Debe considerarse que millones de años de estabilidad de los ecosistemas y por ende de sus poblaciones, especies e individuos, son modificados mediante la agregación de individuos, que jamás coevolucionaron en ese particular ecosistema (Belyea et al. 1999).

En términos generales, se debiera establecer un sistema que al pretender evitar y/o evaluar la posibilidad de introducción de una especie exótica, tuviera en cuenta como mínimo los siguientes aspectos generales:

1. Introducción potencial (intencional o no intencional: migración, comercio de mascotas, conveniencia, detección, observabilidad).
2. Establecimiento potencial (de rango amplio o estrecho).
3. Daño potencial (áreas de reserva, áreas con intervención, reservas genéticas, impactos agrícolas, impactos sobre recursos naturales, para el comercio o la salud pública o animal).
4. Control potencial (detección, rango actual, efectos locales, erradicación potencial).

2.3. Medidas y directrices para la prevención de introducción de especies exóticas invasoras

Existen diversas clasificaciones de las especies invasoras teniendo en cuenta criterios de evaluación y entre estas, la de Santa Catalina Island Conservancy (1997) lo hace con base en seis criterios:

1. Abundancia de la especie
2. Distribución (localizada o ampliamente distribuida, insular o de tierra firme, etc.)
3. Capacidad invasora de la especie
4. Tipo de comunidad invadida (rara o común, frágil o robusta)
5. Impactos ecológicos
6. Facilidad de erradicación o control

Basados en los anteriores criterios, el Florida Exotic Pest Plant Council (1995) posee una catalogación o clasificación de las especies exóticas en cuatro categorías de acuerdo con su poder invasor:

- Categoría I: especies ampliamente distribuidas con un potencial establecido de invadir y destruir comunidades vegetales.
- Categoría II: especies con distribución local, pero con poblaciones en rápida expansión o que muestran potencial para destruir comunidades vegetales en otras áreas.
- Categoría III: especies con distribución local, con abundancia moderada o amenazas para hábitats particulares.
- Categoría IV: especies a niveles de abundancia variados, que necesitan una mayor disponibilidad de recursos y posibilidades para convertirse en invasoras.

Quentin *et al.* (1996) establecen para el caso de plantas “categorías de invasoras” de acuerdo con la descripción de la Tabla 2.

Para ver una relación estrecha entre la tabla en donde se consignan las especies y ejemplos prácticos sobre la misma, Quentin *et al.* (1996) presentan los siguientes ejemplos, con especies muy bien estudiadas (Tabla 3).

Para facilitar la tarea de pronosticar la propagación y la de control de plantas invasoras, muchos autores recomiendan que se debieran tener en cuenta las características biológicas y ecológicas que se manifiestan en el hábitat autóctono y el de introducción, como por ejemplo:

1. El mecanismo de dispersión de las semillas (adaptaciones para la dispersión a corta y larga distancia).
2. La ecología de las semillas (producción abundante o escasa, continua o estacional; longevidad de las semillas; mecanismos de latencia).
3. Sistemas de reproducción (adaptaciones para la autofertilización y la fertilización cruzada; capacidad para reproducirse por vía vegetativa).
4. Ritmo de crecimiento en condiciones favorables.
5. Capacidad de rebrotar después de la tala.
6. Requisitos para la germinación y el establecimiento.
7. Factores ambientales (tolerancia a heladas; al fuego y a la sombra, necesidades en materia de nutrientes y agua, etc.).
8. Propensión a plagas y enfermedades (plagas generalistas o especialistas).
9. Ecología comparada de la invasora con la especie alóctona, que tiene más probabilidad de sustituir a la invasora después que se hayan tomado medidas de control. No tiene sentido erradicar una especie invasora para que la sustituya una peor.

Tabla 2. Categoría y descripción de la clasificación de plantas invasoras

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
0	No es maleza, ni es invasora
1	Maleza de poca importancia de tierras muy alteradas o cultivadas (paisajes creados por el hombre)
1.5	Malezas de categoría 1, importantes o muy extendidas
2	Malezas de pastos manejados para ganadería, plantaciones forestales o vías navegables artificiales
2.5	Malezas de categoría 2, importantes o muy extendidas.
3	Las que invaden hábitats naturales o seminaturales importantes (cierto interés ecológico)
3.5	Invasoras de la categoría 3, importantes o muy extendidas
4	Que invaden hábitats naturales o seminaturales importantes (es decir, vegetación rica en especies, reservas naturales, zonas que contienen especies raras o endémicas)
4.5	Invasora de la categoría 4, importante o muy extendida
5	Invasión que amenaza de extinción otras especies vegetales o animales

Tabla 3. Algunos ejemplos de plantas invasoras importantes y sus formas de crecimiento y hábitats característicos

Nombre de la especie	Forma de vida	Categoría de invasora	Hábitat invadido
<i>Acacia saligna</i>	Árbol	5	Hábitats abiertos
<i>Andropogon virginicus</i>	Hierba	3.5	Hábitats propensos a incendios.
<i>Clematis vitalba</i>	Trepadora	4.5	Bosque
<i>Clidemia hirta</i>	Arbusto	3.5	Bosque
<i>Hakea sericea</i>	Árbol	5	Propenso a incendios
<i>Lagarosiphon major</i>	Hierba	4	Hábitat acuáticos
<i>Lantana camara</i>	Arbusto	4.5	Abierto (seco)
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Árbol	4.5	Propenso a incendios (humedal)
<i>Mimosa pigra</i>	Arbusto	4.5	Abierto (humedal)
<i>Myrica faya</i>	Árbol	4.5	Bosque, abierto
<i>Pasiflora mollissima</i>	Trepadora	5	Bosque
<i>Pinus radiata</i>	Árbol	4	Bosque, abierto
<i>Pittosporum undulatum</i>	Árbol	5	Bosque
<i>Psidium cattleianum</i>	Arbusto	5	Bosque
<i>Rhododendron ponticum</i>	Arbusto	4	Bosque
<i>Salvinia molesta</i>	Hierba	4.5	Acuático
<i>Sesbania punicea</i>	Arbusto	4.5	Abierto o humedal

Es importante establecer la zona nativa de una especie alóctona, junto con las características biológicas y ambientales de su hábitat natural. Esta información es útil porque invariablemente da una idea de la biología y, por consiguiente, de su potencial para la invasión.

Baker (1995,1974 citado por Ríos y Vargas 2003) han establecido ciertas características de las especies de plantas invasoras que incluyen:

1. Alta tasa reproductiva
2. Alta capacidad de dispersión
3. Habilidad para reproducirse sexual y asexualmente
4. Rápido crecimiento desde la etapa plantular hasta la madurez sexual
5. Adaptación al estrés ambiental, lo que le genera una plasticidad fenotípica
6. Alta tolerancia a la heterogeneidad ambiental
7. Capacidad para utilizar gran variedad de recursos (especies generalistas en hábitat y dieta)
8. Asociación con ambientes intervenidos por el hombre

En diferentes instancias, foros, reuniones y sus documentos finales, bien globales, regionales o nacionales se consignan una serie de directrices y principios orientadores para prever el ingreso y dispersión de especies exóticas y/o de las invasoras. Como producto de las investigaciones desarrolladas, se ha establecido que el mejor mecanismo para estar alejados de los problemas derivados de tales acciones, son las medidas preventivas, asunto que en todos los países –incluido Colombia– involucra a muchas instancias gubernamentales –agrícolas, pesqueras de comercio, aduaneras, diplomáticas etc.–, que histórica y legalmente poseen caminos, políticas e intereses y visiones diferentes a la hora de la abordar la situación, por lo que su aplicación se hace casi imposible.

A su vez, existen múltiples documentos que han concebido medidas y directrices para prevenir la introducción de especies, el manejo de especies invasoras, su control y mitigación de impactos. Sólo que ninguna de estas recomendaciones ha sido acogida –en Colombia– y más bien la situación se perpetúa, pues la introducción de especies no parece tener límite y está mediada por los intereses estrictamente económicos, en contra de la conservación de la diversidad biológica que debiera ser la primera premisa a considerar.

En la Figura 2.1, se establecen las posibles y más comunes rutas, respecto a las especies alienígenas, sin importar si su ingreso ha sido intencional o no. Para el caso colombiano, nunca se ha implementado un método de análisis, cuando se han detectado especies exóticas ilegalmente introducidas, y son ejemplo de ello: tilapia nilótica (*O. niloticus*), rana toro (*R. catesbeiana*), caracol de jardín (*H. aspersa*), hormiga loca (*P. fulva*) y el alga *Kappaphycus alvarezzi*. Y las legalmente introducidas antes de la entrada en vigor de la Ley 99 de 1993 –Sistema Nacional Ambiental–, tuvieron unas muy someras “declaraciones de impacto ambiental” basadas en un 100% de los casos en análisis bibliográficos, sin llegar nunca a concebir probables impactos sobre la diversidad biológica nativa. Es decir, antes de 1993 y luego de 1993, aún existiendo una norma más estricta y teóricamente con mejores mecanismos de control y criterios para la toma de decisiones, no ha marcado una diferencia a favor de la diversidad biológica nativa. Para la toma de decisiones siempre ha imperado tres premisas: (1) la bondad económica de las introducciones, (2) el rápido retorno económico de las inversiones y (3) la muy probable generación de soluciones al sobreaprovechamiento de los recursos naturales renovables, a través de especies introducidas con características biológicas “mejores” a las de las nativas.

2.3.1. Prevención de las introducciones

Definitivamente, el mejor mecanismo es el de prever a toda costa la introducción de especies máxime si éstas han sido declaradas como potencialmente invasoras. Pero ello, no funciona en la práctica, pues como ya se enunció, los primeros criterios que se aplican son los de rentabilidad económica (aumento de la biomasa alimentaria –generación de empleo– aumento de ingresos), mientras que los criterios biológicos y los estudios a fondo para la toma de una determinación, son dejados en un segundo plano y nunca realizados –caso colombiano–. Los análisis sobre la pertinencia y/o conveniencia de permitir la introducción de una especie, son vistos como “un obstáculo a la libre empresa y al desarrollo económico”, lo cual termina en la aprobación de la mayoría de las solicitudes, sin los debidos análisis y el necesario rigor científico. Inclusive hasta se promulgan leyes que favorecen las actividades con especies ilegalmente introducidas (Ley 1011 del 23 de enero de 2006, por medio de la cual se autoriza y reglamenta la actividad de la helicultura (*H. aspersa*) y se dictan otras disposiciones).

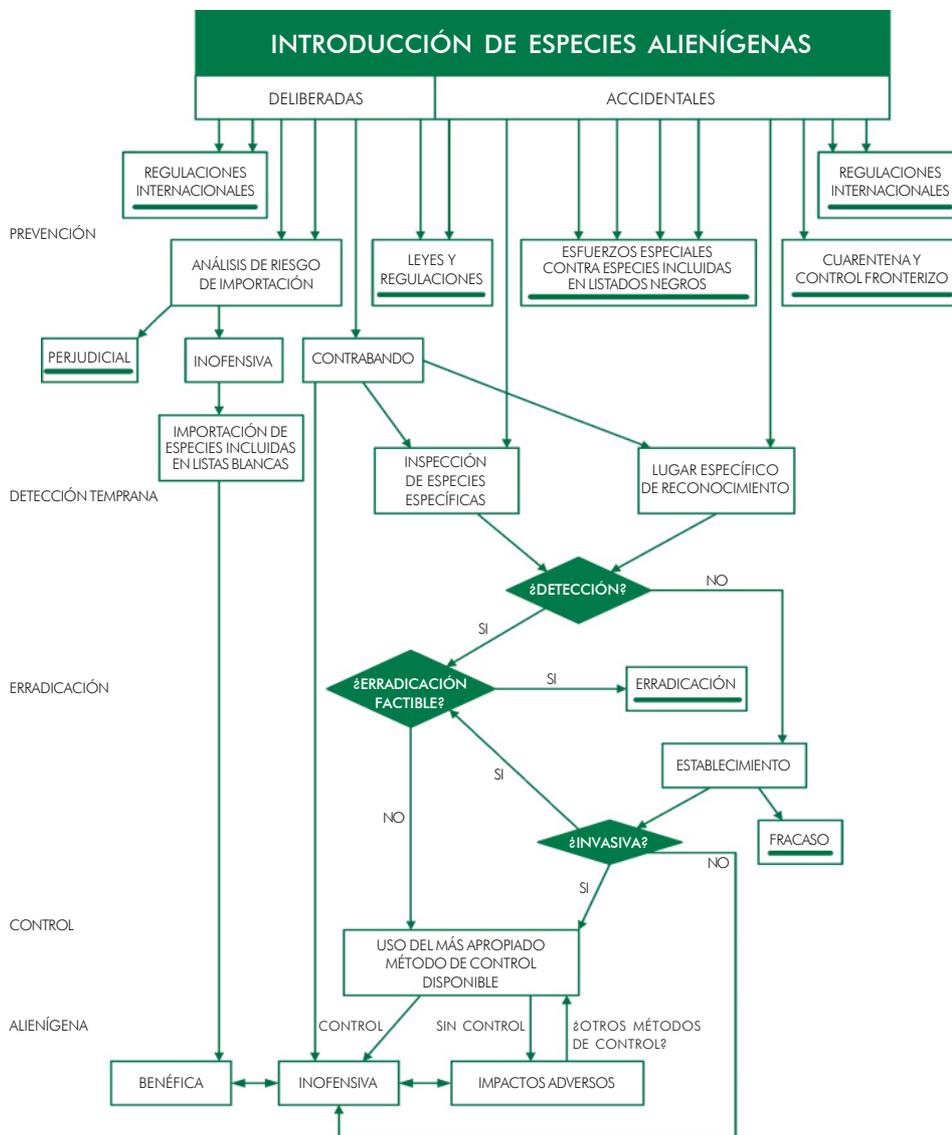


Figura 1. Opciones a considerar respecto a la introducción intencional o no de especies alienígenas; adaptado de Wittenberg y Cock (2001)

De manera general, se pueden presentar once situaciones respecto a la introducción y/o trasplante de especies foráneas (exóticas, no nativas), y trasplante o traslocación de especies nativas:

1. Importación e introducción de especies foráneas con fines de reproducción, para establecimiento de cultivos comerciales abiertos o controlados, para agricultura, fauna y flora, recursos hidrobiológicos y pesqueros o acuícolas, o de acuicultura controlada (intensiva - semintensiva - superintensiva - extensiva).
2. Importación e introducción de especies foráneas con fines de reproducción, para realizar repoblación (en aguas cerradas - aguas abiertas - áreas silvestres continentales), o con fines de ornato o como mascotas.

3. Importación de especies foráneas vivas, sin fines de reproducción, sino para consumo y/o ornato y mantenidas en medios controlados (acuarios - estanques - viveros - forestería, silvicultura, etc.).
4. 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.
5. Introducción de especies foráneas, con fines científicos y de investigación en ambientes controlados.
6. Trasplante de especies nativas con fines comerciales a través de acuicultura controlada, forestería, y los establecimientos de venta de mascotas, etc.
7. Trasplante de especies nativas con fines de repoblación en ambientes cerrados o abiertos, con el fin de ocupar espacios que han sufrido alteraciones poblacionales.
8. Introducción de especies foráneas ornamentales con fines de comercialización en sistemas controlados, como ornato, o mascotas.
9. Importación e introducción de híbridos de cualquier naturaleza, que han sido obtenidos mediante cruces genéticos tradicionales de especies nativas.
10. Trasplante a ambientes cerrados o controlados de híbridos obtenidos mediante cruces genéticos tradicionales y que podrían ser utilizados para actividades de repoblación.
11. Importación e introducción de organismos vivos modificados (OVM) a ser utilizados en investigación en ambientes controlados (laboratorios).

2.3.1.1. Principios orientadores

Basados en los documentos UNEP (2000a-2000b) en el interior de la CBD se establecieron algunos principios rectores interinos para la prevención, la introducción, y la mitigación de impactos derivados de las especies exóticas, los cuales en la "Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino" fueron aceptados por los países participantes (Ojasti 2001) y los mismos son:

1. **Enfoque de precaución.** La incertidumbre científica acerca del riesgo que plantean para el ambiente y la economía las especies exóticas, no debería ser motivo para no adoptar medidas preventivas contra su introducción, o para aplazar las medidas de erradicación, contención o control cuando se detecten.
2. **Enfoque jerárquico de tres etapas.** En general, la prevención resulta en mejor relación de costo-eficiencia y es preferible desde el punto de vista ambiental. Si ya ha ocurrido la entrada de la especie, la respuesta preferida sería la erradicación en la etapa más temprana

posible. En el caso de que esto no sea posible, podría optarse por la retención y las medidas de control a largo plazo.

3. **Enfoque por ecosistemas.** Cualquier medida para enfrentar las especies exóticas invasoras debería basarse en el enfoque de ecosistemas, en conformidad con las disposiciones del Convenio sobre Diversidad Biológica –CBD– y las decisiones de la Conferencia de las Partes.
4. **Responsabilidades de Estado.** Los Estados deberían reconocer el riesgo que pueden plantear a otros Estados si son la fuente de especies exóticas invasoras, por lo cual deberían adoptar medidas adecuadas para reducir al mínimo tal riesgo. Las actividades que pudieran constituir riesgos para otros Estados son: a) La transferencia deliberada o involuntaria de una especie exótica invasora a otro Estado, y b) La introducción deliberada o involuntaria de una especie exótica en su propio Estado, si hay riesgo de que la especie se propague hacia otro Estado y se convierta en invasora.
5. **Investigación y supervisión.** Para elaborar una base de datos adecuada sobre el problema, los Estados deberían emprender la investigación pertinente y supervisar las especies exóticas invasoras.
6. **Educación y conciencia pública.** Los Estados deberían facilitar la educación y la sensibilización del público acerca de los riesgos de la introducción de especies.
7. **Prevención.** Los Estados deberían aplicar medidas de control de fronteras y de cuarentena para asegurarse que: a) Las introducciones deliberadas estén sujetas a una autorización apropiada, y b) Las introducciones involuntarias o no autorizadas de especies exóticas se reduzcan al mínimo.
8. **Intercambio de información.** Los Estados deberían prestar apoyo a la elaboración de bases de datos como la que está actualmente elaborando el Programa Mundial sobre Especies Invasoras, las cuales habrían de utilizarse en el contexto de todas las actividades de prevención, introducción y mitigación (McNeely 2001).
9. **Cooperación.** La cooperación puede ser meramente interna (dentro del país), o entre dos o más países, tal como: a) Cuando un Estado de origen es consciente de que está siendo exportada una especie que puede ser invasora en el Estado importador, el exportador debe proporcionar la información sobre la posible característica invasora de la especie en el Estado de importación, b) Deberían prepararse acuerdos entre países para regular el comercio de determinadas especies exóticas, concentrándose en las especies invasoras particularmente dañinas.
10. **Introducción deliberada.** No debería haber ninguna introducción deliberada sin una adecuada autorización del organismo nacional pertinente. Debería realizarse una evaluación de los riesgos, incluida una evaluación de impactos ambientales como parte del proceso de evaluación, antes de llegar a una decisión de si ha de autorizarse o no una introducción propuesta.

11. **Introducciones involuntarias.** 1) todos los Estados deberían promulgar disposiciones sobre las introducciones involuntarias (o introducciones deliberadas que ya se han establecido como invasoras) y 2) identificar los trayectos frecuentes que conducen en introducciones involuntarias y han de promulgarse disposiciones para reducir al mínimo tales introducciones.
12. **Mitigación de impactos.** Una vez detectado el establecimiento de una especie invasora, los Estados deben adoptar medidas como la erradicación, retención y control para mitigar los efectos perjudiciales. Las técnicas a emplearse deben ser de buena relación costo a eficacia, no dañinas al ambiente, los humanos y a la agricultura, así como aceptables desde el punto de vista social, cultural y ético.
13. **Erradicación.** Cuando la erradicación sea posible y de buena relación de costo a eficacia, debe recibir prioridad ante cualquier otra medida. La mejor oportunidad de erradicar las especies exóticas invasoras es en las primeras etapas de la invasión, cuando las poblaciones son pequeñas y localizadas.
14. **Retención.** Cuando la erradicación no sea apropiada, limitar la propagación constituye una estrategia apropiada.
15. **Control.** Las medidas de control deberían concentrarse en reducir los daños causados, más que en reducir meramente el número de la especie invasora. Un control eficaz dependerá frecuentemente de la gama de técnicas integradas.

De manera muy concisa en diversos foros regionales y globales, se han establecido principios orientadores, con el fin de que las autoridades administrativas o científicas, puedan, en un proceso de evaluación, tomar las mejores determinaciones con el fin de prever impactos derivados de la introducción de especies y son los que a continuación se detallan (FAO 1995, Quentin *et al.* 1996, UICN 2000, McNeely *et al.* 2001, Ojasti 2001a, Ojasti 2001b, Wittenberg y Cock 2001).

1. La prevención de la introducción de especies exóticas invasoras es la opción más económica, efectiva y preferida, y justifica la mayor prioridad.
2. La acción rápida para evitar la introducción de especies exóticas potencialmente invasoras es apropiada, inclusive si existe una incertidumbre científica sobre los resultados a largo plazo de la potencial invasión.
3. Los ecosistemas vulnerables deberían recibir la más alta prioridad para la acción, especialmente para medidas preventivas y en particular, cuando se arriesgan los valores significativos de la diversidad biológica. Los ecosistemas vulnerables incluyen islas y ecosistemas aislados como lagos y otros ecosistemas de agua dulce, bosques nublados, hábitats costeros y ecosistemas de montaña.
4. Teniendo en cuenta que los impactos de muchas de las especies exóticas son imprevisibles, se deben hacer todos los esfuerzos para evitarlas, recurriendo si es del caso a la aplicación del Principio de Precaución. Por ello, ninguna introducción intencional debe permitirse, y en el caso de las no intencionales, una vez desconocidas, no actuar será un error imperdonable.

5. En el contexto de especies exóticas, una introducción debería ser considerada como *potencialmente dañina y peligrosa* a menos que exista una probabilidad razonable de que dicha introducción es inofensiva.
6. Las especies exóticas invasoras actúan como *contaminantes biológicos* que pueden afectar de forma negativa al desarrollo y a la calidad de vida. Por lo tanto, parte de la respuesta reguladora a la introducción de especies invasoras, debería ser el principio de que *“quien contamina paga”* en donde la contaminación está representada por el daño a la diversidad biológica nativa.
7. Las amenazas a la bioseguridad justifican la aplicación severa de los marcos normativos legales e institucionales, no permitiendo que su aplicación quede sujeta al devenir de los intereses económicos y de las prioridades institucionales coyunturales.
8. Se debe minimizar el riesgo de introducciones no intencionales.
9. Las introducciones intencionales sólo deberían realizarse con la autorización de las autoridades competentes. La autorización debería requerir evaluaciones completas basadas en consideraciones sobre la diversidad biológica (ecosistemas, poblaciones, comunidades, especies, y genomas).
10. Se deben evitar las introducciones no autorizadas y cuando ello ocurra, deben aplicarse las medidas preventivas necesarias y aplicar el marco normativo vigente. Obrar tarde significará mayores riesgos y mayores costos de erradicación y/o mitigación de los impactos.
11. Sólo se debería permitir la introducción de una especie exótica en el caso de que los efectos positivos de la introducción sobre el ambiente contrarresten los actuales y potenciales efectos adversos. Este principio es particularmente importante cuando se aplica a ecosistemas y hábitats aislados, tales como islas, sistemas de agua dulce o centros de endemismo, o especies con algún grado de amenaza.
12. No debería permitirse la introducción intencional de una especie exótica si la experiencia en otros lugares señala que el resultado probable será la extinción o la pérdida significativa de diversidad biológica.
13. Sólo debería considerarse y analizarse la introducción intencional de una especie exótica, cuando ninguna especie nativa es adecuada para los propósitos por los cuales la introducción ha sido solicitada y soportada –por ejemplo investigación científica–.

2.3.1.2. Introducciones no intencionales

La mayor parte de los invertebrados, semillas de malezas y agentes patógenos incluyendo casi todas las plagas agrícolas, ingresan de una manera accidental con cargamentos de víveres, forrajes, alimentos concentrados, plantas ornamentales vivas, como impurezas de semillas, en vehículos, barcos, contenedores intercontinentales, cargamentos de madera, equipaje de viaje-

ros, aguas de lastre o adheridos en el casco de barcos, o por obras hidráulicas que interconectan cuerpos de agua previamente aislados.

Desafortunadamente, puede ser muy difícil controlar las introducciones no intencionales, las cuales se dan a través de diversos medios y maneras. Ellas incluyen tipos de movimientos muy difíciles de identificar, controlar y evitar. Por su propia naturaleza, los medios más prácticos de minimizar introducciones no intencionales son mediante la identificación, regulación y vigilancia de las principales rutas comerciales. En tanto que las vías principales varían entre países y regiones, el turismo y comercio nacional e internacional son las rutas más conocidas de las introducciones no intencionales.

Las acciones recomendadas para reducir las probabilidades de introducciones no intencionales son:

1. Identificar y gestionar rutas que llevan a introducciones no intencionales. Las rutas utilizadas para introducciones no intencionales incluyen: el comercio nacional e internacional, el turismo, los embarques, las aguas de lastre, la pesquería, la agricultura, los proyectos de construcción, el transporte terrestre y aéreo, la forestería, la horticultura, el paisajismo, el comercio de mascotas y la acuicultura.
2. Las Partes Contratantes del Convenio sobre la Diversidad Biológica, y otros países afectados, deberían trabajar con el amplio espectro de autoridades internacionales de comercio y asociaciones industriales para reducir el riesgo de que el comercio facilite la introducción y dispersión de especies exóticas invasoras. En este punto se debería insistir en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites), respecto a una resolución que acoja el tema y algunos procedimientos de información y observancia entre las Partes.
3. Desarrollar lineamientos y códigos de conducta –en vez de normas siempre cambiantes– para cada uno de los sectores industriales, o artesanales que minimicen o eliminen las introducciones no intencionales.
4. Examinar las organizaciones y acuerdos regionales de comercio con el fin de minimizar o eliminar las introducciones no intencionales ocasionadas por su accionar, publicitando las normas globales, regionales y nacionales que deben aplicarse.
5. Explorar medidas como la eliminación de aquellos incentivos que facilitan la introducción de especies exóticas invasoras; aplicación certera y efectiva de las sanciones legales por la introducción de especies exóticas; divulgación de la información disponible (nacional, regional e internacional) sobre las especies exóticas invasoras, por país o por región, para su uso en los controles fronterizos y de cuarentena, así como en el análisis de los niveles de riesgo, en la prevención, la erradicación y en las actividades de control.
6. Desarrollar iniciativas apropiadas que reduzcan los problemas de especies exóticas ocasionados por las descargas de aguas de lastre y *hull fouling*. Estas iniciativas incluyen: mejores

prácticas de manejo de las aguas de lastre; diseño mejorado de embarcaciones; desarrollo de programas nacionales de aguas de lastre; regímenes de investigación, muestreo y seguimiento; información para las autoridades portuarias y las tripulaciones de las embarcaciones sobre los peligros asociados a las aguas de lastre. Diseminar en los niveles nacional, regional e internacional, lineamientos y recomendaciones internacionales, tales como las directrices de la Organización Marítima Internacional –OMI– sobre la descarga de aguas de lastre y sedimentos.

7. Establecer regulaciones e instalaciones de control fronterizo y de cuarentena, y entrenar al personal para interceptar la introducción no intencional de especies exóticas, para lo cual se requiere la edición de manuales debidamente ilustrados, que permitan actuar en las zonas fronterizas, puertos y puestos de control de manera ágil y oportuna. Las regulaciones para el control fronterizo y de cuarentena no deberían basarse en limitados argumentos económicos relacionados primeramente con la agricultura y la salud humana, sino en las amenazas a la bioseguridad a la que cada país se ve expuesto. La mejora del rendimiento en la intercepción de introducciones no intencionales, que llegan a través de rutas importantes puede requerir una expansión de las responsabilidades y de los recursos de los servicios de control fronterizo y de cuarentena.
8. Tratar los riesgos de introducciones no intencionales asociados con ciertos tipos de bienes o de embalaje, mediante la legislación y procedimientos de control fronterizo, que hasta donde se ha visto no se aplica en su integralidad.
9. Hacer la debida aplicación de las multas, penalidades y otras sanciones apropiadas para ser aplicadas a los responsables de las introducciones no intencionales ocasionadas por la negligencia o malas prácticas, bien del usuario o por parte de los controladores y/o administradores.
10. Asegurar que las compañías responsables del transporte o desplazamiento de organismos vivos cumplan los regímenes de bioseguridad establecidos por los gobiernos tanto en los países exportadores como los importadores. Procurar que sus actividades estén sujetas a los niveles apropiados de seguimiento, control y debidos reportes a las autoridades encargadas de su posterior control y seguimiento.
11. En el caso de territorios insulares (como el departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina) que tienen un alto riesgo y vulnerabilidad a las especies invasoras, se deberá evitar a todo costo la introducción de especies. Estas potenciales amenazas a la bioseguridad, requieren una mejor dotación de las operaciones de control fronterizo y de cuarentena, incluyendo mayores capacidades de inspección e interceptación, pues las entidades aduaneras y de policía, no las poseen.
12. Evaluar los grandes proyectos de ingeniería, como canales, túneles y caminos que atraviesan zonas biogeográficas de importancia biológica y, que puedan producir mezcla de flora y fauna que han estado separadas, y que en consecuencia podrían generar alteración de la diversidad biológica.

13. Contar con las disposiciones necesarias para tomar acciones rápidas y efectivas, incluyendo consultas públicas, y con los institutos de investigación, la academia y expertos nacionales e internacionales.
14. Así exista una entidad encargada de otorgar el permiso para la introducción de especies foráneas –Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial–, no debe estar bien visto que otras entidades del Estado, del ámbito ambiental o no, permitan la introducción de especies, o que sin haberlo hecho, pero conociendo tales acciones y actividades, no actúen acorde con la normatividad vigente y luego simplemente se proceda a su legalización.

2.3.1.3. Introducciones intencionales

Para prever las introducciones intencionales, se han recomendado a escala global muchas acciones, todas aplicables a Colombia, sólo que las mismas no han sido observadas por los diferentes entes encargados de manejar, administrar, controlar y regular el tema, por lo que en el inmediato futuro debieran tomarse algunas acciones, tales como las enunciadas por Alvarado y Gutiérrez 2002, Gutiérrez 2002, Gutiérrez 2004 que hacen referencia a:

1. Establecer un mecanismo institucional de comunicación apropiado, para que se conozcan las especies que han sido identificadas como invasoras a cualquier escala (nacional - regional - global) y dentro del más amplio concepto de “bioseguridad”. Esto es de muy alta prioridad debido a que es poco común que en los marcos legales de la mayoría de los países, se dé un tratamiento integral a las introducciones intencionales, es decir, considerando a todos los ambientes susceptibles a donde pueda ser introducida una especie, y sus probables impactos. La orientación tradicional es hacia sectores, p. ej. agricultura. Por consiguiente, los arreglos administrativos, estructurales y de conocimiento sobre los organismos a introducir, son con frecuencia inadecuados para atender el espectro de su variedad, las consecuencias para los ambientes en los cuales muy probablemente se vayan a introducir, o para ofrecer rápidas respuestas a las situaciones de emergencia, pues las instituciones siempre intentan establecer responsabilidades en segundas instituciones –que manejan, administran y regulan determinados recursos–, con el ánimo de no asumir una solución a una introducción intencional identificada.
2. Generar un mecanismo de consulta institucional, para tomar decisiones sobre si se permite o no una introducción, desarrollando lineamientos sobre su importación y liberación, y de encontrarse apropiada, establecer condiciones específicas.
3. Dar extrema importancia a los procesos efectivos de evaluación y toma de decisión. Realizar una evaluación de los riesgos y del impacto ambiental como parte del proceso de análisis que precede a la toma de decisión sobre cualquier introducción.
4. Demandar al pretendido importador que suministre las pruebas fehacientes de que la introducción propuesta no afectará adversamente a la diversidad biológica.

5. Incluir en el proceso de evaluación, consultas con las agencias del gobierno, los institutos de investigación, la academia, las ONG, investigadores y, en las circunstancias apropiadas, los países vecinos.
6. Donde sea relevante, requerir que se realicen pruebas experimentales específicas como parte del proceso de evaluación (por ejemplo, para analizar las preferencias alimentarias de una especie exótica o si ésta es infecciosa). Dichas pruebas son requeridas con frecuencia para propuestas de control biológico y se deberían desarrollar y seguir los protocolos apropiados para dichas pruebas.
7. Asegurar que el proceso de evaluación, permita a la autoridad competente del país importador, identificar y evaluar los posibles impactos, riesgos, costos (directos e indirectos, monetarios y no monetarios) beneficios y alternativas. De esta manera, la autoridad estará en posición de decidir sobre si los posibles beneficios contrarrestan o no las posibles desventajas. Una decisión interina, acompañada de la información pertinente, debería hacerse pública anticipadamente a cualquier permiso, para que las partes interesadas se manifiesten antes de que se tome una decisión final.
8. De ser apropiado, imponer condiciones de contención sobre una introducción. Además, como parte del manejo, se necesitan con frecuencia regímenes de seguimiento luego de una liberación.
9. Independientemente de las disposiciones legales, alentar a los exportadores e importadores para que cumplan estándares de mejores prácticas para minimizar cualquier riesgo asociado con el comercio, así como cualquier fuga accidental que pueda ocurrir.
10. Establecer regulaciones e instalaciones de control fronterizo y de cuarentena, y entrenar al personal para interceptar introducciones no intencionales.
11. Poner en práctica las sanciones penales, administrativas y de responsabilidad civil por la consecuente erradicación o por los costos de control de las introducciones intencionales no autorizadas.
12. Capacitar a los funcionarios de las diversas instituciones sobre la normatividad, los riesgos, los requisitos, la pertinencia, incluyendo la habilidad para tomar acciones rápidas y efectivas de erradicación o control.
13. Al igual que se realizan los esfuerzos necesarios en los niveles regional y global para reducir el riesgo de que el comercio facilite las introducciones no intencionales, emplear oportunidades para mejorar los instrumentos y prácticas internacionales relacionadas con el comercio que afecta a las introducciones intencionales. Por ejemplo, las Partes de la Convención Cites, están atendiendo las implicaciones que las especies invasoras puedan tener sobre la aplicación de la Convención. Iniciativas semejantes deberían ponerse en práctica con respecto a las autoridades internacionales de comercio y las asociaciones industriales.

2.4. Planificación de un programa de control

Como último recurso, en los casos en que la prevención haya fracasado, hay cuatro tipos principales de control por los que se puede optar (aunque a menudo se utilizan de manera combinada): el control físico, el químico, el biológico y el que se hace mediante el manejo ambiental. Las medidas de control deben tener una cuidadosa planificación. Las decisiones tácticas y estratégicas deben tomarse al principio y tenerse en cuenta la coordinación de los métodos de control y las soluciones de la lucha integrada contra las plagas (LIP). Tal como lo señala Coblenz (1990): *“Los programas para erradicar organismos exóticos dan una oportunidad para unir la buena ciencia y la buena conservación, en una biología de la conservación que funcione”*.

2.4.1. Principios orientadores

Los programas de control deberán estar precedidos de algunos análisis previos para la toma de decisiones, que permitan abordar el problema surgido a partir de una especie introducida y/o invasora y ello involucra:

1. Prevenir la introducción de especies exóticas invasoras debería ser la meta inicial.
2. La detección temprana de introducciones y de especies invasoras potenciales o conocidas, junto con la capacidad de tomar acciones rápidas, es frecuentemente la clave de erradicaciones exitosas y rentables.
3. La falta de evidencia científica y económica sobre las consecuencias de una invasión biológica, no deberían utilizarse como razones para posponer la erradicación, la contención u otras medidas de control.
4. La capacidad para tomar medidas apropiadas en contra de las especies exóticas invasoras, introducidas intencionalmente o no, deberían ser medidas a aplicar, sin poner como premisas para una decisión las consideraciones económicas o políticas.
5. Las mejores oportunidades para erradicar o contener una especie invasora se dan durante las primeras fases de la invasión, cuando las poblaciones son pequeñas y localizadas. (Estas oportunidades pueden existir por un corto o largo periodo de tiempo dependiendo de la especie involucrada o de otros factores locales).
6. La erradicación, bien sea de especies invasoras recién introducidas o no, es preferible y financieramente más efectiva que el control a largo plazo.
7. La erradicación no debería intentarse al menos que sea ecológicamente factible y se cuente con los recursos financieros, el compromiso científico, técnico necesario para ello.

8. Un enfoque estratégicamente importante de la erradicación es identificar los puntos vulnerables de las principales rutas de invasión, tales como puertos y aeropuertos internacionales, y las necesarias para actividades de seguimiento.

2.4.2. Priorizando especies

Cuando se decide qué especies son más importantes a los efectos del control, habría que tomar en cuenta que el mejor método de control es la prevención y es conveniente una intervención rápida. Por lo tanto, el control debería tener como objetivo a las invasoras recientes, así como a las establecidas. A este respecto, las demoras pueden ser altamente negativas, ya que la mayoría de las invasoras exitosas se reproducen rápidamente (*Salvinia* en plantas puede duplicar su población en 10 días – estrategia *r*). Casos para asumir de manera inmediata en Colombia han sido identificados por el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2005) que declaró como especies invasoras en plantas a: canutillo (*Melinis minutiflora*); retamo espinoso (*Ulex europaeus*); retamo liso (*Teline monspessulana*); susanita de ojos negros (*Thunbergia alata*); buchón (*Eichhornia crassipes*). En invertebrados marinos a: *Electroma* spp., que presumiblemente llegó del Indopacífico a través de las aguas de sentinas y/o adherido a los cascos de los buques y al mejillón de estuario (*Mytilopsis sallei*). En moluscos al caracol de jardín (*Helix aspersa*). En artrópodos la hormiga loca (*Paratrechina fulva*). En anfibios la rana toro (*Rana. Catesbeiana*) y en peces la trucha común (*Salmo trutta*); la trucha arco iris (*Onchorhynchus mykiss*) y la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En el 2006 se adicionó el gasterópodo *Corbicula fluminea*, registrado por el Invemar (publicación en revisión).

Desafortunadamente, el comportamiento institucional frente a las especies invasoras –por lo menos en Colombia– tiene una actitud muy pasiva y está dotada de todo el desconocimiento sobre su gravedad, primando el favorecimiento a la productividad, así se esté afectando la diversidad biológica. Por otro lado, la investigación ecológica y la investigación sobre el control biológico requieren mucho capital y trabajar sobre invasoras muy extendidas puede elevar mucho los costos. Por ejemplo, la investigación sobre el control biológico de la *Salvinia* (Salviniaceae, Repollo de agua) se ha aplicado por todo el trópico y la tecnología se transfirió a un costo extra relativamente bajo. Aunque las invasoras muy extendidas suelen ser muy difíciles de erradicar, una combinación de los métodos de control que más adelante se enunciarán pueden reducir su impacto.

El criterio más importante para priorizar especies debe ser el impacto sobre la conservación y, para ello deben tener prioridad áreas con especies amenazadas en cualquiera de sus categorías. A su vez, las áreas y los ecosistemas poco conocidos ecosistémicamente, también deberían tener como prioridad de atención a las introducciones y/o invasiones. Sin embargo, el control debiera considerarse “el arte de lo posible” y no se debería tomar ninguna medida de control, salvo, quizá la contención, contra especies en las que el control es intrínsecamente imposible. Por lo tanto, se debería dar prioridad a las especies que tienen posibilidades reales de ser controladas, en especial donde es viable la erradicación total. Del mismo modo, las medidas de control deberían comenzar con las especies de las que se conoce bien su biología, para que se puedan atacar los mecanismos causantes de la invasión y no sólo los síntomas. Cuando se conoce bien la

biología y la ecología de una especie, hay más posibilidades de impedir la reinfestación mediante un manejo fundamentado del hábitat.

2.4.3. Priorizando áreas

Producto de las experiencias mundiales, un sistema planificado geográficamente será más conveniente que uno basado en especies, particularmente en los casos en que una variedad de invasoras amenazan reservas. En Hawai, se ha tenido éxito concentrando el control en zonas pequeñas de gran valor ecológico –zonas ecológicas especiales– (SEA, por su sigla en inglés). En toda planificación es importante establecer con claridad cuál es la meta del control y el objetivo normalmente es la protección de las zonas de reservas más prístinas. De forma más general, el objetivo de control debería ser el de contribuir a los fines más amplios de la conservación: “*proteger la diversidad de las especies, la diversidad genética y los procesos ecológicos que los sustentan*”. En las primeras etapas de la invasión se puede adoptar una estrategia de contención: una detección precoz de la invasión seguida de una erradicación local completa suele contener la propagación y se puede dejar tal vez para después la zona central de la invasión. Para ello se requiere una vigilancia continua, especialmente de las zonas no protegidas que rodean las reservas más importantes. Si se contiene una invasión, no sólo es mucho más fácil hallarle una solución sino que subsiste la posibilidad de una erradicación total. Algunos ejemplos de control y erradicación de especies en diferentes taxas y ambientes, se presentan en el anexo al final del capítulo.



Campanita (*Digitalis purpurea*): especie introducida

2.4.4. Métodos de control

Cuando ha sido detectada una especie exótica invasora potencial o actual, en otras palabras, cuando la prevención no ha sido exitosa, los pasos para mitigar los impactos adversos incluyen la erradicación, la contención y el control. El propósito de la erradicación es remover completamente a la especie exótica invasora. El control procura reducir en el largo plazo la abundancia o densidad de la especie. Un caso especial de control es la contención, cuya finalidad es limitar la dispersión de la especie exótica invasora y contener su presencia dentro de límites geográficos definidos.

El control físico, está referido por ejemplo en plantas, al arranque manual (para hierbas anuales y las plántulas), la tala y la poda (para lianas, árboles jóvenes y árboles), la cava y el apalancamiento (con pico o palanca, para las plantas que se regeneran de partes subterráneas o plantas/árboles jóvenes que se regeneran de los brotes) o el corte con segadora o disco para las plantas herbáceas (McLoughlin y Rawling 1990, National Trust 1991). En el caso de plantas, puede ser muy eficaz para controlar algunas especies, por ejemplo los pinos, que no rebrotan o se regeneran a partir de brotes subterráneos. Sin embargo, muchas especies sí rebrotan después de la tala y se las mata solamente si se aplican productos químicos a la superficie del corte. Este tipo de control demanda altos costos de mano de obra.

Otra forma de control físico como la quema, puede ser eficaz, pero sólo puede emplearse, si no afecta ni la fauna, ni la flora autóctona. Algunas malezas acuáticas pueden ser sacadas a mano o utilizando grandes cosechadoras mecánicas y la materia orgánica puede utilizarse como abono para las tierras de cultivo. No obstante, las malezas acuáticas nunca se erradican por completo y la alteración física y la eliminación pueden en realidad estimular su propagación. De ahí, que para muchas especies el control físico es adecuado y eficaz. Sin embargo, en muchas especies invasoras importantes, el control físico se frustra por características como el rebote después de la tala, un banco de semillas duradero, la regeneración a partir de fragmentos de semillas producidas en abundancia y dispersadas eficazmente que reinfestan nuevas zona. Esta labor ha sido exitosa y valiosa en la eliminación, por ejemplo de plantas en ecosistemas aislados como islotes, donde es posible la erradicación completa. En cuanto a recursos hidrobiológicos o pesqueros, el control físico –mediante la pesquería– ha demostrado ser inútil para control de especies invasoras.

Cuando el control químico, va a ser aplicado en zonas de importancia ecológica plantea varias dificultades. Los herbicidas pueden reducir la cantidad de ejemplares de una especie invasora, pero si no se aplican repetidamente no limitarán su propagación, ni impedirán que se produzca una nueva invasión. Muchos herbicidas no son específicos y pueden dañar la fauna y la flora a la que no están dirigidos. Hay muchos además que son muy persistentes y pueden acumularse en el suelo o en el tejido de las hojas, por lo que es posible que afecten a los organismos del suelo y demás recursos autóctonos. Siendo costosos, de difícil transporte, manejo y residuales, no obstante en algunos casos es a menudo la única opción que tiene un administrador y constituyen una defensa de primera línea.

El control biológico o biocontrol, se basa en la utilización de enemigos naturales para regular las densidades de las especies invasoras o malezas. Cuando tiene éxito, la utilización de enemigos

naturales es un medio económico y sin riesgos de reducir las poblaciones de plagas y mantenerlas, muy por debajo de los niveles en que se torna perjudicial económica y ecológicamente. El aspecto decisivo del control biológico –en el caso de plantas– es la selección de los organismos que sean muy específicos de un huésped y no se conviertan a su vez en plagas de otras especies vegetales. Afortunadamente, muchos invertebrados son muy específicos de un huésped, pero garantizar que no se produzca un cambio de huésped requiere largas pruebas del posible agente de control biológico con las plantas que pueden encontrarse en el hábitat en el cual es introducido, así como con el huésped. Existen muchos ejemplos de fracasos notables alrededor de la introducción de organismos para controlar malezas, sin hacer mucho caso de los organismos no elegidos como objetivos. Uno de los mejores ejemplos ocurrió con los agricultores de Florida que introdujeron *Cactoblastis* (Lepidoptera) cerca de los lugares de especies autóctonas de *Opuntia* (Cactacea), lo cual afectó muchas otras especies.

Cualquier acción desarrollada alrededor del biocontrol deberá necesariamente seguir de manera estricta los siguientes procedimientos:

1. Determinar la región de origen de los biotipos de las especies invasoras (el objetivo). Esto implicará realizar una investigación taxonómica y biogeográfica.
2. Organizar expediciones para examinar la ecología del organismo o planta elegida como objetivo en su área nativa y determinar los posibles agentes de control biológico (es decir, invertebrados y enfermedades).
3. Organizar con el país huésped y el país que lleva a cabo el programa, los acuerdos y la autorización para recoger y transportar los posibles agentes.
4. Construir en el país que lleva a cabo el programa las instalaciones de cuarentena certificadas para probar y seleccionar los posibles agentes sin peligro de que se produzca una liberación accidental.
5. Determinar la biología de los posibles agentes del control biológico y los métodos para obtenerlos en grandes cantidades.
6. Evaluar los posibles agentes. ¿Cuáles tienen más posibilidades de lograr el control?
7. Hacer a los posibles agentes una prueba de especificidad del huésped. Esto implica estudiar a fondo los agentes durante 1 a 2 años y puede implicar investigar los hábitos de alimentación de hasta 10 agentes en unas 100 especies de prueba –rango para vegetales–.
8. Aprobar el agente para su liberación. Los resultados de las pruebas de especificidad deben ser examinados por personal científico, de investigación, usuarios de los recursos, academia y funcionarios del Estado.
9. Liberación del agente. Debería llevarse a cabo un programa de liberación planeado con cuidado en lo que respecta a la oportunidad y a los lugares para que el impacto y el establecimiento sean máximos.

10. Vigilar las poblaciones del agente 5 a 10 años para determinar el impacto en la planta invasora o las razones del fracaso, así como los efectos en las especies no elegidas como objetivo.

El control por el *manejo del medio ambiente*, está referido al hecho de que las medidas para reducir las alteraciones son medidas que afectan a todo el ecosistema y no tienen como objetivo solamente las especies invasoras o introducidas. Sin embargo, este tipo “de manejo del medio ambiente” es importante en lo que respecta a reducir la invasión. La reducción de la alteración complementa otras medidas de control. El tamaño de los claros –en el caso de especies vegetales– suele ser decisivo. En los bosques del Cabo –Sudáfrica– los claros naturales normalmente son muy pequeños, y constituidos por árboles muertos de pie. Los claros artificiales de más de 0,1 ha conducen a un microclima deteriorado, suelo seco y al establecimiento de especies herbáceas, sin repoblación forestal autóctona alguna (Geldenhuys 1982).

La prevención de la alteración puede exigir la resolución de conflictos. En Hawaii, las cabras y los cerdos son causas de alteraciones importantes pero en algunas zonas el Estado mantiene poblaciones de ellos para cazar (Smith 1989). Otro conflicto lo constituye la plantación de hierbas alóctonas para “mejorar el pastizal autóctono” (Humphries *et al.* 1991). Aunque esas hierbas no resulten ser invasoras, la alteración causada al plantarlas puede permitir otras invasiones. El control, de las invasoras, especialmente las grandes masas forestales monoespecíficas es en sí mismos una forma de alteración y se debería prestar algo de atención al efecto de la eliminación, en particular a su oportunidad con respecto a la regeneración de otras especies. En Australia, se probó que la eliminación de la invasora *Tradescantia* (Commelinaceae) fue sucedida únicamente por la regeneración masiva de *Lygustrum* (Oleaceae) como especie invasora (Stockard *et al.* 1985). En EE.UU., la eliminación de la *Lythrum salicaria* (Lythraceae) en los humedales donde en verano desciende el nivel del agua, sólo tiene como consecuencia que germinen masivamente las semillas en el barro expuesto. Para ganar ese terreno se ha sembrado una especie no invasora de sustitución (una hierba), la *Echinochloa frumentacea* (Poaceae). Esta especie es más favorable a las aves acuáticas que la *L. salicaria*. En el plano de lo ideal, las especies de sustitución deberían ceder lugar gradualmente a una gama más diversa de especies (preferentemente autóctonas). Entra las técnicas de manejo figuran también el mantenimiento de la demanda de pastoreo por encima del nivel óptimo para las invasoras (en los lugares donde la vegetación autóctona está adaptada al pastoreo o ramoneo de mamíferos ungulados) y mantener la frecuencia de incendios o el régimen hídrico, mediante el control sensato de los canales de desagüe de las tierras húmedas, para que el ecosistema sea resistente a las invasoras. Este tipo de técnicas normalmente requiere un conocimiento detallado de la especie invasora (Thompson *et al.* 1987).

2.4.5. Elección de métodos de control

La eliminación indiscriminada por medio de herbicidas o en forma mecánica es contraproducente en las reservas naturales, porque puede tener efectos perniciosos en el ecosistema y pone en peligro la diversidad y las especies raras. En cambio, un programa de control que consista en la utilización de herbicidas “con cuentagotas” (uso mínimo y aplicación con precisión) tiene buenos efectos. La eliminación física hecha con cuidado o el control biológico,

deben adaptarse a las exigencias concretas del ecosistema. Ocasionalmente se han ideado sistemas de lucha contra por ejemplo, las plantas invasoras y para determinados tipos de vegetación, como el “método Bradley” para el monte australiano cercano a Mosman (Bradley 1988). No obstante, a veces hasta puede justificarse la destrucción de toda la vegetación en una superficie pequeña, si es la única manera de salvar la reserva a largo plazo, como ocurrió con la *Pereskia aculeata* (Cactaceae. Grosellerro espinoso) en las reservas forestales costeras de Natal (Sudáfrica).

La forma de control que parece más barata a corto plazo no siempre es eficaz en función de los costos a largo plazo. En los sistemas agrícolas, para optimizar la eficacia en función de los costos se han utilizado modelos costo/beneficio, junto con los datos del patrón de propagación de la maleza. En el caso de la *Nasella* (Gramineae) en las mesetas australianas, la medida de control más barata para el gobierno (rociado con herbicida para contención de infestaciones leves) no dio el mayor beneficio económico público en el largo plazo, debido principalmente a los ingresos perdidos (costos de oportunidad) porque los pastos quedaron muy degradados. La opción cara de erradicar totalmente la *Nasella* y recuperar los pastos tiene sentido económico a largo plazo (Auld y Cooté 1981, Auld et al. 1982). Estos análisis son de difícil aplicación a la conservación de la naturaleza debido a la dificultad de cuantificar los “costos de oportunidad”, no sólo de los posibles ingresos perdidos procedentes del turismo y la recreación causados por las plantas invasoras, sino además los “costos” estéticos, científicos y culturales intrínsecos de la degradación del paisaje que ocasiona la invasión. Sin embargo, estos pueden calcularse aproximadamente como los costos que el Estado o el público están dispuestos a pagar por el orgullo y el interés de defender los ecosistemas naturales (una función de la educación ambiental).

Del mismo modo, el control biológico puede parecer una opción poco atractiva debido a los altos costos, que lo pasan de la esfera comercio-institucional, a la esfera estatal. No obstante, puede suponer gastos continuos y repetidos y por eso el control biológico puede ser más eficaz en función de los costos para la comunidad en su conjunto, o para el Estado mismo. Existen ejemplos, en donde estas acciones las adelantan las comunidades –caso poco común en Iberoamérica– (Tisdell et al. 1984).

Los métodos de control deberían ser social, cultural y éticamente aceptables, eficientes, no contaminantes y no deberían afectar de manera adversa a la flora y fauna nativas, a la salud y el bienestar humanos, a los animales domésticos y a los cultivos. Si bien es difícil cumplir todos estos criterios, pueden también verse como metas apropiadas, dentro de la necesidad de encontrar un balance entre la relación costo/beneficio del control y los resultados seleccionados como viables.

Las circunstancias especiales son tan variables que sólo es posible proveer amplios lineamientos sobre los métodos generalmente preferidos: los métodos específicos son mejores que los de amplio espectro. Algunas veces los agentes de control biológico pueden ser la opción preferida si se compara con los métodos de control físicos y químicos, pero requieren de un riguroso análisis antes de su aplicación y un seguimiento subsecuente. La remoción física puede ser una alternativa efectiva para eliminar plantas exóticas invasoras de un área. Los productos químicos deberían ser tan específicos como sea posible, no persistentes, ni acumulativos en la cadena alimen-

ticia. No se deberían utilizar contaminantes orgánicos persistentes, incluyendo los compuestos organoclorados. Los métodos de control para animales deberían estar exentos de la acostumbrada crueldad y ser consistentes con los propósitos del control.

2.4.6. Erradicación – Acciones recomendadas

La erradicación total de la especie introducida y/o invasora, es el estado ideal frente a la mitigación o eliminación de impactos y para ello, la literatura y los casos exitosos, recomiendan tener en cuenta:

1. Cuando pueda llevarse a cabo, la erradicación es la mejor opción de manejo para el tratamiento de especies invasoras donde ha fallado la prevención. Es mucho más rentable que el control continuo y es mejor para el medio ambiente. Las mejoras tecnológicas están aumentando el número de situaciones en las que la erradicación es posible, especialmente en islas. Siendo muy difícil la erradicación en los ambientes marinos, costeros o de aguas interiores. Para este último caso, sirva de ejemplo lo ocurrido con *Morone chrysops* (Pisces) que es un depredador invasivo y cuya erradicación condujo a que en el lago Kaweah (EE.UU.) se efectuara el tratamiento químico más extenso de que se tenga noticia, con el fin de erradicarla y a un costo de \$ 7,5 millones de dólares americanos (Dill y Cordone 1997).
2. Movilizar y activar de manera rápida los recursos y la capacidad técnica suficiente cuando se detecta una especie exótica invasora potencial. Las dilaciones reducen significativamente las posibilidades de éxito. El conocimiento local y la conciencia de la comunidad pueden ser utilizadas para detectar nuevas invasiones. Inclusive, aquí se deben concebir mecanismos de cooperación con países vecinos y/o fronterizos.
3. Dar prioridad de erradicación a los sitios donde ha ocurrido una nueva invasión foránea y aún no está bien establecida.
4. Asegurar que los métodos de erradicación sean lo más específicos posible, con la finalidad de no tener efectos duraderos sobre las especies nativas que no son objeto de erradicación. Algunas pérdidas incidentales en especies que no son objeto de la erradicación, pueden ser el costo inevitable de la erradicación y debería contrapesarse con los beneficios en el largo plazo para las especies nativas.
5. Tener certeza acerca de que la persistencia de toxinas en el medio ambiente no sea un efecto de la erradicación. Sin embargo, el uso de toxinas que son inaceptables para el control a largo plazo, puede justificarse en campañas de erradicaciones breves e intensivas. Los costos y beneficios del uso de toxinas deben ser cuidadosamente evaluados en estas situaciones.
6. Prever que los métodos empleados para remover animales sean tan humanos y éticos como sea posible, pero consistentes con el propósito de eliminar de manera permanente la especie exótica invasora de interés.

7. Dado que pueden existir grupos interesados que se opongan a la erradicación por razones éticas o por intereses propios, es importante incorporar, como parte integral del proyecto, una amplia estrategia de consulta, y desarrollar el apoyo de la comunidad a cualquier propuesta de erradicación.
8. Dar prioridad a la erradicación de especies exóticas invasoras en islas y otras áreas aisladas que tienen una diversidad biológica altamente distintiva o contienen especies endémicas o amenazadas.
9. Donde sea relevante, lograr beneficios significativos para la diversidad biológica mediante la erradicación de especies claves de mamíferos predadores exóticos (p. ej. ratas, gatos, mustélidos, perros) de islas y otras áreas aisladas que poseen especies nativas importantes. De manera similar, hacer blanco de la erradicación a mamíferos herbívoros asilvestrados (animales domésticos que se han vuelto salvajes) y exóticos con el fin de generar beneficios significativos para las especies nativas de plantas y animales en algún grado de amenaza reforzada por la introducción, o porque naturalmente lo está.
10. Recurrir al consejo de expertos cuando sea apropiado. Los problemas de erradicación que involucran especies asilvestradas son frecuentemente complejos, tal como determinar el mejor orden para la erradicación de dichas especies. Es posible que lo mejor sea adoptar un enfoque multidisciplinario, tal como se recomienda en las Guías para Reintroducciones de la UICN.

2.4.7. Definiendo los efectos deseados del control

La principal medida del éxito del control se refiere a la respuesta en la especie, el hábitat o el ecosistema que el control pretende beneficiar. Es importante concentrarse en cuantificar y reducir el daño causado por las invasoras foráneas, y no solamente en reducir el tamaño poblacional de las invasoras o de las especies foráneas. Es poco común que la relación entre el tamaño de la población de una plaga y sus impactos sea simple. En consecuencia, una estimación de la reducción en la densidad de una especie exótica o invasora no indicará necesariamente, una mejora del bienestar de las poblaciones nativas, del hábitat o del ecosistema bajo amenaza. Puede ser muy difícil identificar y vigilar adecuadamente las medidas de éxito. Sin embargo, se debe proceder a hacerlo si la meta principal, la prevención de la pérdida de diversidad biológica, ha de lograrse.

2.4.8. Estrategias de control - Acciones recomendadas

A diferencia de la erradicación, el control es una actividad de carácter continuo que tiene diferentes propósitos y objetivos. Si bien existen numerosos enfoques estratégicos que pueden adoptarse, ellos deberían tener dos factores en común. En primer lugar, se requiere que los resultados que se buscan, favorezcan a las especies nativas, sean claramente articulados y ampliamente apoya-

dos. En segundo lugar, se requiere capacidad de manejo y compromiso técnico y político para emplear los recursos que se necesiten a lo largo del tiempo para alcanzar los resultados. Los esfuerzos de control deficientemente enfocados y superficiales pueden ser un desperdicio de recursos que podrían ser mejor utilizados en otra parte.

Las acciones recomendadas son las siguientes:

1. Asignar prioridades a los problemas de invasión de especies exóticas de acuerdo con los resultados esperados. Esto debería incluir la identificación de áreas de alto valor por diversidad biológica nativa, y aquellas que se encuentran más expuestas al riesgo de las invasoras. Este análisis debe tomar en cuenta los progresos en la tecnología de control y ser revisado de tiempo en tiempo.
2. Diseñar una estrategia formal de control que identifique y acuerde las principales especies meta, las áreas de control, la metodología y los plazos. La estrategia puede aplicar a la totalidad o a partes del país y debería gozar de un nivel de importancia apropiado y equivalente, por ejemplo, al de los requerimientos del Artículo 6 del Convenio sobre Diversidad Biológica (Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible). Dichas estrategias deberían ser de dominio público, estar abiertas a las contribuciones del público y ser revisadas con regularidad.
3. Considerar detener una dispersión mayor como una estrategia apropiada cuando la erradicación no es factible. De hecho, la erradicación se hace posible sólo cuando el área de dispersión de la invasora foránea es limitado y contenido dentro de límites definidos. El seguimiento fuera del área de contención, junto con acciones rápidas para erradicar cualquier brote, son esenciales.
4. Evaluar si la reducción en el largo plazo de los números de invasoras foráneas es más probable de ser lograda mediante la adopción de una acción o conjunto de acciones relacionadas (control de acción múltiple). Los mejores ejemplos de acciones individuales provienen de la exitosa introducción de agentes de control biológico. Estos son los programas de control biológico clásicos.
5. Cualquier introducción intencional de esta naturaleza debería estar sujeta al control y seguimiento apropiados. En algunas ocasiones el uso de barreras de exclusión puede ser una efectiva acción individual de control. Un ejemplo de control de acción múltiple es el manejo integrado de plagas, el cual emplea al mismo tiempo agentes de control, combinados con métodos físicos y químicos.
6. Aumentar el intercambio de información entre los investigadores y las agencias de gestión, no sólo sobre las especies exóticas o invasoras, sino sobre los métodos de control. En la medida en que las técnicas cambian y se perfeccionan (caso colombiano es entrar a probarlas sobre distintas especies) es importante pasar esta información a las entidades de gestión, control y manejo, para que las utilicen.

2.4.9. Especies cinegéticas y asilvestradas como invasoras

Colombia ha estado exenta del movimiento de introducción de especies cinegéticas, dado que la actividad de la caza –como deporte o como costumbre– se da sin mayor preferencia sobre las especies nativas, sin haber llegado a plantearse la necesidad de introducciones. Para el caso de la pesca y/o acuicultura, las especies han ingresado con fines comerciales y “presuntamente” para ambientes controlados, aunque han pasado a los ecosistemas naturales.

Las especies asilvestradas pueden ser algunas de las especies exóticas más agresivas y perjudiciales para el medio ambiente natural, especialmente en las islas. A pesar del valor económico o genético que estas especies puedan tener, la conservación de la flora y fauna nativas debería ser prioridad en aquellos ecosistemas en donde se ubiquen especies asilvestradas. Sin embargo, algunas especies invasoras que causan daños severos a la diversidad biológica nativa han adquirido valores culturales positivos, ofreciendo con frecuencia oportunidades de caza y pesca. Esto puede resultar en conflictos entre los objetivos de manejo, los grupos interesados y las comunidades. En estas circunstancias, resolver la situación toma más tiempo, pero con frecuencia se puede llegar a un acuerdo mediante campañas de información y conciencia pública sobre los impactos perjudiciales de las invasoras foráneas, acompañadas de consultas y enfoques de manejo adaptados que cuentan con el respaldo de las comunidades. Los análisis de riesgo y las evaluaciones de impacto ambiental también pueden ayudar a desarrollar soluciones apropiadas y cursos de acción, sobre la base de información científica cierta.

Las acciones recomendadas son las siguientes:

1. Considerar el manejo de los conflictos de caza en tierras públicas mediante la designación de áreas especiales para la caza –acción contemplada en el Decreto 1608 de 1978– mientras se prosigue con controles más estrictos en otras partes para proteger los valores de diversidad biológica. La aplicación de esta opción está limitada a aquellas situaciones donde se asocia un alto valor a la especie exótica y aún así, los valores de diversidad biológica pueden aún ser protegidos a través de acciones localizadas.
2. Evaluar la opción de remover una cantidad representativa de animales asilvestrados para su crianza en cautiverio o domesticación, cuando se planee su erradicación de las áreas silvestres.
3. Alentar fuertemente a los propietarios y campesinos para que tengan el cuidado debido para evitar la liberación y escape de animales domésticos que son conocidos por el daño que pueden ocasionar como animales asilvestrados.
4. Desarrollar los mecanismos coercitivos y de multas, para refrenar dichas liberaciones y escapes en circunstancias que probablemente pueden acarrear consecuencias económicamente costosas y ecológicamente perjudiciales.

2.5. Directrices y acciones de gestión

Hay una corriente mundial liderada por Lodge y Shradler-Frechette (2003) que postula que la sociedad en general está recibiendo un mensaje confuso de investigadores, académicos y la prensa en general sobre el tema de las especies no nativas. Existen malos entendidos y tensión en relación con la ciencia, los valores, la ética ambiental y las políticas públicas relevantes a las especies invasoras “que son un subconjunto de las especies que causan daños económicos o ambientales”.

Aunque existe una tasa natural a la que ocurren las invasiones, es mucho más baja que las tasas actuales inducidas por los humanos. Al contrario de lo expresado por algunos partidarios de las especies exóticas y de las invasoras, el hecho de que algunas invasiones ocurran sin asistencia humana, no le confiere aceptabilidad moral a las invasiones de especies inducidas. También, a pesar de recientes afirmaciones de los contrarios, las reducciones de la biodiversidad nativa debido a especies no nativas son notables y están bien documentadas. Aún si no fuera verdad, el énfasis sólo en el número de especies como una medida de impacto, no incorpora adecuadamente el alto valor que muchos reconocen en la singularidad de la biota regional. Debido a que esta biota está teniendo a la homogeneización debido a las invasiones, la reducción del daño causado por las especies invasoras se ha convertido en una política pública apropiada y oficial en varios países. Sin embargo, la meta es la reducción de los impactos dañinos de las especies invasoras, incluidos los daños económicos y ambientales. Por lo tanto un reto mayor para la ecología, la ética ambiental y la política pública es el desarrollo de protocolos de evaluación de riesgos ampliamente aplicables y que sean aceptables para diversos usuarios.

La economía y sus beneficios han movido el tema de las introducciones. Las relaciones, ajustes y balances de la naturaleza, no parecen ser comprendidos y por ello planteamientos como los de Flannery (2001) que sugiere la reintroducción a EE.UU. de elefantes y leones, deben ser cuidadosamente analizados, pues generan opiniones en masa carentes de soporte científico.



Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

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) finalmente una postura ética. Muchos autores, entre estos Sagoff (1999,2000), presuponen que cualquier cosa siempre es natural (por ejemplo las especies invasoras). Esto es desde todo punto de vista ilógico, ética y moralmente inaceptable, además de una falacia biológica. Sagoff (2000) continúa con su argumento y consigna textualmente: *“nadie puede demostrar que las especies exóticas son menos o más propensas a ser peligrosas”*.

Los juicios de valor para decir que una especie es buena o mala, deben tener soporte científico. Ello corrobora las dos posturas existentes: la biológica y la económica; habiendo predominado la segunda, estamos expuestos a ver sucesos biológicos que no debieran ocurrir y sobre los cuales existe abundante información científica a cualquier nivel y taxa.

La gestión y el manejo del tema de la importación y posterior introducción de las especies exóticas requiere de la toma de políticas y procedimientos que siendo claros en las normas y en algunos de los protocolos establecidos nacional e internacionalmente, necesitan ser cabalmente cumplidos.

Para el caso colombiano, sin haberse realizado un diagnóstico a nivel nacional de la situación de las especies introducidas y/o trasplantadas, pero contando con algunos análisis iniciados en 1971 y una conferencia en 1986, que sentó los precedentes sobre la bondad o no de tales acciones, llama la atención que estando identificados, y evaluados muchos de los impactos de las especies introducidas, las trasplantadas y de las invasoras presentes aún perdure la quietud científica y administrativa, y el ya prolongado silencio para abordar el tema y emprender acciones que frenen la actitud de preferenciar lo exótico respecto a lo nativo. Por ello, a continuación se hacen propuestas sobre acciones a implementar en el inmediato y mediano plazo sobre el tema de la introducción de especies.

2.5.1. Acciones en el inmediato y mediano plazo

Las recomendaciones emanadas de los análisis y de la documentación nacional existente, tendrán que ver con el ordenamiento institucional; la acuicultura; la pesquería; los viveros; la silvicultura; el comercio de mascotas; la normatividad nacional e internacional; la investigación y la adopción de protocolos sobre aspectos como la cuarentena, el transporte, la patología y la genética entre otros tópicos. Los procedimientos a seguir poseen una prioridad que se refleja en acciones a implementar en el inmediato y mediano plazo, además de algunas propuestas para construir procedimientos en cuanto a introducción, traslocación y repoblación, los cuales son de suma urgencia en Colombia.

2.5.1.1. Acciones de inmediata realización

1. Las instituciones estatales que tienen responsabilidad en investigación, manejo, administración y control de los ecosistemas acuáticos y continentales, y sobre la introducción, traslocación y repoblación con especies foráneas o nativas de fauna y flora silvestre, deben

de manera inmediata aplicar los procedimientos que conduzcan a la realización de los estudios de impacto ambiental –EIA– cuando se requiera, o los estudios preliminares como requisitos previos a cualquiera de las actividades mencionadas.

2. Los estudios preliminares o los EIA para la introducción, la traslocación, la investigación y repoblación bien con especies foráneas o nativas deberán cubrir necesariamente: aspectos como ecología, genética, patología, cuarentena, transporte y aprobación de los diseños experimentales.
3. Al contrario de lo que ocurrió en el pasado y que está vigente como criterio básico, los posibles beneficios socioeconómicos que se puedan derivar de las acciones de introducción, traslocación y repoblación, deberán jugar un papel secundario en la toma de decisiones.
4. Los EIA propuestos para nuevas introducciones de organismos acuáticos deberían ser realizados por las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) o del sector al que le corresponda administrativamente el recurso a utilizar.
5. Es necesario que se reconozca la normatividad internacional y nacional relevante respecto al tema para generar una conducta responsable frente a la toma de decisiones implícitas en estas acciones, y que no persista la conducta de simplemente obrar y luego consultar y legalizar las actividades.
6. Los proyectos de acuicultura en aguas naturales o artificiales que utilicen especies foráneas o nativas traslocadas o híbridos de estas; la repoblación bien sea con nativas o foráneas, que no hayan estado precedidas de estudios biológicos (incluidas las previsiones genéticas) deberán ser considerados de alto riesgo o fuente de *contaminación 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, considerando su suspensión si son identificados como de alto riesgo para la diversidad nativa. Igual debe hacerse con los centros de conservación *ex situ* que ya cansados de algunas especies prolíficas, deciden emprender acciones de repoblación o de liberación inconsulta al medio natural.
7. Igualmente todas las especies exóticas, y las trasplantadas de cualquier naturaleza o taxa, deben trabajarse y/o utilizarse en ciclo cerrado y no en actividades de repoblación.
8. En aguas naturales y artificiales continentales, marinas, o salobres, las introducciones, las traslocaciones y la repoblación realizadas con especies no autorizadas, deben ser suspendidas, y sus infractores sancionados en proporción a los impactos causados, pues ha hecho carrera la introducción ilegal y luego su “normalización y reconocimiento como actividad legal”.
9. La acuicultura en jaulas flotantes debe ser considerada como medio indirecto de repoblación y por lo tanto, de alto riesgo de incorporación de especies al medio natural, por lo que los proyectos existentes deberán ser sometidos a evaluación y ordenación, e impedir la puesta en marcha de nuevos que no estén dotados de las debidas medidas de bioseguridad.

10. La amplia distribución espacial de las especies introducidas y trasladadas a aguas naturales, y en ecosistemas terrestres, hace urgente que se inicien las evaluaciones sobre sus impactos.
11. Se hace prioritario la realización a escala nacional de un inventario, y evaluación a nivel nacional de las especies introducidas y trasplantadas y sus impactos, con el fin de establecer un ordenamiento de la actividad. No hacerlo significará, permitir que los impactos vayan en ascenso y que se permanezca de manera pasiva ante un problema de gran magnitud.
12. Establecer procedimientos que permitan el control de la producción, venta y transporte de huevos, larvas, crías, reproductores, propágulos, semillas u otros organismos vivos utilizados por quienes tienen permiso para especies introducidas.
13. Elaborar la lista de las especies que poseen viabilidad ambiental, y que pueden ser utilizadas dentro del criterio de su uso responsable y manejo en ciclo cerrado.
14. Hasta no verificar los impactos que están ocurriendo sobre las poblaciones naturales por la utilización de híbridos o individuos genéticamente modificados, su utilización para el desarrollo de nuevos proyectos en el ámbito nacional debe suspenderse, o supeditarse a estrictos controles, que garanticen la eliminación del riesgo.
15. El manejo genético de especies nativas y exóticas a ser utilizadas posteriormente en actividades de traslocación, introducción y/o repoblación deberá ser responsabilidad exclusiva de las entidades del Estado administradoras, reguladoras, y encargadas de la investigación, incluidas en este caso los centros de investigación y la academia acogiendo para ello a las directrices establecidas.

2.5.1.2. Acciones de mediano plazo

1. Las entidades del Estado deberán apoyar investigaciones que conduzcan al conocimiento genético de las poblaciones nativas, estableciendo protocolos para el manejo genético de estas especies en confinamiento con fines de repoblación y cultivo o cría, en ecosistemas naturales o artificiales.
2. A nivel nacional, las estaciones piscícolas, los viveros, los jardines botánicos, la academia, las autoridades ambientales y los institutos de investigación, deberían orientar su esfuerzo económico y humano a la producción y transferencia de tecnología para la reproducción y manejo de organismos nativos con la variabilidad genética requerida y que puedan así ser utilizados, en programas de repoblación y recuperación de poblaciones. La declaratoria de especies amenazadas –ajustada en el 2005–, amerita una actitud que permita eliminar este cuello de botella y ello sólo será viable, si la conciencia es resolver un problema y no sólo reconocerlo.
3. Se debe proceder al diseño de investigaciones que permitan coleccionar información básica sobre la diversidad y vulnerabilidad de los recursos genéticos de los principales ecosistemas.

4. Las entidades del Estado reguladoras de la acuicultura, la silvicultura, y la actividad viverística, deberán diseñar programas para que quienes estén inmersos en estas actividades productivas, garanticen que los aprovechamientos que hacen del medio natural con el fin de reponer, renovar y/o aumentar su material biológico, no afectarán la sostenibilidad de las poblaciones naturales, ni su variabilidad genética.
5. Los investigadores que trabajan en domesticación de especies, deberían coleccionar *stocks* de tantos lugares dentro del ámbito de distribución regional como sea posible, asegurando así que se parta de una base genética más amplia.
6. Las granjas productivas y de investigación, no sólo deben dirigir sus esfuerzos para preservar y mantener los *stocks* actualmente domesticados, sino también a preservar y mantener las poblaciones silvestres filogenéticamente próximas a estos grupos genéticos como valiosos reservorios de variación genética.
7. Los productores, los investigadores, los administradores del recurso y las autoridades que apoyan y conducen investigación deben desarrollar metodologías, protocolos y sistemas de cría basados en la genética, para la generación de grupos genéticos adecuados, que permitan la implementación de programas de recuperación de las pesquerías. En este esfuerzo, deberán incluirse metodologías de evaluación de la productividad y supervivencia de las características del grupo liberado.
8. Las instituciones encargadas de la investigación e inventarios de la diversidad biológica a nivel nacional –incluida la academia– deberían propender por identificar las áreas geográficas de distribución de las especies, a fin de proporcionar antecedentes para la toma de decisiones sobre, dónde y cómo se deben iniciar los programas de preservación de recursos naturales renovables potencialmente amenazados o en riesgo de extinción, estableciendo la tácita prohibición de actividades de repoblación e introducción.

2.5.2. Algunas directrices

La introducción y la reintroducción de especies, y la reconstitución de poblaciones, tienen aspectos científicos, administrativos y legales, que aún siendo de vieja data a nivel global, poco han sido aplicados y respetados a nivel nacional, pues se ha pasado de los supuestos beneficios y solución de conflictos socioeconómicos, a los problemas derivados de acciones que no han estado dotadas del debido biorrigor científico y técnico y ahora mismo, la dificultad es cómo intentar remediar efectos ya presentes, que en muchos casos son irreversibles.

Todos los documentos internacionales, los códigos de conducta y códigos de práctica que hacen referencia al tema permiten concluir que en muchos países en vías de desarrollo se tienen problemas específicos para su aplicación por una amplia gama de factores que no se hace necesario desarrollar, pero que principalmente tiene que ver con lo relativo a la genética, a los protocolos de cuarentena, y al análisis de las consideraciones socioeconómicas.

Teniendo en cuenta de manera exclusiva las introducciones intencionales para cualquier componente de la diversidad biológica vale la pena recoger ocho de las recomendaciones que a nivel mundial son válidas y actuales:

1. *Aspectos generales:* La introducción de especies exóticas debe contemplarse sólo si se puede prever que de ello se obtendrán beneficios claros y si se considera que no existen especies autóctonas apropiadas para alcanzar el propósito de tal introducción.
2. *Introducciones en hábitats naturales:* No se deben introducir deliberadamente especies exóticas en ningún hábitat natural (aquel que perceptivamente no aparece alterado por el hombre), isla, lago, mar, océano o centro de endemismo, ya sea dentro o más allá de los límites de la jurisdicción nacional. Cuando sea conveniente, dichas áreas deben estar rodeadas de una zona de amortiguación lo suficientemente amplia como para prevenir el ingreso no intencional de especies exóticas a partir de las áreas cercanas. No se deben hacer introducciones de especies exóticas dentro de la zona de amortiguación si existe la posibilidad de que las mismas se expandan a las áreas naturales vecinas.
3. *Introducciones en hábitats seminaturales:* No se deben introducir especies exóticas en ningún hábitat seminatural, salvo que existan razones excepcionales para hacerlo, y en este caso sólo cuando la operación ha sido ampliamente investigada y planificada con cuidado antes de llevarla a cabo. Se considera como hábitat seminatural aquel que permite detectar cambios debidos a la acción humana, o aquel que esté manejado por el hombre, pero que aún parece un hábitat natural en cuanto a la diversidad de especies y a la complejidad de las interrelaciones que existen entre ellas. Se deben evaluar los efectos sobre los hábitats naturales o seminaturales cercanos de la introducción de cualquier especie, subespecie o variedad, tomando las medidas necesarias para reducir al mínimo los efectos negativos.
4. *Planificación de las introducciones beneficiosas:* Los principales elementos de la investigación y de la planificación deben ser:
 - a. Una fase de evaluación previa –teórica y documental– que lleve a una decisión sobre la conveniencia de la importación y/o potencial introducción.
 - b. Un ensayo experimental controlado.
 - c. La fase de introducción extensiva con vigilancia y seguimiento.

Por tenerse identificados con mediana profundidad los problemas derivados de las introducciones, de las traslocaciones, de las reintroducciones y repoblaciones con recursos hidrobiológicos, se han identificado acciones específicas en esta materia, pero que en general son procedimientos universales para cualquier recurso a ser introducido.

Si se hace necesario y/o prioritario ejecutar proyectos de repoblación o mejoramiento acuícola, o con fauna y flora silvestre, cualquier acción debe iniciarse caracterizando genéticamente tanto las poblaciones receptoras como las poblaciones de origen. Todas las actividades

acuícolas con especies exóticas o que entrañen una liberación importante de especies nativas, incluidas las fugas, hacia el ambiente circundante, así como las actividades de cría y las introducciones deliberadas, deberían comprender el acopio de datos genéticos tanto sobre el material inoculado como sobre los componentes pertinentes de la biota nativa del ecosistema en cuestión.

Cualquier acción en zonas aledañas o muy próximas a bancos de germoplasma locales *in situ*, deberán ser drásticamente reguladas, y cualquier contravención, sancionada frente al incumplimiento de la norma y a los potenciales efectos biológicos.

Ciertos programas de pesca y acuicultura entrañan riesgos mucho mayores para la diversidad biológica que otros: en particular: (i) la introducción de especies exóticas; (ii) el mejoramiento de poblaciones naturales con poblaciones de criadero, y (iii) el cultivo en jaulas, en grandes lagos y mares, sin considerar la capacidad de carga –embalse– de los mismos y sin las medidas de prevención de fugas, que han ocasionado trastornos biológicos que nunca fueron pensados, sino descubiertos *a posteriori*. Aquí, cabe nuevamente insistir en la necesidad de caracterizar genéticamente el material de repoblación utilizado y el de las poblaciones estrechamente emparentadas presentes en las aguas abiertas que pudieran recibir tal material, pues, en algunas circunstancias, la repoblación y la traslocación pueden tener mayores repercusiones sobre la diversidad genética que las introducciones o transferencias.

5. *Criterios para la aceptación de especies foráneas*: Las especies reconocidas a nivel global y nacional como invasoras, deberán quedar proscritas para importación, traslocación y repoblación. Los criterios generales y las pautas que deben conducir a aceptar la importación, e introducción de especies exóticas tiene que ver con:
 - a. La especie exótica debe ser necesaria y tener un deseable potencial ecológico, de recreación y económico.
 - b. No causar reducción de las especies nativas.
 - c. Estar precedidas y guiadas por estudios ecológicos completos.
 - d. Examinar las interrelaciones de las enfermedades y establecer cuarentena.
 - e. Realizar introducciones de prueba.
 - f. Tener disponibles mecanismos de control para evitar una sobrepoblación de la introducción final.
 - g. Establecer y prever controles biológicos a la sobrepoblación y a la especie a todos los niveles.
 - h. No utilizar las especies foráneas para repoblación, ni utilizadas en aguas o en ecosistemas abiertos. Su uso debe ser siempre en cuerpos de agua o en ecosistemas controlados.

Retomando diferentes recomendaciones surgidas del análisis de los problemas presentados a niveles global, subregional y nacional, por la introducción y traslocación de especies exóticas y/o traslocación de especies nativas, es posible determinar que cualquier decisión debe estar orientada por los siguientes postulados y acciones:

- a. Educar e incentivar a los importadores, cultivadores, comerciantes y aficionados a fauna y flora silvestre exótica, para que eviten introducciones accidentales e intencionales en ecosistemas locales.
- b. Instar a que ninguna autoridad ambiental, introduzca o permita la introducción, de cualquier especie exótica que pueda causar daños ambientales locales, regionales, o nacionales, o en ecosistemas transfronterizos.
- c. Autorizar a los comerciantes de fauna y flora exótica únicamente la importación de especies para venta y distribución controlada entre los aficionados. De ser imposible el control, la introducción entra en el criterio de riesgosa y negarse.
- d. Insistir en que la importación de fauna y flora exótica, se realice por acuerdo con las agencias gubernamentales indicadas, ya sea para investigación (que no involucre su introducción en sistemas naturales) o para exhibición (en acuarios, viveros, centros de conservación *ex situ* públicos por organizaciones oficiales o privadas). Tales importadores estarán sujetos a los procedimientos establecidos para la investigación y deberán mantener las especies bajo condiciones que eviten su escape o la introducción accidental una vez concluida tal investigación.
- e. Buscar que se prohíba o se considere no recomendable la introducción de toda especie exótica, sin importar su propósito o intención, en cualquier ecosistema, a menos que el organismo, especie u espécimen haya sido evaluado y hallado óptimo con base en las siguientes consideraciones:
 - *Razón fundamental*. Se deben presentar y sustentar claramente las razones de la importación, demostrando que la especie por introducir, es más deseable que cualquier especie nativa de su mismo nivel.
 - *Búsqueda*. Dentro de las calificaciones propuestas bajo razón fundamental, se debe realizar una búsqueda entre las posibles especies candidatas, con una lista preparada de aquellos más prometedoras y de los aspectos favorables y desfavorables de cada una.
 - *Evaluación preliminar del impacto*. Es necesario que esta evaluación vaya más allá de la razón fundamental para tomar en cuenta el impacto sobre los ecosistemas acuáticos nativos, el efecto general en: (i) los estocs para pesca deportiva, (ii) de consumo humano, (iii) las aves y las plantas acuáticas y (iii) la salud pública. Se debe revisar cualquier información publicada sobre la especie y se deben acopiar los estudios que sobre la especies se hayan efectuado en su medio natural.

- *Publicidad y revisión.* Exponer el asunto en forma amplia y buscar consejo profesional. Este punto debe tener la máxima minuciosidad. Ninguna importación será tan urgente que no deba estar sujeta a una evaluación cuidadosa.
- *Investigación experimental.* Si una importación anticipada cumple los primeros cuatro pasos, es obligatorio iniciar un programa de investigación científica por parte de una entidad científica o de una organización calificada para ensayar la importación en aguas confinadas (estanques experimentales, reservorios aislados etc.). La entidad científica (s) investigadora no tendrá autoridad para aprobar sus propios resultados o para efectuar la liberación de un estoc sino que deberá someter sus informes y sus recomendaciones a evaluación.
- *Evaluación o recomendación.* Se reiterará la importancia de la publicidad como de la circulación de informes finales entre los científicos interesados para su posterior publicación en órganos de reconocida seriedad científica.
- *Introducción.* Bajo una favorable evaluación, la introducción será llevada a cabo con mucha precaución y control, con la respectiva publicación o circulación de resultados. La introducción experimental no supone aprobar ninguna traslocación definitiva.

Considerando que cualquier especie, pero fundamentalmente las hidrobiológicas (marinas y continentales) no reconocen fronteras geográficas y que según los diagnósticos son las que presentan los mayores problemas para su control, alguna agencia u organismo internacional, o regional debería estar involucrado desde el principio en el proceso de investigación para la introducción y tener de ésta manera un actor imparcial en el análisis y decisión final. Bajo este procedimiento, las introducciones que se lleven a cabo deberán estar basadas en calidad, más que en cantidad evitándose así, cometer errores. En el ámbito mundial, subregional y nacional existen suficientes institutos de investigación y organismos públicos y privados, que pueden convertirse en contrapartes evaluadoras sobre la conveniencia de cualquier proceso.

6. *Procedimientos previos a la toma de decisiones respecto a importaciones, introducciones y traslocaciones:* De manera general, se pueden presentar las once (11) situaciones anteriormente descritas, todas ellas aplicables y en franco desarrollo por las actividades acuícolas y pesqueras a nivel nacional.

Para el caso de especies hidrobiológicas marinas o continentales, la Comisión de Pesca Continental para América Latina, miembro de la FAO y del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (Ciem) recomienda la adopción de medidas drásticas para impedir la introducción de especies no autorizadas o no aprobadas, y se acogieron entre otros a los siguientes procedimientos desde 1984, que fueron ratificados en la Conferencia de Río, en la Convención sobre la Diversidad Biológica y que pueden tener amplia aplicación a otro tipo de recursos:

- a. En caso de considerar cualquier introducción, presentaría al Consejo, al inicio de los estudios, información acerca de: la especie, la etapa del ciclo biológico, el lugar de la introducción y los objetivos propuestos, además de datos información sobre su hábitat, epifauna, organismos asociados, y posible competencia con las especies del nuevo ambiente, si las hay. Luego el Consejo debería considerar el posible resultado de la introducción y expresar su opinión sobre lo aceptable de la elección.
- b. Las autoridades pertinentes del país importador (entre ellas las autoridades en ordenación pesquera y de recursos hidrobiológicos), deberían examinar cada candidato para la admisión en su ambiente natural, con el fin de evaluar la justificación de su introducción, sus relaciones con otros integrantes del ecosistema y el papel que desempeñarían los parásitos y las enfermedades.
- c. Realizar una evaluación cuidadosa sobre los probables efectos de una especie introducida en la nueva zona, e incluso examinar los efectos de cualquier introducción anterior a ésta o de una especie similar en otras áreas.
- d. Los resultados de (a) y (c) deberán comunicarse al Consejo para su evaluación y comentarios.

Si se adopta (ra) la decisión de proseguir con la introducción, se recomendaron las siguientes acciones:

- a. Se debe instalar una población de reproductores en una situación de cuarentena regulada. Se podría proceder a ensayos experimentales de traslocación al ambiente natural, debidamente autorizados, a partir de la F_1 (primera generación) siempre que no se detecten enfermedades o parásitos, pero nunca con la importación original. El tiempo de cuarentena dará la oportunidad de observar enfermedades y parásitos. En el caso de peces, la población reproductora se desarrollará a partir de los estocs importados, de preferencia como huevos, o en su defecto como juveniles, de tal modo que haya suficiente tiempo de observación durante el período de la cuarentena.
- b. Todas las aguas residuales provenientes de los viveros o establecimientos de cuarentena, deben esterilizarse mediante un procedimiento aprobado que incluya la destrucción de todos los organismos vivos presentes en tales aguas.

Una vez importada una especie que pueda ser objeto de introducción, será necesario seguir con las siguientes acciones:

- a. Realizar un estudio continuo de la especie introducida en su nuevo ambiente, y presentar informes de avance a la autoridad competente.
- b. Restringir el área de la introducida a los cuerpos de agua en los cuales se intentó la introducción y no a otros.
- c. Impedir las introducciones, traslocaciones y repoblación con especies no autorizadas o no aprobadas, a través de la aplicación estricta de las normas por parte de las autoridades ambientales nacionales.

Mundialmente se ha reconocido la necesidad de que los organismos reguladores en todos los Estados, adopten las medidas más drásticas posibles para impedir introducciones no autorizadas, pero las autoridades a todos los niveles (mundial-subregional o nacional), han hecho caso omiso de tales recomendaciones. Como premisa no existe ninguna justificación para legalizar *introducciones no autorizadas*.

7. *Procedimiento para la introducción o transferencia de especies hidrobiológicas*: La introducción o transferencia de especies, hacen parte de las prácticas comerciales, por lo que se hace perentorio que se cumplan los siguientes procedimientos:
 - a. Inspección periódica (incluido el examen mediante técnicas microscópicas), por parte del país receptor del material con anterioridad a la traslocación masiva (si esta situación es la planteada) con el objeto de confirmar que está libre de plagas y enfermedades potencialmente introducibles. Si la inspección revela el desarrollo de cualquier efecto indeseable, debe suspender inmediatamente la importación. Los resultados y las iniciativas correctivas deben comunicarse al organismo ordenador y/o responsable de tales procedimientos.
 - b. Inspección y control de cada lote importado a su llegada.
 - c. Sometimiento a cuarentena y desinfección, en espacios construidos para el cumplimiento de tales procedimientos.
 - d. Establecimiento de una población de reproductores (F_1 o F_2) certificada como libre de patógenos específicos.

Universalmente, se han reconocido diversos protocolos, que exponen los procedimientos administrativos amplios, que se requieren tener en cuenta para: las introducciones o traslados; para transferencias con fines comerciales; importaciones para prácticas comerciales predominantes; y los destinados exclusivamente a estudios científicos en instituciones de investigación de cualquier naturaleza.

Colombia como signatario de convenciones, protocolos y directrices, y los estamentos que manejan, ordenan y regulan los recursos pesqueros e hidrobiológicos, cuando desee efectuar introducciones o transferencias de organismos acuáticos (marinos o de agua dulce) entre países o dentro de los límites nacionales deberá acogerse a los internacionalmente pactado. Esto evitará que cualquier introducción pueda afectar adversamente a otro país con el que se compartan cuencas hidrográficas continentales o marinas.

8. *Definición y alcance del contenido de los estudios para la importación, introducción y traslocación de especies hidrobiológicas*: Las introducciones y transferencias de especies foráneas con fines comerciales, son las que más traumatismos han ocasionado a los niveles nacionales, subregionales y mundiales, y son las que se siguen haciendo de manera irresponsable y desconociendo procedimientos técnicos. Por tanto, es necesario definir el alcance de las materias objeto de los términos de referencia para los estudios de impacto ambiental (EIA) antes de entrar en la formulación de los mismos. Las áreas de cobertu-

ra de los estudios, tendrán necesariamente que ver entre otros aspectos con el transporte, la ecología, la genética, la patología, la cuarentena y la disposición final de los materiales de importación.

Ahora que está en auge hablar de *bioseguridad* y cuando lo que puede ocurrir en la práctica es que el término quede restringido a los organismos vivos modificados (OVM), es bueno reflexionar sobre los impactos que producen las introducciones y las traslocaciones, que se efectúan bien con fauna o con flora y que global, subregional y nacionalmente en su gran mayoría nunca han estado dotadas del debido biorrigor, ni de los procedimientos técnicos y científicos que hubieran permitido ser categóricos para la toma de tales determinaciones. Por ahora, el ingreso de OVM de cualquier naturaleza debe ser visto con mucha reserva y no autorizado hasta contar con las suficientes pruebas científicas sobre su bondad y posibles controles. Generar simpleza en los mecanismos para su introducción por vías como “*la licencia previa*” lo cual obvia los análisis de riesgo, es abrir las puertas a su ingreso indiscriminado, por lo que cualquier determinación en este sentido debe ser científicamente valorado.

2.5.3. Lineamientos de educación y conciencia pública

A todos los niveles (global, regional y nacional) y en los diferentes instrumentos y directrices dadas en las diferentes convenciones, acuerdos y protocolos que han incluido el tema de las introducciones, traslocaciones y uso de especies invasoras, se ha identificado la educación y la generación de conciencia pública como herramientas válidas, que en algún momento pueden frenar el desafuero, con el que se toman decisiones administrativas o políticas frente al tema.

2.5.3.1. Principios orientadores

La falta de difusión del tema, su complejidad y del grado de amenaza que representa para la diversidad biológica, son aspectos, que están relegados a los investigadores, a la academia y a los foros de expertos, siendo escasa la generación de un “colectivo que piense en este tema” y que genere algunas actitudes a la hora de la toma de decisiones bien administrativas, científicas o económicas. Por ello, a continuación y tomando en consideración lo establecido por la UICN (2000) se consignan algunas generalidades respecto a directrices en esta materia.

1. El entendimiento y la conciencia, basados en la información y el conocimiento, son esenciales para determinar que las especies exóticas invasoras, como los de introducción, constituyen un tema de prioridad que puede y debe ser tratado.
2. Una mejor información y educación en todos los sectores de la sociedad sobre las especies exóticas invasoras, aunados con una mayor conciencia pública, son fundamentales para reducir los riesgos de introducciones no intencionales o no autorizadas y para establecer mecanismos de evaluación y autorización de las introducciones intencionales propuestas.

3. El control y la erradicación de especies exóticas invasoras tienen más posibilidades de éxito si son apoyadas por las comunidades locales, los sectores productivos, y todos aquellos que cuenten con información.
4. Información y resultados de investigaciones bien comunicados, son requisitos vitales para el entendimiento y la conciencia.

2.5.3.2. Acciones recomendadas

En Colombia, al igual que en toda Iberoamérica, el tema se haya en cabeza de varias entidades. Se poseen marcos normativos algunos muy fuertes, otros débiles y en el peor de los casos el tema ni siquiera normativamente se ha planteado. A su vez, las competencias científicas, técnicas y administrativas, son de varias entidades y cada una de manera aislada y por fuera de la Convención sobre Diversidad Biológica, terminan tomando sus propias decisiones, y permitiendo la introducción de especies invasoras o no. Por ello, se considera prioritario que en una primera instancia, se apliquen recomendaciones que universalmente han sido identificadas y que tienen que ver con:

1. Identificar los intereses y las funciones específicas que los diferentes sectores y comunidades relevantes tienen en relación al tema de las especies exóticas invasoras y proveerles información adecuada y recomendaciones de acción. Cada grupo meta requerirá estrategias de comunicación específicas que contribuyan a reducir los riesgos impuestos por las especies exóticas invasoras. El público en general es un grupo meta que debe considerarse.
2. Hacer que la amplia disponibilidad de información actual, precisa y fácil de acceder sea un elemento central para la formación de conciencia. Suministrar información a las diferentes audiencias en formato electrónico, manuales, bases de datos, revistas científicas y publicaciones populares.
3. Considerar a los importadores y exportadores de bienes, así como de especies y organismos vivos, como grupos meta claves para los esfuerzos de información/educación orientados a un mayor entendimiento y conciencia sobre el tema, y su papel en la prevención y en las posibles soluciones.
4. Animar al sector privado para que desarrolle y aplique lineamientos para mejores prácticas y dé seguimiento al cumplimiento de dichos lineamientos, de preferencia con respecto a las sanciones y penalidades.
5. Como una importante prioridad, proveer información y recomendaciones de acción a los viajeros, tanto dentro del país como entre países, especialmente antes de iniciar sus viajes, a través de material escrito y visual. El aumentar la conciencia sobre cuánto contribuyen los viajes de la gente al problema de las invasoras exóticas, puede mejorar el comportamiento y la relación costo-beneficio.

6. Alentar a los operadores de las empresas de ecoturismo para que aumenten la conciencia sobre los problemas ocasionados por las especies exóticas invasoras. Trabajar con dichos operadores para desarrollar directrices para la industria, con el fin de prevenir el transporte no intencional o la introducción no autorizada de especies exóticas (especialmente semillas) y animales hacia hábitats y ecosistemas insulares ecológicamente vulnerables.
7. Además, del entrenamiento práctico sobre los aspectos de identificación y regulación, capacitar al personal de los controles fronterizos, de cuarentena u otras instalaciones relevantes, para que tomen conciencia sobre la amplitud del contexto y las amenazas a la diversidad biológica.
8. Incorporar estrategias de comunicación en la fase de planificación de todos los programas de prevención, erradicación y control. Al asegurar que las comunidades locales y todas las partes afectadas son consultadas de manera efectiva, la mayoría de los malos entendidos y desacuerdos pueden resolverse con anticipación.
9. Publicar manuales sobre especies introducidas y/o trasplantadas y los impactos que han ocasionado nacional, regional y mundialmente. Estos manuales se deberán difundir de manera amplia entre investigadores, académicos, entidades de gobierno (institutos de investigación, universidades, investigadores, organizaciones no gubernamentales, corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible, unidades ambientales urbanas, gobernaciones, municipios, unidades municipales de asistencia técnica, Servicio Nacional de Aprendizaje, aduanas, empresas áreas, etc.).
10. Incluir temas de especies exóticas invasoras, y las acciones que pueden tomarse para atenderlos, en los lugares apropiados dentro los programas educativos y las escuelas.
11. Asegurar que la legislación nacional aplicable a la introducción de especies exóticas, tanto intencional como no intencional, sea conocida y entendida, no sólo por los ciudadanos e instituciones del país, sino también por los extranjeros que importan bienes y servicios y por los turistas.



Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

2.6. Mecanismos operativos para el estudio de solicitudes de importación e introducción de especies foráneas o trasplante de especies nativas

A fin de dotar de agilidad las solicitudes y trámites, los términos y condiciones, para la introducción de cualquier especie foránea, y trasplante de organismos nativos, se propone que todas las solicitudes una vez se reglamente el Decreto 1220 de 2005 (Licencias ambientales) pueda serlo en el siguiente sentido y procedimiento.

2.6.1. Requisitos preliminares

Constituyen la información básica, con la cual un comité evaluador, determinará si se considera conveniente o no la introducción, o el trasplante de los organismos propuestos. En esta etapa, las solicitudes de “admisión” de introducción, y el trasplante de especies nativas, son evaluadas preliminarmente y se determina su validez y viabilidad, dando lugar a dos situaciones: (1) que se rechace la solicitud y (2) que se le entreguen por parte de la Autoridad Ambiental competente los términos de referencia para el EIA.

2.6.2. Requisitos definitivos

Hacen relación a la información que debe ser desarrollada en el estudio de impacto ambiental (EIA), tanto para la introducción y/o trasplante de especies foráneas por parte del MAVDT, y por las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, para el caso del trasplante de especies nativas y/o actividades de repoblación.

2.6.3. Financiación de los estudios

Los estudios de impacto ambiental, para la introducción, y los planteamientos técnicos y científicos para el trasplante de especies nativas, deberán ser financiados por el interesado y son viables dos posibilidades para su realización:

1. Que sean directamente realizados por el interesado y con intervención del organismo o entidad que convenga y/o acepte el comité de evaluación.
2. Que el interesado contrate con una entidad u organismo estatal (Corporación Autónoma Regional o de Desarrollo Sostenible, instituto de investigación del SINA, universidad, laboratorio de investigación, investigadores privados, etc.) su realización, teniendo la oportunidad de cogestionar su desarrollo.

2.6.4. Comité de evaluación

La evaluación de las solicitudes, sería realizada por un comité evaluador, al cual podrán ser convocados por el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT– y bajo la responsabilidad de la Dirección de permisos, licencias y trámites del Ministerio, entre otras las siguientes entidades y para ello el MAVDT validará la pertinencia de las convocatorias, según el tipo de solicitud y de organismo a importar, introducir o trasplantar:

1. La Dirección de permisos, licencias y trámites ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
2. Las Autoridades Científicas Cites (Coordinadas por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt).
3. La (s) corporación (es) autónoma (s) regional (es) involucrada (s) en la introducción o en el trasplante.
4. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
5. El Instituto Colombiano de Desarrollo Rural –INCODER– a través de la Subgerencia de Pesca y Acuicultura.
6. El Instituto Colombiano Agropecuario –ICA–.
7. El Ministerio de la Protección Social.
8. Una o varias universidades con capacidad técnica y científica sobre el tema a tratar.
9. Investigadores privados o de entidades públicas.

El comité evaluador, deberá contar de manera previa y como mínimo con un (1) mes de anticipación a cualquier reunión o consulta por cualquier medio electrónico o formal, la información, que le permita realizar análisis, consultas y búsqueda de otras fuentes que le ayuden a la toma de una decisión acertada.

La convocatoria será realizada y coordinada por la Dirección de permisos, licencias y trámites del MAVDT.

Cuando el comité lo considere conveniente podrá invitar o consultar a técnicos, entidades y organizaciones diferentes a las antes mencionadas.

La secretaría del comité, se recomienda sea desarrollada por la Dirección de permisos, licencias y trámites del MAVDT, que posee la potestad legal para definir sobre la introducción de especies y/o remitir a las autoridades ambientales recomendaciones sobre actividades de trasplante de diversidad biológica.

El carácter del comité si no se formaliza podría actuar como órgano de consulta, mientras que si adquiere un *status* legal dentro de la reglamentación que se haga del Decreto 1220 de 2005, sus decisiones y recomendaciones podrían ser de obligatorio acatamiento.

2.7. Lineamientos para el intercambio de información

Tendrán la academia, los institutos de investigación, los investigadores y en general los interesados en el tema de introducción, trasplante y repoblación, aunar esfuerzos y “proveer de la mejor manera” toda la información que sobre el tema se posea, pues a la fecha está totalmente desperdigada y los esfuerzos por parte de algunas personas para acopiarla, nunca será efectiva, dado el carácter de reserva que a la misma se le imprime por quienes la poseen.

Existen algunas redes mundiales de base de datos que permiten acceder a las publicaciones sobre las características, e impactos de especies consideradas como invasoras y en general sobre los impactos de especies introducidas. Allí se incluyen los detalles ecológicos pertinentes, por lo que es viable tomar una decisión sobre si permite o no la introducción de una especie.

Hay esfuerzos regionales para crear una red que permita poseer información disponible sobre especies invasoras o a introducir, pero estas acciones no tienen todavía una fuerte acción, y cuando ello ocurra, la red deberá ser de amplia participación, por lo que sería conveniente iniciar tales acciones por lo menos a nivel del área andina, aprovechando los diagnósticos que sobre el tema ya están adelantados por parte de la Comunidad Andina. En este punto es necesario vincular a la Comisión Permanente del Pacífico Sur –CPPS– que de manera conjunta con la CBD y la UICN, poseen información, y capacidad técnica sobre las introducciones en zonas costeras y marinas.

No se deberá comenzar a conformar una red nacional sobre especies exóticas y/o invasoras, hasta tanto no existan los debidos acuerdos sobre los procedimientos, los contenidos, la responsabilidad, la autoría, los mecanismos de acceso, el manejo de la información, los responsables y la constitución de una base central de la misma. Experiencias en otros campos y sobre la conformación de redes, ha demostrado que el no cumplir con estos requisitos conlleva a demoras y a futuros conflictos.

Finalmente, el llevar a cabo la constitución de una red debe fundamentarse en varios compromisos: (1) levantar información básica sobre las especies introducidas, las invasoras y las trasladadas; (2) evaluar sus impactos; (3) divulgar la normatividad nacional y regional en estas materias; (4) designar autoridades únicas en estas materias a fin de establecer líneas de trabajo unificadas; (5) acordar protocolos mínimos para los temas de introducción, manejo y/o erradicación de especies invasoras o trasladadas; (6) disponer de un mecanismo de información y consulta, que permita de manera unificada responder a las múltiples solicitudes que hacen los usuarios y (7) disponer de un acceso debidamente consentido a las bases de datos, casos de estudio y respuesta a consultas tanto a la CBD, como a través del ISSG (Invasive Species Specialist Group).

ANEXO

Erradicación o control de especies invasoras Casos de estudio

Detección temprana y erradicación del *White-Spotted Tussock Moth* en Nueva Zelanda

La oruga de la polilla *White-Spotted Tussock* (*Orgia thyellina*) fue detectada por primera vez en un árbol de durazno en un área suburbana en el este de Auckland en abril de 1996. Su introducción fue accidental.

Nativo de Japón, Taiwán y Corea, este insecto se adaptó a las condiciones de esta región del norte subtropical de Nueva Zelanda y tuvo el potencial para causar daños severos a un amplio rango de árboles y otras plantas.

Inspecciones realizadas por el grupo de Servicios de Consultoría de Sanidad Forestal de Nueva Zelanda, mostraron que la distribución de esta nueva plaga fue limitada a un área de 400 ha. El Ministerio de Forestación lideró un proceso de respuesta de contingencia de varias agencias basado en el programa de erradicación utilizando Foray 48B (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) como una opción de control. Foray 48B fue aplicado utilizando técnicas aéreas y de suelo, inicialmente sobre 400 ha, pero esta área fue reducida progresivamente para que las aplicaciones finales fueran solo en 300 ha.

No sorpresivamente, masas de huevos fallaron en mostrar el patrón natural de incubación sincrónico del Hemisferio del Norte, lo que conllevó a efectuar un programa de fumigación comenzando en octubre de 1996 y extendiéndose hasta principios de marzo de 1997. En total, 23 tratamientos de fumigación aérea y terrestre fueron aplicados a las áreas infectadas y a las de amortiguación. En todo momento, las operaciones de erradicación fueron completamente sustentadas por un equipo de investigadores y técnicos expertos trabajando conjuntamente con especialistas operacionales. El monitoreo de la eficacia de las fumigaciones fue logrado utilizando algunos métodos alternos. Por ejemplo, polillas hembras fueron aprisionadas en trampas selladas en ubicaciones seguras por toda la región, con el objetivo de atraer machos. Seis machos fueron atrapados en abril de 1997, pero no se han encontrado estadíos vivos de *O. thyellina* en el campo desde entonces.

Una iniciativa internacional paralela instituida por el Ministerio de Forestación llevó, a mediados de 1997, al aislamiento y síntesis de la feromona producida por polillas hembras para atraer a los machos. Esto permitió colocar un conjunto de 7500 trampas durante el verano de 1997-1998. No se encontraron polillas y el proyecto fue cerrado en julio de 1998. Un conjunto de trampas con feromonas fue mantenido durante el verano de 1998-99, otra vez sin ninguna captura de *O. thyellina*, por lo que se considera que el programa ha erradicado la polilla en Nueva Zelanda.

Los \$12 millones de dólares NZ gastados en el programa se consideran justificados, basándose en el daño que sin duda hubiera causado la polilla en el ambiente de bosque urbano, en la horticultura y en un menor grado, en los bosques exóticos y nativos de Nueva Zelanda.

Ross Morgan, Gerente Nacional, Servicios de Consultoría de Sanidad Forestal de Nueva Zelanda,
PO Box 6262 Rotorua, Nueva Zelanda E-mail: MorganR@forestry.govt.nz

La primera erradicación de un invasor marino introducido y establecido

Una especie desconocida de anélido poliqueto sabelido llegó accidentalmente a California en un cargamento de abalone proveniente de Sudáfrica. Esta plaga estaba inicialmente contenida en instalaciones de maricultura. El gusano origina en el abalone, malformación de concha y un crecimiento lento en los cultivos. Poblaciones intertidales establecidas fueron descubiertas cerca de Cayucos, California, en 1996.

Un programa de erradicación basado en la “teoría epidemiológica de comienzo de transmisión” fue implementado y definido como: en el momento en que la densidad de etapas transmisibles y la densidad de huéspedes altamente susceptibles estén debajo de la velocidad de transmisión de reemplazo, generaciones sucesivas de la plaga morirán.

El programa de erradicación incluía: (1) prevención de liberaciones adicionales de gusanos adultos de las instalaciones; (2) reducción de la población adulta de la plaga; (3) reducción de la población nativa del huésped más susceptible. Estas tres vías de trabajo tuvieron como objetivo la plaga, pero también el huésped que es requerido para la continuación de la población ya establecida. En Abril de 1998, inspecciones realizadas encontraron que las nuevas infestaciones habían sido eliminadas. Este programa de erradicación potencialmente exitoso sugiere la necesidad de: (1) detección temprana; (2) cooperación entre intereses comerciales, agencias reguladoras y científicos en control de plagas; (3) respuesta rápida; (4) desarrollo de una estrategia de control con una base teórica; (5) esfuerzos persistentes más allá del punto donde la situación ha mejorado; y (6) monitoreo de la eficacia de la erradicación por medio del uso de experimentos en hábitat.

Culver, C. S. y A.M. Kuris (1999) *The Sabellid Pest of Abalone: The First Eradication of an Established Introduced Marine Bioinvader?*
In Marine Bioinvasions, Proceedings of the First National Conference, J. Pederson (Ed.), January 24-27, 1999, Massachusetts Institute of Technology, MIT, Cambridge, pp. 100-101.

Detección temprana de ratas en Tiritiri Matangi

La rata (*Rattus exulans*) fue erradicada de la isla Tiritiri Matangi (200 ha.) en Nueva Zelanda en 1993. La isla está ahora cubierta con plantas nativas regeneradoras. El método de detección temprana para posibles reinvasiones por ratas se hizo a través de la instalación de 100 estaciones con carnada para roedores a lo largo de la línea de la costa, las cuales son revisadas mensualmente y la carnada reemplazada cada 3 meses.

Preparado por Dick Veitch, Papakura, Nueva Zelanda.
Ver <http://www.doc.govt.nz/cons/pests/fact51.htm#top>
y <http://www.doc.govt.nz/cons/offshr/off1.htm>
para mayor información acerca de las ratas.

Conciencia pública y detección temprana de *Miconia calvenscens* en Polinesia Francesa

Desde el reconocimiento por autoridades locales (Gobierno de Polinesia Francesa y la Alta Comisión Francesa) de la severidad de la invasión de *Miconia calvenscens* en las islas de Tahití y Moorea (Polinesia Francesa) una investigación sobre *M. calvenscens* y un programa de control empezó en 1988.

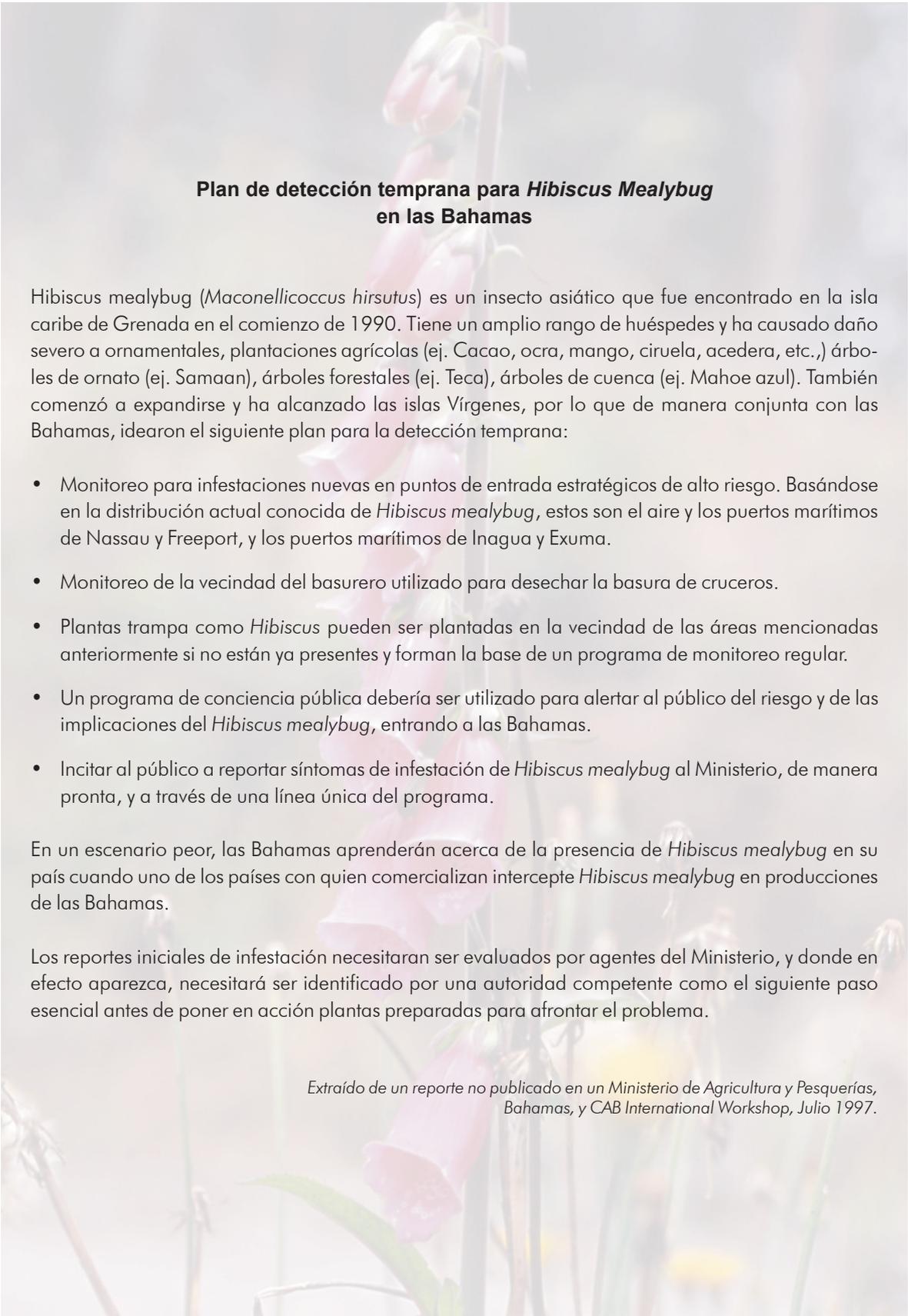
Tres carteles de información y educación (“Le Cancer Vert” en 1989, “Danger Miconia” en 1991 y “Halte au Miconia” en 1993) fueron publicados por el Departamento de Ambiente y ampliamente distribuidos a todas las 35 islas altamente volcánicas de Polinesia Francesa, las cuales estaban susceptibles a la invasión. Cada año, investigadores exponían un tablero de información acerca del programa de *M. calvenscens* durante eventos populares en el pueblo de Papeete, Tahiti (“Día del Medioambiente” en junio, “Feria Agrícola” en julio, “Festival de Ciencia” en Octubre).

Operaciones manuales de control, y procedimientos químicos, empezaron en 1991 en la isla de Raiatea, recientemente invadida, y donde el Servicio de Desarrollo Rural descubrió pocas áreas infectadas en 1989. Después de esto se realizan 6 campañas anuales que cuentan con la ayuda de cientos de niños estudiantes, grupos de protección de la naturaleza y la Armada Francesa. Las campañas de 5 días fueron publicadas en los periódicos locales, anunciadas por radio y además de todo, en un canal local de televisión (RFO 1 el cual es visto en todas las islas de Polinesia Francesa) durante la transmisión de las noticias locales y tanto en Francés como en Tahití.

Como resultado directo, una población pequeña de *M. calvenscens* fue reportada y encontrada en 1995 por un cazador de cerdos en una villa remota en la isla de Tahaa, y habitantes locales notaron plantas de *M. calvenscens* en la isla de Huahine. En junio de 1997, durante una exploración botánica en las islas Marquesas, conducida por el Departamento de Investigación y el Jardín Botánico Tropical Nacional (Hawaii) una pequeña población fue descubierta y destruida en Nuku Hiva. Una vez más, un artículo fue publicado en los periódicos locales y una charla fue programada en estaciones locales de radio (incluyendo la radio Marques).

Durante los 4 días de la primera Conferencia Regional de Control de *Miconia* llevada a cabo en Papeete, Tahití en Agosto de 1997, TV local, periódicos y radio estuvieron nuevamente involucrados. Como resultado, más plantas aisladas fueron encontradas y reportadas en las remotas islas de Rurutu y Rapa (archipiélago austral) y Fatu Hiva (archipiélago Marquesas) e inmediatamente destruidas por el Departamento de Agricultura.

Preparado por Jean-Yves Meyer, Délégation à la Recherche, B.P. 20981 Papeete, Tahiti, French Polynesia. E-mail Jean-Yves.Meyer@sante.gov.pf



Plan de detección temprana para *Hibiscus Mealybug* en las Bahamas

Hibiscus mealybug (*Maconellicoccus hirsutus*) es un insecto asiático que fue encontrado en la isla caribe de Grenada en el comienzo de 1990. Tiene un amplio rango de huéspedes y ha causado daño severo a ornamentales, plantaciones agrícolas (ej. Cacao, oca, mango, ciruela, acedera, etc.) árboles de ornato (ej. Samaan), árboles forestales (ej. Teca), árboles de cuenca (ej. Mahoe azul). También comenzó a expandirse y ha alcanzado las islas Vírgenes, por lo que de manera conjunta con las Bahamas, idearon el siguiente plan para la detección temprana:

- Monitoreo para infestaciones nuevas en puntos de entrada estratégicos de alto riesgo. Basándose en la distribución actual conocida de *Hibiscus mealybug*, estos son el aire y los puertos marítimos de Nassau y Freeport, y los puertos marítimos de Inagua y Exuma.
- Monitoreo de la vecindad del basurero utilizado para desechar la basura de cruceros.
- Plantas trampa como *Hibiscus* pueden ser plantadas en la vecindad de las áreas mencionadas anteriormente si no están ya presentes y forman la base de un programa de monitoreo regular.
- Un programa de conciencia pública debería ser utilizado para alertar al público del riesgo y de las implicaciones del *Hibiscus mealybug*, entrando a las Bahamas.
- Incitar al público a reportar síntomas de infestación de *Hibiscus mealybug* al Ministerio, de manera pronta, y a través de una línea única del programa.

En un escenario peor, las Bahamas aprenderán acerca de la presencia de *Hibiscus mealybug* en su país cuando uno de los países con quien comercializan intercepte *Hibiscus mealybug* en producciones de las Bahamas.

Los reportes iniciales de infestación necesitaran ser evaluados por agentes del Ministerio, y donde en efecto aparezca, necesitará ser identificado por una autoridad competente como el siguiente paso esencial antes de poner en acción plantas preparadas para afrontar el problema.

Extraído de un reporte no publicado en un Ministerio de Agricultura y Pesquerías, Bahamas, y CAB International Workshop, Julio 1997.

Hibridación

Apareamiento entre algunas especies introducidas y nativas pueden llevar a la extinción de las especies nativas por medio del reemplazo de algunos de sus genes. Por ejemplo, los patos silvestres (*Anas platyrhynchos*) introducidos a las islas de Hawai para cacería, han hibridado extensivamente con los nativos, poniendo en peligro el pato hawaiano, complicando bastante los planes de recuperación para las especies nativas. En tierra firme estadounidense, los patos silvestres migran a la Florida en el invierno. Aunque ellos se reproducían antes únicamente mientras estaban en el norte, los patos silvestres domesticados sueltos en el campo en la Florida para cazar se han reproducido con el pato jaspeado (*Anas f. fulvigula*) nativo de la Florida, cuya existencia puede estar ahora amenazada por hibridación. Una situación crítica similar nació por la introducción de patos silvestres en Nueva Zelanda, los cuales se hibridaron con la subespecie endémica del pato gris (*Anas s. superciliosa*).

La trucha arco iris (*Onchorhynchus mykiss*) introducida a las aguas occidentales de Estados Unidos como un pez para pesca deportiva se hibrida extensivamente con la trucha gila y la apache –dos especies que aparecen en la lista del Acta de Especies en vía de Extinción–.

Las plantas también pueden caer presas del mismo fenómeno insidioso. Un ejemplo es *Lantana depressa*, la cual se encuentra en algunas dunas de la península de Florida y se hibrida con *Lantana camara*, la descendiente de varias especies latinoamericanas o de India occidental que fueron llevadas a Europa como ornamentales en el siglo XVII, e hibridadas por horticultores, y luego introducidas finalizando el siglo XVIII en el nuevo mundo.

Así no hayan genes intercambiados entre las especies hibridando, los procesos pueden amenazar la existencia de una de ellas. La trucha introducida *Salvelinus fontinalis* está hoy desplazando la trucha nativa *S. confluentus* en partes del occidente de EE.UU. Aunque hay una hibridación extensiva entre las dos especies, la descendencia híbrida es estéril, entonces no pueden transmitir genes a las poblaciones nativas. Pero la pérdida de oportunidades de emparejamiento productivo por las especies contribuye a su reemplazo.

Al menos tres de las 24 “extinciones” conocidas de las especies listadas bajo el Acta de Especies de Vía del Extinción de EE.UU. han sido completa o parcialmente causadas por hibridación, y parece no haber límite a otras posibles consecuencias. El prado jonson (*Sorghum halepense*) fue originalmente introducido a EE.UU. alrededor de 1800 como un cultivo de forraje para ganado y es ahora visto como una de los peores hierbas. Entre otros rasgos nocivos, se hibrida con sorgo cultivado para producir “shattercane”, la cual no tiene valor alguno en la agricultura.

Aun peores resultados son posibles. Por ejemplo, el prado suave norteamericano (*Spartina alternifolia*), el cual entró a Inglaterra en los cargamentos de los barcos, se hibridó allí con una especie nativa innocua (*S. maritima*) para producir plantas nuevas (*S. x townsendii*) que resultaron estériles. Como producto de la hibridación, existe una nueva especie o variedad de hierba fértil e invasora (*S. anglica*). Los controles a esta situación han comenzado, pero ya cuando se trata de problemas de hibridación, se tienen otros problemas muy difíciles de solucionar en la práctica.

Editado de Simberloff, D. (1996) Impactos de Especies Introducidas a Estados Unidos. Consecuencias 2 (2), 13-23.

Erradicación de una planta deliberadamente introducida y encontrada ser invasora

Kochia (*Bassia scoparia*) fue introducida en el oeste de Australia en 1990 y se plantó ampliamente en 52 propiedades en el sur occidente del Estado. Su crecimiento rápido, su característica de ser un forraje, y la alta tolerancia salina, prometió a los granjeros usos nuevos para sus predios salinos marginales y la semilla se agregó a mezclas de semilla de tierra salada.

A comienzos de 1991, un granjero notó arbustos creciendo alarmantemente bien entre muchas plantaciones, y propagándose en tierras salinas que estaban siendo rehabilitadas. Él se preocupó lo suficiente para llamar a AWA, agricultura del oeste de Australia, y hacer pública su preocupación a cerca de esta planta "kochia". Más tarde se aró toda el área destruyendo todas las plantas antes de que la semilla estuviera formada. Un investigador de la agencia visitó luego otra área, confirmando la identificación, y divulgó la alarma con el Grupo de la Ciencia de la Semilla de AWA.

Una investigación literaria reveló ciertos artículos, que consignaban poder invasivo y los impactos de "kochia", y el Grupo de la Ciencia de la Semilla duró pocos meses determinando opciones de control y gerencia y documentando e inspeccionando todas las áreas donde se había plantado "kochia". Dos folletos o "notas de granjero", se produjeron y un uso extensivo de radio, televisión y publicidad escrita, se utilizó para alertar a los granjeros acerca del problema. La nota declaraba a Kochia, como una "planta declarada invasora" a principios de 1992 y la campaña de erradicación comenzó.

El esparcimiento rápido de kochia fue alarmante, de 52 propiedades en 1991 a más de 270, dos años más tarde. Plantas más grandes acabaron con más de 5 kilómetros desde su punto de origen y se les ha visto sobrepasar cercas. Al año siguiente cientos de semillas aparecieron a lo largo de las líneas de marca de los años anteriores. La extensión de las infestaciones fue enorme, con el punto de infestación más al Norte, hubo también más de 900 kilómetros del punto más al Sur. El personal y los recursos se esparcieron al área afectada para atender la emergencia.

Durante los 8 años siguientes más de 21,345 ha de propiedades fueron revisadas y 4989 ha tratadas o programadas para tratamiento por el personal de AWA. En su pico en 1993, el área total infestada fue de 3277 ha. Para 1995, esa área fue reducida a 139 ha y para el 2000, dos propiedades fueron programadas para tratamiento, para un total de 5 ha.

La erradicación es considerada exitosa en un área que muestre tres años seguidos de una inspección positiva. La gran mayoría de propiedades han estado limpias por los últimos tres años. Sólo cuatro propiedades de 270 están todavía por completar su limpieza completa, lo cual significa casi un 99% de éxito del programa. Los costos totales han sido estimados a \$500,000 dólares Australianos para el período 1992 al 2000.

Las claves esenciales para el éxito, se considera que fueron:

- Respuesta rápida a una amenaza identificada. Personal del grupo de Ciencia de la Semilla que estuvieron trabajando en la erradicación, sólo unos pocos meses después de encontrarse las plantas.
- Inspecciones excelentes. Uso extensivo del personal de campo con su conocimiento local y los medios de comunicación se utilizaron para determinar por dónde empezar a buscar las plantas.
- Cooperación ejemplar de los cuidanderos del área. La última propiedad infestada que se encontró fue reportada por su cuidandero y los propietarios fueron muy generosos con su tiempo, recursos y conocimiento asistiendo el personal de la agencia durante toda la campaña.

Preparado por Rod Randall, Leed Risk Assessment, Weed Science Group, Agriculture Western Australia <http://www.agric.wa.gov.au/progsev/plants/weeds/>.

Programa de erradicación para la semilla *Chromolaena* en Australia

La cromolaena o semilla Siam (*Chromolaena odorata*) fue descubierta en Australia en 1994. Se había declarado como semilla nociva unos años antes, permitiendo una inspección rápida y una campaña de erradicación a planificar detalladamente. El Departamento de Recursos Naturales (DNR) de Queensland está trabajando con otros departamentos del gobierno y con la comunidad para erradicar esta semilla en un programa a 5 años con un presupuesto anual de cerca de \$170,000 dólares australianos.

Dos químicos se utilizaron para el control de *C. odorata*, y una vez aplicados monitoreados. Uno fue utilizado para un riego global y un segundo para el tratamiento basal de corteza. A su vez, uno de los químicos fue altamente efectivo para eliminar la semilla. Prácticas intensivas de manejo de semillas en plantaciones de caña de azúcar y banano a lo largo del río Tully, permitieron establecer que la infestación a pesar de todo continúa.

Una mezcla de técnicas de control ha evolucionado durante el período de 5 años en respuesta a la experiencia y muestreo de la tierra. Algunos cambios han sido necesarios para hacerle frente con factores como por ejemplo:

- Mientras que las plantas más comunes florecen entre mayo y julio (provocado por la reducción de la duración del día), un segundo fenotipo florece durante marzo.
- El inusual florecimiento doble descubierto en 1998/99.
- Cuando las estaciones son menos fuertes, el florecimiento puede ser errático.
- Las semillas parecen ser viables para más de cuatro años que fue lo que originalmente se pensó.
- La viabilidad de las semillas es lograda primero en el desarrollo de la flor, contrario a lo inicialmente pensado.

Las técnicas de control, han evolucionado durante el tiempo para hacerle frente a la naturaleza cambiante de la campaña. Existe reducción de plantas en las áreas inicialmente encontradas, pero los nuevos registros han extendido la distancia a cubrir en cada operación de control. Por ello, un trabajo de seguimiento consistente es por lo tanto absolutamente crítico para el éxito de esta campaña de erradicación.

Vegetación competitiva se establece rápidamente en lugares donde las plantas de *C. odorata* son más grandes, siendo removidos, junto con pastos exóticos, que pueden encubrir plantas existentes y también impedir la germinación de semillas de *C. odorata*. Ensayos de campo utilizando glifosfato, han servido para erradicar estos pastos y dejarlos libres de la semilla competidora, probando ser eficientes, convirtiéndose en una herramienta importante para lograr la erradicación de semilleros.

El número de plantas está tan reducido a lo largo de la quebrada Echo (lugar de las infestaciones originales más fuertes) que ahora es posible caminar la mayoría de su longitud extrayendo manualmente alguna *Cromolaena*. Lugares expuestos ocasionales pueden ser rastreados después. A lo largo del río Tully sólo unas pocas de las áreas originales tenían algunos semilleros restantes y la cantidad en estas eran muy bajas.

Al terminar los cinco años, las poblaciones de *Cromolaena* han sido dramáticamente reducidas, pero no han sido erradicadas aún. Con la excepción de una sola área (75 km. hacia el interior), todas las otras infestaciones están ubicadas en un radio de 50 km al lugar de observación original en la Bahía de Bingil.

Editado de: http://www.dnr.gld.gov.au/resourcenet/fact_sheets/pdf_files/pp49.pdf,
the DNR Pest Facts web-page on Siam Weed and unpublished DNR reports.

Erradicación del conejo en la Isla Phillip

Hace trescientos años la Isla Phillip debió haber estado cubierta en su mayoría por bosque húmedo subtropical como su isla vecina Norfolk, en el Pacífico Sur, entre Australia y Fiji. La isla inhabitada de 260 ha, es muy áspera, con acantilados de hasta 250m y algunas áreas inaccesibles por medios normales. Los cerdos fueron introducidos cerca del año 1790, cabras y conejos poco después. La vegetación fue severamente perjudicada al poco tiempo. Los cerdos habían muerto o los habían matado para 1850, y las cabras sobrevivieron hasta casi 1900. Los conejos permanecieron. Un programa, que empezó como un ejercicio de experimento para demostrar los efectos de los conejos en la Isla de Phillip, procedió luego a su erradicación completa.

En 1978, la Isla estaba en su mayor parte sin vegetación aunque algunos parches quedaron. La mayoría del suelo estaba desierto y fuertemente erosionado. La erosión continuó y el mar próximo se tornaba café después de lluvias fuertes. Una serie de áreas experimentales para demostrar el efecto de la abrasión por los conejos fueron adaptadas. Aunque el programa experimental se creó con la intención de durar tres años, los resultados fueron tan dramáticos que después del primer año la decisión de erradicar los conejos fue tomada. Áreas, que estaban sin vegetación, se poblaron de vegetación (principalmente por hierbas) cuando se cercaban para evitar el paso de los conejos. En algunas áreas 22 especies de plantas fueron identificadas.

El primer acercamiento para erradicar los conejos fue utilizar una raza virulenta del virus *Mixoma*, utilizando pulgas de conejo europeas como el vector. Pulgas libres de la enfermedad se introdujeron primero, y luego dos meses después pulgas cargando el *Mixoma* fueron deliberadas. La isla es tan áspera que técnicas de escalada con cuerdas fueron necesarias para alcanzar algunas partes, otras partes fueron alcanzadas nadando desde un bote a 150m de la costa, y frascos de pulgas fueron tiradas con arcos y flechas en sitios que no se podían alcanzar por otros métodos.

La reducción en los conejos fue dramática, y la vegetación comenzó a aparecer en el piso raso. En esta etapa, semilleros de *Abutilon julianae* fueron encontrados. Esta especie no había sido documentada antes en la Isla Phillip y fue vista por última vez en la Isla Norfolk en 1910. Se había creído extinta, pero la mayoría han sobrevivido en alguna parte de la Isla Phillip inaccesible hasta para los conejos. Introducciones de pulgas portando el *mixoma* fueron continuadas, por que la enfermedad era muy virulenta para transmisión natural a los conejos restantes. Desafortunadamente el suministro de pulgas desde Australia se interrumpió y los conejos comenzaron a incrementar de nuevo. Consecuentemente, otros métodos fueron implementados para matar los conejos restantes. En 1983, 350 estaciones con carnada fueron establecidas y los conejos fueron envenados con "1080". Trampas, asfixias con gas y tiroteos erradicaron los últimos conejos vivos. El último conejo fue tiroteado en un risco inaccesible en 1988.

El ejercicio completo fue intensivo en labor, pero la Isla Phillip tiene un valor considerable por la conservación de la naturaleza, y lo más importante es que la isla no tiene ratas, ni ratones, ni gatos. La isla, es refugio para el apareamiento y crianza de organismos marinos. Tiene hibiscos endémicos (*Hibiscus insulares*), la cual fue reducida a solo unas pocas plantas en dos áreas, y tiene algunos invertebrados endémicos (incluyendo un centípedo, *Cormocephalus coyenei*, y un grillo, *Nesitathra philipensis*).

Preparado por Peter Coyne, Environment Australia, Canberra, Australia,
<http://www.biodiversity.environment.gov.au/protecte/alps/>.

Erradicación del caracol africano gigante en la Florida

El caracol africano gigante (*Achatina fulica*) tiene cerca de tres pulgadas de largo, habiendo sido introducido ampliamente en Asia, y a islas en los océanos Pacífico e Índico, y recientemente a las Indias occidentales. Se ve como una peste agrícola seria, y caracoles de rapiña como el *Euglandina rosea* que fueron introducidos para atacarlo, sólo han agrandado el problema al extinguir muchas especies de caracoles nativos. Fue, sin embargo, exitosamente erradicado de Florida, aunque no fue fácil, ni barato.

En 1966, un niño regresando de Hawaii trajo a escondidas tres caracoles a Miami, y su abuela los liberó en su jardín. La reproducción sobrevino, y en 1969 la División de la Florida de la Industria de Plantas (DPI) fue alertada, llevando a una inspección inmediata. El Comisionado de Agricultura de Estado notificó a los medios de comunicación acerca del caracol gigante, envió más de 150,000 copias de un folleto atractivo, y pidió asistencia pública para reportarlo y eliminarlo. Un área cubriendo cerca de 42 cuadras de la ciudad fue puesta en cuarentena, pero en días, una segunda infestación fue descubierta, en Hollywood, a 25 millas al norte de Miami y bien afuera de la zona inicial en cuarentena.

La campaña de erradicación que sobrevino contó principalmente con recolección manual, más un químico granulado como carnada. Hubo inspecciones frecuentes, y para 1971 en un período de seis meses sólo 46 caracoles fueron encontrados –comparado con 17,000 en los seis meses anteriores–. En Hollywood, 17 meses después de su infestación inicial, sólo un caracol adulto fue encontrado. Pero en menos de un mes después el esfuerzo pareció haber sido exitoso, una tercera infestación, probablemente de tres años, fue descubierta tres millas al sur del área original de Miami, con más de 1,000 caracoles vivos en una sola cuadra. La cuadra fue puesta en cuarentena, y un área muy grande fue inspeccionada y tratada. Nueve meses después, una cuarta infestación, posiblemente de tres años también, fue encontrada dos millas al norte de la original, seguida por una quinta, cerca de media milla al norte de la infestación inicial.

Aunque profundamente decepcionado, el DPI persistió. Para 1973, siete años después de haber introducido los tres caracoles a la ciudad, más de 18,000 han sido encontrados, y a su vez, muchos huevos. En la primera mitad del año, por el contrario, sólo tres caracoles fueron recolectados, en dos partes. Para Abril de 1975, no se habían encontrado especímenes vivos por casi dos años, y la campaña –la cual había costado más de \$1.000.000 dólares americanos– se juzgaba exitosa. Inspecciones frecuentes fueron continuadas por muchos meses, al mismo tiempo que las aplicaciones con carnadas y químicos torrenciales. Como resultado, el caracol gigante Africano no ha sido encontrado de nuevo, en ningún lugar del Estado.

Editado de Simberloff, D. (1996) Impactos de Especies Introducidas en Estados Unidos. Consecuencias 2(2), 13–23.

Erradicando los gusanos (*Screwworms*) de América del Norte y África del Norte

Los screwworms, y las larvas de la mosca del screwworm, son parásitos que causan gran daño al entrar en heridas abiertas y alimentarse de la carne de ganado y otros animales de sangre caliente, incluyendo humanos. La mosca del screwworm del Nuevo Mundo (*Cochliomyia hominivorax*) es nativa de las áreas tropicales y subtropicales de Norte, Centro y Sur América, mientras que especies similares pero menos dañinas ocurren en el Viejo Mundo.

Después del apareamiento, la mosca hembra del screwworm deposita sus huevos en las heridas abiertas. Una mosca hembra puede colocar hasta 400 huevos a la vez, y hasta 2,800 huevos durante su tiempo de vida de cerca de 31 días. El screwworm crece hasta más de 1 cm. dentro de la herida durante una semana después de haber entrado en esta. Luego la larva completamente desarrollada cae de la herida, entra en la tierra y se desarrolla pupas antes de salir como una mosca adulta del screwworm. Las heridas infestadas por los screwworms conllevan a la muerte si no son tratadas a tiempo. Infestaciones múltiples pueden matar a un buey adulto en 5-7 días. Pérdidas para los productores de ganado en EE UU han excedido los \$400 millones anuales de dólares americanos.

La Técnica del Insecto Estéril (SIT). Los screwworms son erradicados mediante una forma de control biológico. Millones moscas de screwworms estériles son criadas en una planta de producción localizada en el sur del Estado Mejicano de Chiapas. Durante la etapa pupa del ciclo de vida de la mosca, las pupas son sometidas a radiación gama. El nivel de radiación es designado para dejar la mosca perfectamente normal en todos sus aspectos menos unos: será sexualmente estéril. Entonces, cuando las moscas criadas artificialmente son liberadas para aparearse con poblaciones de moscas nativas, no resulta ninguna descendencia de estos cruces. Estos cruces fallidos llevan a una reducción gradual de las poblaciones de moscas nativas. Con menos machos y hembras fértiles disponibles en cada generación sucesora, la mosca, en esencia, liquida ella misma su existencia.

A principios de 1950, el Servicio de Investigación de Agricultura de USDA desarrolló el SIT para el control del screwworm. Este SIT fue utilizado operativamente en la Florida en 1957, y para 1959, los screwworms habían sido erradicados del sur oriente de EE.UU. El SIT fue luego aplicado más extensivamente en las áreas más infestadas del sur occidente a comienzos de 1962. Las poblaciones auto sostenibles de screwworms fueron eliminadas de EE.UU. hacia 1966. Desde entonces, un programa cooperativo internacional ha estado combatiendo los screwworms en el Istmo de Panamá, con la visión de erradicarlos de América Central, y a futuro, en todo el Caribe.

Es así, que cuando una infestación del screwworm del Nuevo Mundo apareció en Libia en 1988, las herramientas para su erradicación ya estaban disponibles. Reconociendo la enorme amenaza para los humanos, ganado y vida salvaje, un enorme esfuerzo nacional e internacional fue establecido para prevenir su esparcimiento al resto de África y la cuenca del Mediterráneo. La campaña del SIT fue exitosa al lograr su erradicación, y prevenir las enormes pérdidas que hubieran ocurrido si la infestación se esparce.

Editado de la página Web del USDA-APHIS <http://www.aphis.usda.gov/oa/screwworm.html>.

Erradicación del *Black Striped Mussel* en el territorio del norte, Australia

Una infestación del exótico mejillón de rayas negras, *Mytilopsis* spp. (también conocido como *Congeria sallei*) fue descubierto en las aguas marinas de Darwin a finales de marzo de 1999. Este pequeño, delicado bivalvo, propenso a estar obstruyendo (ej. creciendo en cantidades significantes en los cascos de los barcos y en otros sitios interfiriendo con el flujo de agua) es nativo de las aguas tropicales y subtropicales del Atlántico occidental, extendiéndose desde el Golfo de Méjico hasta Colombia. *Mytilopsis* spp. ha sido clasificada como una peste seria, debido a que puede ocasionar serios daños económicos y del medio ambiente. Se cree que invadió Fiji (antes de 1900), India (1967) donde a la Naval de la India le ha costado muchos millones de dólares, y desde entonces se ha encontrado en Japón, Taiwán (1970) y Hong Kong (a comienzos de 1980).

A pesar de alcanzar 2,5 cm de tamaño como máximo de largo, un mejillón es adulto a las cuatro semanas (1 cm) y es capaz de producir 50,000 crías. *Mytilopsis* puede instalarse en casi cualquier superficie para la exclusión de cualquier otro organismo. A las cuatro semanas de edad, su descendencia representa 100 kg posibles de material obstructivo, el cual puede ubicarse en los cascos, cadenas, cuerdas, redes, amarras de boyas, pilas, pontones flotantes, dentro de tuberías, y en cualquier otra superficie que este en contacto con agua. Desagües de aguas de tormentas y entradas de agua de mar para trabajos con plantas industriales y maricultura son también vulnerables a la obstrucción por este mejillón. En su hábitat preferido de la costa o bajo estuario, poblaciones introducidas del mejillón de rayas negras son capaces de formar enmarañados de 10 a 15 cm de grosor.

Reconociendo el potencial impacto adverso en la economía Australiana y en la biodiversidad si el bivalvo llegara a establecerse en aguas Australianas, el Gobierno del Territorio del Norte (NTG) implementó un programa de contención y erradicación inmediata. La erradicación fue lograda en las tres áreas marinas de Darwin afectadas en 1999 y hasta el momento no ha habido señas de su reaparición. La operación implicó un tratamiento químico de las áreas, inspección y tratamiento de 420 buques expuestos (algunos mientras se encontraban mar adentro), inspecciones extensivas de aguas próximas (con policías francotiradores cuidando a los buceadores de los cocodrilos), 270 personas, 2,2 millones de dólares Australianos (excluyendo mano de obra) y tomó cuatro semanas.

Un programa de monitoreo ha sido implementado el cual se documenta la calidad del agua, y registra la presencia o ausencia de pestes marinas en las áreas de Darwin y el Puerto de Darwin. El programa involucra el monitoreo constante de colectores de poblaciones desplegados en todas las cuatro marinas y en sitios seleccionados de alto tráfico en el Puerto de Darwin. Las placas y cuerdas separables son recogidas regularmente y revisadas para detectar la presencia de especies de pestes acuáticas. Las placas también proveen alguna indicación de la recuperación de las marinas.

Complementario a los colectores de poblaciones, se tiene un buzo inspector, el cual incluye las fotografías mensuales de las áreas señaladas dentro de las marinas y el puerto. Estas proveen un registro de archivo para la recuperación de las marinas. En conjunto con muestras biológicas recolectadas cerca de las áreas fotografiadas cada tres meses, los fotógrafos logran una valoración más detallada de la recuperación de las marinas, y la confirmación de la ausencia de pestes marinas.

Editado de <http://coburg.nt.gov.au/dpif/fisheries/environ/unittext.shtml>, suplementado con información adicional (e-mail de Nic Bax a Aliens discusión list, 24.5.2000).

Programas de erradicación contra el visón americano en Europa

El visón americano (*Mustela vison*) ha sido importado a Europa desde los años veinte para cultivo de pieles y para introducirlos deliberadamente en campo abierto. Las especies están presentes en extensas áreas de Europa del este y del norte. Representan una amenaza mayor para el visón Europeo en vía de extinción (*Mustela lutreola*) y también afecta muchas poblaciones de pájaros, especialmente en islas.

Mar Báltico

El visón Americano ha colonizado casi por completo los archipiélagos Suecos y Finlandeses en las últimas décadas, afectando severamente comunidades de pájaros nativos. Varios programas de control han sido planeados para lograr mitigar el impacto de las especies extranjeras.

En Suecia, erradicaciones experimentales han sido logradas en varias áreas para probar su eficacia y para monitorear los efectos en las reproducciones exitosas de pájaros.

En un grupo de islas del Parque Nacional de Archipiélagos en el sur occidente de Finlandia, con un área total de 12 x 16 km, un proyecto de erradicación de visones fue llevado a cabo con el objetivo de restaurar poblaciones de pájaros locales. Los visones fueron cazados con un soplador de hojas portátil (normalmente utilizado para recolectar hojas caídas) y perros entrenados. Después de que el perro identifica el sitio de escondite del visón, el soplador de hojas es utilizado para forzar al animal a salir de la madriguera. En el primer año, 65 visones fueron capturados, y un promedio de 5-7 animales en los años siguientes. Desde 1998, no se han capturado visones y el programa de erradicación se considera exitoso. Muchas poblaciones de pájaros han incrementado después del programa de control. La corta distancia entre otras islas y el continente, al igual que el invierno helado del Mar Báltico, hacen posible la recolonización del visón. Por lo tanto, monitoreo y control permanente son críticos.

En Estonia, un proyecto de erradicación de visón fue completado exitosamente en la Isla Hiiumaa (1000 km²) con el objetivo de introducir de nuevo el visón Europeo a la isla. La población local se originó por animales que se escaparon de una granja de crianza que ahora esta cerrada. Durante la campaña, 52 visones fueron atrapados utilizando 10 trampas atrapa patas, y el éxito de la erradicación fue monitoreada por medio de la recolección de señales de presencia de visones en la temporada de reproducción. Recolonización no se ve posible, ya que la isla esta a 22 km. del continente. Un equipo altamente entrenado de 1-3 personas llevaba a cabo la campaña durante cada temporada, con la cooperación de operadores locales. El costo total de la intervención fue estimado en 70,000-100,000 euros. El gobierno británico, la Darwinian Initiative for Biodiversity Foundation y el zoológico de Tallin proporcionaron fondos. Una campaña similar esta planeada en la segunda isla más grande de Estonia (Saaremaa 2,500 km²) con el mismo propósito.

Islandia

En Islandia el visón Americano ha sido establecido desde 1937 y esta ahora presente por todo el país. En años recientes, varios estudios han sido conducidos para calcular la capacidad de una erradicación total de estas especies del país, pero no se han tomado decisiones finales hasta el momento. Si dicho programa se lleva a cabo, será la erradicación de vertebrados más larga jamás llevada a cabo en Europa.

Editado por Piero Genovesi (2000): Guidelines for eradication of terrestrial vertebrates: a European contribution to the invasive alien species issue. A report prepared on behalf of the "Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats".

Bibliografía

- ALLENDORF, F. W. Y LUNDQUIST, L., L. (2003). *Population Biology and Invasive Species*. Conservation Biology, Vol. 1. No 1: 24-30.
- ALVARADO, H., Y GUTIÉRREZ, F. (2002). *Especies hidrobiológicas continentales introducidas-traslocadas y su distribución en Colombia*. Ministerio del Medio Ambiente/Convención RAMSAR/CVC/CVS. Bogotá.
- ANGERMEIER, L. P. Y 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. Y DEGERMAN, E. (1991). *Development y stability of fish assemblages after lime treatment*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 48: 446-554.
- AULD, B. A., VERE., D.T., Y COOTE, B.G. (1982). *Evaluation of control policies for the grassland weed, Nasella trichotoma, in south east Australia*. Protection Ecology, 33-38.
- AULD, B. A. Y COOTE, B.G. (1981). *Prediction of pasture invasion by Nasella trichotoma (Gramineae) in south east Australia*. Protection Ecology, 3, 271-7.
- AULD, B. A. Y COOTE., B.G. (1980). *A model of a spreading plant population*. Oikos, 34, 287-92.
- BELLIARD, J., BERREBI, R., THOMAS, D. Y MONNIER, D. (1999). *Fish communities and river alteration in the Seine Basin and nearby coastal streams*. Hydrobiologia 400: 155 - 166.
- BELYEA, L. R. Y LANCASTER, J. (1999). *Assembly rules within a contingent ecology*. Oikos 86: 402- 416. Copenhagen.
- BOTRELL, D.G., Y SMITH., R. F. (1982). *Black wattle, in Plant invaders: beautiful but dangerous*, 2nd ed. (Ed. C.H. Stirton), The Department of Nature and Environmental Conservation of the Cape Provincial Administration, Cape Town, 48-51.
- BRADLEY, J. (1988). *Bringing Back the Bush*. Landsdowne Press Sydney.
- BRIDGEWATER, P.B., Y BACKSAHALL, D.J. (1981). *Dynamics of some Western Australian ligneous formations with special reference to the invasion of exotic species*. Vegetatio, 46, 141-48.
- CAUGHLEY, G. (1977). *Analysis of vertebrate populations*. Jhon Wiley y Sons, London. 234 pp.
- CERDÁ, F. Y CERMELI., M. (1988). *Langosta del desierto Schistocerca gregaria (Forsvall) en venezuela*. FONAIAP Divulga 29: 13-15.
- COBLENTZ, B, E. (1990). *Exotics organisms: A dilemma for the conservation biology*. Conservation Biology, 4, 261.
- CONSORCIO GTZ/FUNDECO/IE. (2001). *Conservation de ecosistemas transfronterizos*. CAN. Estrategia Regional de Biodiversidad, II Taller Regional, Lima. 59 pp.
- CBD. (2001). *Handbook of the Convention on Biological Diversity. Secretariat of the Convention on Biological Diversity*. CBD/UNO/PNUD. Earthscan, UK.

- DAHL, G. (1958). *Los peces del río Sinú*. Informe preliminar. Publicación de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Córdoba, Montería. Colombia.
- DAMASCOS, M. A., Y GALLOPIN, G. G. (1992). *Ecología de un arbusto introducido (Rosa rubiginosa): riesgos de invasión y efectos en las comunidades vegetales de la región andino-patagónica de la Argentina*. Revista Chilena de Historia Natural, 65, 395-407.
- DARWIN C. (1845). *Journal of the researches into the natural history and geology oh the countries visited during the voyage around the world of H.M.S. Beagle*. London.
- DE PIETRI, D. E. (1992). *Alien shrubs in a national park: ¿Can they help in the recovery of natural degraded forest?* Biological Conservation, 62, 127-30.
- DIAMOND, J. M. (1975). *Assembly of species communities*. Pages 342 - 444. In: M. L. Cody y J. M. Diamond, eds. Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- DILL, W. A. Y CORDONE, A. J. (1997). *History and Status of introduced fishes in California, 18971-1996*. Fish Bulletin 178:1-414. California Department of Fish and Game.
- DRAKE, J. A. (1983). *Invasibility Lotka-Volterra interaction webs*. Pages 83 - 90. In: D. DeAngelis, W. M. Post, y 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. (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.
- DRAKE, J. A., ZIMMERMAN, C. R., PURUCKER, T. Y ROJO, C. (1999). *On the nature of the assembly trajectory*. In: Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats. Weiher, E. y Keddy P. (eds). Cambridge University Press.U.K. pp: 233-250.
- ELTON, C. S. (1958). *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen y Co., Londres. 181 pp.
- FAO. (1988). *International introductions of inland aquatic species*. FAO. Documentos técnicos de Pesca No. 1294. Roma.
- 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.
- FARGIONE, J., STUART, F. C., GRETCHEN, C. D., R. DIRZO, M, GALETTI, B. GAMMILL, D, HARWELL, T, KITZBERGER, Y LAURENCE, W, F. (2004). *Millennium ecosystem assessment. Conditions and trends assessment*. Chapter 12: Biodiversity regulation of ecosystem services. UNEP-WCMC. U.K.

- FAUSCH, K. D., KARR, J. R. Y YANT, P. R. (1984). *Regional application of an index of biotic integrity based on stream fish communities*. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 39 - 55.
- FLANNERY, T. (2001). *The eternal frontier*. Text publishing, Melbourne, Australia.
- FLORIDA EXOTIC PEST PLANT COUNCIL. (1995). *Florida exotic pest plant council 's 1995, listo of Florida 's most invasive species*. Newsletter 5 (1):5.
- FRYER, G. (1959). *The trophic interrelationships and ecology of some littoral communities of Lake Nyasa with special reference to the fishes, and a discussion of the evolution of a group of rock-frequenting cichlidae*. Proc. Zool. Soc. Lond. 132, 11-280.
- FRYER, G. (1990). *Hypotheses versus reality: Ecology of biological invasions in the tropics*. P. 87-102. In: P.S. Ramakrishnan (ed.). *Ecology of biological invasions in the tropics*. Int. J. Ecol. Environment. Sci. Spec. Vol.
- FRYER, G. Y ILES., T. D. (1972). *The cichlid fishes of the great lakes of Africa: Their biology and evolution*. Oliver y Boyd, Edinburgh. 641 pp.
- GENDELHUY, C. I. (1982). *The management of the southern Capes forests*. South African Forestry Journal, 121, 1-7.
- GOLLASCH, S. Y LEPPÁKOSKI, E. (1996). *Initial risk assessment of alien species in nordic coastal waters*. Nordic Council of Ministres. Copenhagen.
- GROVES, R. Y BURDON, J. J. (1986). *Ecological of biological invasions*. Cambridge University Press, Canberra.
- GUTIÉRREZ, F. (2002). *Introducción, trasplante y repoblación con recursos hidrobiológicos*. Marco normativo nacional, internacional y competencias institucionales en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente/ RAMSAR/CVC. Bogotá. Colombia.
- GUTIÉRREZ, F. (2004). *Distribución de las Especies Hidrobiológicas Continentales Introducidas y/o Traslocadas en Colombia. Caso de Estudio: Biología y Ecología de Oreochromis niloticus en la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú*. Tesis Doctoral. Departament de Biología Animal (Vertebrats). Facultat de Biología. Universitat de Barcelona. Catalunya (España).
- HARPER, J. L. (1977). *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York.
- HENGEVELD, R. (1996). *Problems of biological invasions. An overview*. 18 -29. In: Sandlund, O. T., Schei, P.J. y Viken, A. eds. *Norway/UN Conference on aliens species*. Trondheim, Noruega.
- HENGEVELD, R. (1988). *Theories on biological invasions*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. C 90, 45-9.
- HENGEVELD, R. (1987). *Mechanisms of biological invasions*. Journal of Biogeography, 15, 819-28.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J., Y ACERO, A. (1971). *Apuntes sobre la carpa (Cyprinus Carpio Carpio) frente al desarrollo de la piscicultura en Colombia*. Inderena. Bogotá, 67 pp. Colombia.
- HOBBS, R. J. (1989). *The nature and effects of disturbance relative to invasions*. In: *Biological Invasions: A global perspective*, (Ed. J.A. Drake, et al.), Jhon Wiley y Sons, Chichester, 389-406.

- HODGES, C.S., Y GARDNER, D. S. (1985). *Myrica faya: potential biological control agents*. Cooperative National Parks Resources Studies Unit, University of Hawaii at Manoa, Department of Botany, Honolulu.
- HOFFMANN, J. H. Y MORAN, V. C. (1991). *Biocontrol of a perennial legume, Sesbania punicea, using a florivorous weevil, Trichapion lativentre: weed population dynamics with a scarcity of seeds*. *Oecologia*, 88, 574-6.
- HOLMES, P. M., I. A. W. MACDONALD Y JURITZ, J. (1987). *Effects of clearing treatment on seed banks of the alien invasive shrubs Acacia saligna and Acacia Cyclops in the southern and south Western Cape, South Africa*. *Journal of Applied Ecology*, 24, 98-100.
- HUGHES, R. M. Y 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. Y PAUGY, D. (1995). *Unsaturated fish communities in African rivers*. *Am. Nat.* Vol 146, No 1: 162 - 169.
- HUGUENY, B., CAMARA, S., SAMOURA, B. Y MAGASSOUBA, M. (1996). *Applying an index of biotic integrity based on fish assemblages in a West African river*. *Hydrobiologia* 331: 71 - 78.
- HUMPHRIES, S. E., R. H. GROVES Y MITCHELL, D.S. (1991). *Plant invasions of Australian ecosystems: a status review and management directions*. Endangered Species Program, Project No 58, Australian National Parks and Wildlife Service, Canberra.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. (2005). *Especies invasoras de Colombia*. Serie especies colombianas No 3. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.
- JENNINGS. M. J., LESKA, S. Y KARR, J. (1995). *Biological monitoring of fish assemblages in Tennessee Valley reservoirs*. *Regulated Rivers Research and Management*. Vol. 11: 263 - 274.
- KAISER, J. (1999). *Biological invaders sweep*. *In Science* (5.435): 1.834 - 1.843.
- 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. Y SCHLOSSER, I. J. (1986). *Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale*. *Illinois Nat. Hist. Survey Special Publ.* 5.
- KEDDY, P. A. (1992). *Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology*. *Journal of Vegetation Science* 3: 157-164.
- KRUGER, F.J., D.M. RICHARDSON Y WILGEN, VAN B.W. (1986). *Process of invasion by plants*. *In: The Ecology and Management of Biological Invasions in South Africa* (Ed. I.A. W. Macdonald, F.J. Kruger y A.A. Ferrar), Oxford University Press, Cape Town: 145-55.
- LAMPO, M. Y DE LEO, G.A. (1998). *The invasion ecology of the toad Bufo marinus: from South America to Australia*. *Ecological Applications*, 8: 388-396.
- LESKA, S. Y 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.

- LEVINE, J. (2000). *Species diversity and biological invasions: relating local process to community pattern*. Science. Vol. 288: 52-56.
- LIANG, S. H. Y 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. Y 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.
- LODGE, D. M. Y SHRADER-FRECHETTE, K. (2003). *Nonindigenous species: Ecological explanation, environmental ethics, and public policy*. Conservation Biology. Vol. 1. No 1: 31-37.
- LONSDALE, W. M. (1999). *Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility*. Ecology 80: 1522-1536.
- LYONS, J. S., NAVARRO, P. A., COCHRAN, E., SANTANA Y 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.
- MCCARTHER, R. H. (1972). *Geographical ecology: patterns in the distribution of the species*. NY: Harper y Row.
- MCLOUGHLIN, L. Y RAWLING, J. (1990). *Making your garden bush friendly: how to recognize and control garden plants which invade Sydney's bushland*. McLoughlin-Rawling, Killara, NSW.
- MCCNEELY, J. A., MOONEY, H. A., NEVILLE, L. E., SCHEI, P. Y WAAGE, J. K. (Eds.) (2001). *A global strategy on invasive alien species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK., in collaboration with the Global Invasive Species Programme.
- 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. Y ORTH, D.J. (1988). *Regional application of an index of biotic integrity for use in water resource management*. Fisheries 13: 12 - 20.
- MIROV, N. T. (1967). *The genus pinus*. The Ronald Press Company, New York.
- MOONEY, H.A. (1999). *A global strategy for dealing with alien invasive species*. 407-418. In: Sandlund, P. Schei y A Viken, (eds). United nations Conference on Alien Species. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- MOYLE, P. B. Y LIGTH, T. (1996a). *Fish invasions in California: do abiotic factors determine success*. Ecology. 77 (6): 1666-1670.
- NATIONAL TRUST, NSW. (1991). *Bush regenerations handbook*. National Trust of Australia (NSW), New South Wales.
- 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.
- OJASTI, J. (2001). *Informe sobre las especies exóticas en Venezuela*. Ministerio del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales - MARN -. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. 204 pp.

- PULLIN, A., S. (2002). *Conservation Biology. An introduction for southern Australia*. Oxford University Press. Victoria. Australia.
- QUENTIN, C., CRONK, B. Y FULLER, J. L. (2001). *Plantas invasoras: la amenaza para los ecosistemas naturales*. WWF UK. UNESCO. Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido.
- RAHEL, F. (2000). *Homogenization of fish faunas across de United States*. SCIENCE. Vol 288: 854-856.
- RAMAKRISHNAN, P.S. Y VITOUSEK, P.M. (1989). *Ecosystems level processes and the consequences of biological invasions*. In: *Biological Invasions: a global perspectiva*, (Ed, J.A. Drake et al). Jhon Wiley y Sons, Chichester: 281-300.
- REIG, O. A. (1981). *Teoría del origen y desarrollo de la fauna de mamíferos de América del Sur*. Monographie Naturae. Mar del Plata, Argentina, 1:1-162.
- REJMÁNEK, M. (1989). *Invasibility of plants communities*. In: *Biological Invasions: a global perspectiva*, (Ed, J.A. Drake et al). Jhon Wiley y Sons, Chichester: 369-88.
- RICHARDSON, D.M. Y BOND, W.J. (1991). *Determinants of plants distributions: evidence from pine invasions*. The American Naturalist, 137, 639-68.
- RÍOS, F. H. Y VARGAS, O. (2003). *Ecología de las especies invasoras*. Pérez Arbelaezia. No 14: 119-149. Colombia.
- SAGOFF, M. (1999). *¿What's rong with exotic species?*. Institute for Philosophy and Public Policy. School of public affairs. University of Maryland, College Park. IPP/fall1999.
- SAGOFF, M. (2000). *Why exotic species are not as bad as we fear*. The chronicle of higher education. University of Maryland. 23 June: B7.
- SANTA CATALINA ISLAND CONSERVANCY. (1997). *Management Plan for the Control and Eradication of Wildland Weeds*. Ecological Restoration Department. August 28, 56 pp.
- SHIMIZU, Y. Y TABATA, H. (1985). *Invasion of Pinus lutuchuensis and its influence on the native forests on a Pacific Island*. Journal of Biogeography, 12, 195-207.
- SIMBERLOFF, D. (1996). *Hybridization between native and introduced wildlife species. Importance for conservation*. Wildlife Biology 2: 143 - 150.
- SIMBERLOFF, D. (2003). *¿How much information on population biology is needed to manage introduced species?*. Conservation Biology. Vol. 1. No 1: 83-92.
- SIMPSON, G.G. (1980). *Splendid isolation. The curious history of South American mammals*. Yale University Press, New Haven. 266 pp.
- SMITH, C.W. (1989). *Non-native plants*. In: *Conservation Biology in Hawaii*, (Ed. C.P. Stone y Stone, D.B.). University of Hawaii Cooperative National Park Resources Studies Unit, Honolulu, 60-9.
- STOCKARD, J., B. NICHOLSON, J., B. Y WILLIAMS, G. (1985). *An assessment of a rainforest regeneration program at Wingham Brush*. Victorian Naturalist, 103, 85-93.

- STRANGE, E. M. Y FOIN., T.C. (1999). *Interaction of physical and biological processes in the assembly of stream fish communities*. In: Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats. Weiher, E. y Keddy P. (eds). Cambridge University Press. UK. Pp:311-337.
- THOMPSON, D.Q. STRUCKEY, R.L., Y THOMPSON, E.B. (1987). *Spread, impact, and control of purple loosestrife (Lythrum salicaria)*. In: North American wetlands, Fish and Wildlife Research, 2, 1-55.
- TISDELL, C.A., AULD, B.A. Y MENZ, K. M. (1984). *On assessing the value of biological control of weeds*. Protection Ecology, 6, 169-79.
- TREWICK, S. A., MORGAN-RICHARDS, M., Y CHAPMAN, H., M. (2004). *Chloroplast DNA diversity of Hieracium pilosella (Asteraceae) introduced to New Zealand: Reticulation, Hybridization and invasion*. American Journal of Botany. Vol. 91 Num. 1: 73-85.
- Tsutsui, N., y SUÁREZ, A. V. (2003). *The colony structure and population biology of invasive ants*. Conservation Biology. Vol. 1. No 1: 48-58.
- UNEP. (2000A). *Invasive alien species. Global strategy on invasive alien species*. UNEP/CDB/SBSTTA/6/INF/9. 52 pp.
- UNEP. (2000B). *From policy to implementation. Decisions from the fifth meeting of Parties to the Convention on Biological Diversity*. Nairobi, Kenya. 186 pp.
- UICN. (2000). *Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras*. Invasive Species Specialist Group (ISSG).
- WESTER, L.L. Y WOOD, H.B. (1977). *Koster's curse (Clidemia hirta), a weed pest in Hawaiian forests*. Environmental Conservation, 4, 35-41.
- WILLIAMS, P.A. (1984). *Woody weeds and native vegetation: a conservation problem*. In: Protection and Parks. Essays in the Preservation of Natural Values in Protected Areas (Ed. P.R., Dingwall). Proceedings of Section A4e, 15th Pacific Science Congress, Dunedin, February 1983, Department of Lands and Survey, Wellington, NZ: 61-6.
- WILLIAMS, P.A. (1983). *Secondary vegetation succession on the Port Hills Banks Peninsula, Canterbury, New Zealand*. New Zealand Journal of Botany, 21, 237-47.
- WILLIAMSON, M. (2000). *Ecology of invasions*. Workshop on best management practices for preventing and controlling invasive alien species. 22-24 February 2000. South Africa-United States of America Bi-National Commission. Documento electrónico www.york.ac.uk/depts/eeem/gisp/williamson_capetown.htm
- WILLIAMS, P.A. (1984). *Woody weeds and native vegetation – a conservation problem, in Protection and Parks. Essays in the Preservation of Natural values in Protected Areas*, (ed. P.R. Dingwall), Proceedings of Section A4e, 15th Pacific Science Congress, Dunedin, February 1983, Department of Lands and Survey, Wellington, NZ, 9, 11-17.
- WILLIAMSON, M. Y FITTER, J. (1996). *The varying success of invaders*. Ecology, 77 (6): 1661 - 1666.

- WILLIAMSON, M. (2000). *Ecology of invasions*. Workshop on best management practices for preventing and controlling invasive alien species. 22-24 February 2000. South Africa-United States of America Bi-National Commission. Documento electrónico www.york.ac.uk/depts/eeem/gisp/williamson_capetown.htm
- WILSON, J. B. Y GITAY, H. (1995). *Limitations to species coexistence: evidence for competition from field experiments using patch model*. *Journal of Vegetation Science* 6: 369-376.
- WITTENBERG, R. Y COCK, M. J. W. (2001). *Invasive alien species: A toolkit of best prevention and management practices*. Global Invasive Species Programme, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- WITKOWSKI, E.T.F. (1991). *Growth and competition between seed lings of Protea repens (L) and the alien invasive Acacia saligna (Labill) Wendl in relation to nutrient availability*. *Functional Ecology*, 5. 101-110.
- YIANG, G. (1993). *Transgenic fish –gene transfer to increase disease and cold resistance*. *Aquaculture*, 11: 31-40.

3

INTRODUCCIÓN, TRASPLANTE Y REPOBLACIÓN.

**MARCO NORMATIVO NACIONAL
E INTERNACIONAL Y COMPETENCIAS
INSTITUCIONALES**



Caracol de jardín (*Helix aspersa*)



Retamo liso (*Teline monspessulana*)

3. INTRODUCCIÓN, TRASPLANTE Y REPOBLACIÓN. MARCO NORMATIVO NACIONAL E INTERNACIONAL Y COMPETENCIAS INSTITUCIONALES

La ley no se fija si el culpable es bueno o malo, sólo atiende a la magnitud del daño causado.

Aristóteles

3.1. Introducción

Colombia es un país que se puede preciar de estar sobredimensionado en normas de cualquier naturaleza, incluidos los recursos naturales renovables y el medio ambiente. Tenemos ratificados 124 convenios internacionales, de los aproximadamente 1200 que frente al tema de los recursos naturales y medio ambiente existen y que incluyen, protocolos, códigos de conducta, convenciones, acuerdos y directrices. Se podrá argüir que muchos de ellos al no estar ratificados por Colombia, no son de obligatorio cumplimiento, pero en la práctica ello no ocurre, pues existen mecanismos comerciales y legislaciones –internas de cada país– que limitan muchas de las operaciones comerciales, de transporte, de experimentación, e investigativas de segundos países sobre su territorio.

Los temas de introducción, trasplante, repoblación, importación, exportación, investigación, manipulación, acceso y movilización de fauna silvestre, de recursos hidrobiológicos y pesqueros, e incluso las normas fito y zoonosanitarias, poseen un amplio marco normativo e institucional que datan de los años cuarenta, pero que en 1974 al expedirse el Código de los Recursos Naturales y Protección al Medio Ambiente, y posteriormente sus decretos reglamentarios, quedaron debidamente cobijados, con asignación de funciones y responsabilidades institucionales. Con posterioridad se han efectuado ajustes institucionales, administrativos y funcionales, lo cual no ha significado modificaciones al contenido de las normas, que de manera consuetudinaria intentan ser desconocidas por los diferentes actores.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en desarrollo de seminarios regionales y nacionales iniciados en 1996, sobre los temas de introducción, trasplante, repoblación, bancos de recursos genéticos y utilización de organismos vivos modificados, evidenció la necesidad de divulgar la normatividad vigente, por lo que se procedió a su compilación, interpretación y distribución entre instituciones, investigadores y la academia, y este ejercicio actualizado es el que aquí sumariamente se consigna.

Son de resaltar como desarrollos normativos nacionales complementarios a partir de 1978, alrededor del tema: La Ley de 09 de 1979 (Por la cual se dictan Medidas Sanitarias); la Ley 13 de 1990 (Estatuto General de Pesca); la Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental); el Convenio Sobre Diversidad Biológica de 1994 (Ley 165 de 1999); la Ley 611 de 2000 (Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática); la Ley 740 de 2002 (Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad en la Biotecnología) y el Decreto 1220 de 2005 (Licencias ambientales).

En el ámbito internacional, tenemos como compromisos a cumplir lo establecido en la conferencia de Río de 1992, en el Código de Conducta de Pesca Responsable de 1995, en la Decisión Andina 391 de 1996 (Sobre Acceso a Recursos Genéticos) y en el ya mencionado Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad en la Biotecnología del 2000, que se ocupa de los organismos vivos modificados, y alrededor del cual a nivel nacional se ha intentado desarrollar una norma reglamentaria marco, que sirve de referente obligatorio en esta materia.

El panorama normativo e institucional, asigna a todas las entidades involucradas en el manejo, administración, control y seguimiento de las actividades de introducción, trasplante, repoblación, acceso a recursos genéticos y bioseguridad, los elementos básicos para la toma de decisiones y clarifica la esfera de las competencias nacionales y regionales.



Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

3.2. Marco conceptual

El estudio ecológico de las especies exóticas y de las especies invasoras, es un asunto científico de vieja data y la obra clásica de Elton (1958) brindó una herramienta conceptual valiosa para la comprensión de la dinámica y el impacto de tales especies, así como para su prevención, control y manejo, y ofreció un marco de referencia oportuno para la presentación de la terminología pertinente.

La especie exótica, está definida por la Convención sobre Diversidad Biológica –CBD–, como: *“especie que está presente fuera de su propagación normal”*, a menudo, pero no siempre procedente de un país extraño. A su vez McNeely *et al.* (2001) y la IUCN proponen una definición más detallada: *“Especie, subespecie o taxón inferior fuera de su área de distribución natural (pasada o presente), y potencial de distribución (fuera del área que ocupa naturalmente o que pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte del hombre), e incluye cualquier parte, gametos o propágulo de tal especie que puede sobrevivir y luego reproducirse”*. En este mismo sentido se utilizan los términos foránea, introducida, no nativa, no naturalizada, no indígena, alóctona o alienígena.

Carlton (1996) postula que el término exótico debería restringirse a las introducciones históricas y comprobadas. El resto de especies presentes son nativas o inmigrantes antiguos. Esta última categoría, las especies criptogénicas, incluye las especies de muy amplia distribución o cosmopolitas, pero su separación de las especies nativas es en la práctica muy difícil, sino se poseen todos los antecedentes históricos.

Las etapas secuenciales que experimenta una especie en su paso a un área nueva se pueden dividir en: (1) importación –en cautiverio– a un país o área nueva, (2) introducción, cuando es liberada, escapa, o vive en un medio natural, (3) establecimiento, cuando constituye una población reproductora, y (4) plaga o invasora, cuando ejerce un fuerte impacto negativo.

Welcomme (1998) postula que una especie es introducida cuando una pareja reproductora transportada por el hombre –intencional o accidentalmente– cruza el límite internacional, y transferida o translocada, cuando es transportada y liberada dentro de su área de distribución natural –referido a un país, o a un ecosistema–.

La CBD, establece que una especie exótica invasora, es aquella (s) especie (s) que amenaza (n) los ecosistemas, hábitat o especies. Samways (1996) define la invasión como: *“El establecimiento, dispersión y aumento poblacional que resulta en un papel clave en la comunidad de destino”*. Los criterios de avance espacial e impacto ambiental o económico pueden coincidir en muchos casos pero no siempre.

La expansión de la especie invasora se realiza a expensas de especies y ecosistemas nativos. Implica competencia por espacio, luz, nutrientes, alimento y otros recursos vitales con las especies nativas, depredación, incluyendo herbivoría, hibridación entre cepas nativas e introducidas, que pueden debilitar la adaptación en las condiciones locales y riegos sanitarios (Simberloff 1996).

Todo esto afecta la abundancia, distribución, variabilidad y funciones ecológicas de las especies nativas, la estructura, función y condición de los ecosistemas, altera los hábitats y puede resultar en cambios irreversibles como la extinción de especies y deterioro del hábitat. De esta manera, el efecto acumulativo de introducciones resulta en una expansión cada vez mayor de especies invasoras generalistas, desaparición de especies endémicas y por ende homogeneización y empobrecimiento global de ecosistemas y la diversidad biológica en general (Elton 1958, Hengeveld 1996, Kaiser 1999).

A estos daños ecológicos se agregan inmensas pérdidas económicas recurrentes a la producción agropecuaria y forestal a causa de plagas y malezas exóticas, enfermedades contagiosas del hombre y de sus animales domésticos, o fauna y flora silvestre, como la de las vacas locas, que amenaza hoy la producción animal en Europa.

En la biología pesquera, el criterio del impacto es el efecto de la especie exótica sobre la producción de la pesca comercial (FAO 1995). El costo económico y ecológico del control de especies exóticas y/o invasoras es otro parámetro importante de su impacto negativo y que ha sido estimado anualmente en 400 mil millones de dólares –por pérdida o por acciones de control–.

En vista de los riesgos de diversa índole que presentan las especies invasoras, sería importante poder identificarlas de antemano y hacer lo posible para evitar su introducción. Acción que es casi que imposible, porque la función o nicho ecológico de una especie varía según el entorno (Hutchinson 1957). El nicho potencial de una especie es más amplio que el nicho ocupado en su comunidad nativa, debido a las limitaciones allí impuestas por las especies competidoras. En un nuevo ambiente, en cambio, su nicho es diferente, por lo que eventualmente puede cumplir más funciones y dispersarse y reproducirse más rápidamente.

Ya que, el potencial invasor de la especie es un proceso, el resultado de la invasión depende de: (1) la invasibilidad o la capacidad de cada ecosistema en resistir la invasión y (2) la presión invasora o la cantidad de invasores que alcanzan un área determinada (Lonsdale, 1999). En últimas, el potencial invasor de una especie, es un atributo intrínseco de cada especie. La resistencia a la invasión depende de la estabilidad comunitaria y disminuye por las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas. La presión invasora depende de la frecuencia de introducciones por el hombre, de la cantidad de individuos o semillas introducidas, así como de la capacidad dispersiva propia de cada especie (Ojasti 2001).

En últimas, la introducción es un asunto de bioseguridad, de conservación y de un adecuado manejo de la diversidad biológica. Cuando las introducciones, los trasplantes y la repoblación, no están dotadas del debido biorrigor, estamos haciendo en la mayoría de los casos un ejercicio de sustitución biológica, sobre cuyos resultados nunca estamos seguros; si llegasen a ocasionar impactos negativos, la conclusión generalizada, es que estamos condenados a convivir con el mal, que en el caso de los recursos hidrobiológicos –y de muchos otros ecosistemas– son casi insolubles, dadas las características mismas del medio acuático.

3.3. Marco legal nacional

El marco legal que rige la introducción, el trasplante, la repoblación y el control de cualquier clase de organismo (fauna, flora, recursos hidrobiológicos, recursos pesqueros están contemplados en el Decreto-Ley 2811 de 1974 (Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente) en los Artículos 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 41, 45, 137, 164, 165, 166, 266, 267, 274, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, y 336.

El Decreto-Ley 2811 de 1974, en su Parte IV (De la Protección Sanitaria de la Flora y de la Fauna) en su Artículo 290 establece: *“La introducción o importación al país de especies animales o vegetales sólo podrá efectuarse previa autorización del gobierno nacional.*

Para conceder la autorización se tendrán en cuenta, entre otros, los siguientes factores:

- 1. La protección de las especies naturales*
- 2. La necesidad de desarrollar o mejorar la producción agropecuaria nacional*
- 3. Las reacciones de las nuevas especies en el medio en que van a ser implantadas*
- 4. Las reacciones del medio receptor y de las especies nativas respecto de las que se pretende importar.*
- 5. La reacción de las razas o biotipos potencialmente peligrosos”.*

A su vez en el Artículo 291, se expresa: *“Requiere autorización especial la importación, producción, venta o expendio de híbridos o nuevas especies logradas mediante el uso de recursos genéticos”.*

En el Decreto 1608 de 1978 –Reglamentación en Materia de Fauna Silvestre–, y reglamentario del Decreto – Ley 2811 de 1974, en su Título III. Capítulo I Artículos 129 a 135. Capítulo II, Artículos 136 y 137. Capítulo III, Artículos 138 a 141. Título VI. Capítulo I, Artículos 196 a 201. Capítulo II, en los artículos 202 a 210, se trata de manera muy específica todo lo relacionado con la importación o introducción al país, de individuos, especímenes o productos de la fauna silvestre.

La definición de repoblación en materia de fauna silvestre está consignada en el Artículo 129 del Decreto 1608 de 1978 y dice textualmente: *“Se entiende por repoblación fáunica todo acto que conduzca a la reimplantación de poblaciones de especies o subespecies nativas de fauna silvestre en áreas en las cuales existen o existieron y tiene por objeto:*

- 1. Restaurar el equilibrio de los ecosistemas de los cuales forman parte.*
- 2. Promover el incremento de poblaciones nativas de fauna silvestre para evitar su extinción y procurar su renovación secular.*

3. *Desarrollar una cultura con base en el aprovechamiento racional de la fauna silvestre y sus productos, que permita mejorar la dieta alimenticia y el nivel de vida de las comunidades que dependen de este recurso para su subsistencia.*
4. *Suministrar, con base en el desarrollo a que se refiere el punto anterior, los ejemplares y productos necesarios a la demanda científica o comercial, tomándolos de zoocriaderos para evitar disminuir la presión sobre las poblaciones nativas”.*

La competencia en materia de repoblación, la establece el Artículo 131 y dice: *“Corresponde a la entidad administradora del recurso realizar y regular las actividades de repoblación faúnica, para lo cual deberá realizar previamente un plan de repoblación que contemple cuando menos:*

1. *Un estudio sobre el área en relación con la especie que es objeto de repoblación, las necesidades de la misma, las proyecciones a corto, mediano y largo plazo y los efectos ecológicos y económicos de la repoblación.*
2. *La procedencia e identificación taxonómica de los individuos o especímenes aptos para efectuar la repoblación, así como el número, talla y sexo y la calidad de los productos que se destinen al mismo fin.*
3. *Condiciones ambientales propicias del sitio y oportunidad para la liberación de los individuos o especímenes o para la práctica de los medios de repoblación elegidos.*
4. *Técnicos responsables de la repoblación.*
5. *Medidas profilácticas que se tomarían antes de la repoblación”.*

El Artículo 135 en relación con probables impactos negativos de las actividades de repoblación establece: *“Cuando se pretenda adelantar actividades susceptibles de producir deterioro de la fauna silvestre o alteración de los ecosistemas que le sirvan de hábitat a una especie que requiera tipo especial de manejo, para obtener licencia de que trata el Artículo 28 del Decreto-Ley 2811 de 1994, el interesado deberá incluir el estudio ecológico y ambiental previo, la relación de las prácticas de repoblación o traslado de la fauna representativa de las áreas que se van a afectar, a otras que sean aptas, así como aquellas actividades encaminadas a la restauración o recuperación del hábitat afectado cuando ello sea posible.*

La entidad administradora del recurso decidirá si el interesado en adelantar la actividad puede realizar por sí mismo las prácticas de repoblación o trasplante a que se refiere el artículo anterior, en caso negativo cobrará la tasa de repoblación”.

En el Artículo 137, se establece respecto al trasplante de fauna silvestre: *“El trasplante de fauna silvestre deberá ser realizado por el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente –INDERENA– (Léase Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y/o Corporaciones Autónomas Regionales) o previo su concepto favorable cuando se pretenda adelantar esta actividad por una entidad regional que tenga a su cargo la administración y*

manejo del recurso, caso en el cual éstas enviará al Instituto antes citado, al solicitar su concepto, el estudio ecológico y ambiental a que se refiere el inciso siguiente.

La entidad administradora del recurso que pretenda adelantar el trasplante de una especie de la fauna silvestre deberá realizar un estudio ecológico y ambiental en el cual se contemplarán por lo menos los siguientes aspectos:

1. Exigencias ecológicas de la especie o subespecie a trasplantar y posibilidades que estas tienen de afectar la fauna silvestre propia del área en la cual se verificará el trasplante.
2. Posibilidades de que las especies o subespecies trasplantadas rebasen el área o densidad de población calculada y descripción de los métodos de control a emplear en caso de que llegue a convertirse en competidora o depredadora de la fauna nativa silvestre”.

El Decreto 622 de 1978 (Sistema de Parques Nacionales), en los Artículos 3 y 13 toma en consideración los recursos genéticos de flora y fauna silvestre y su conservación, y en el numeral 12 del Artículo 30 prohíbe: “Introducir transitoria o permanentemente animales, semillas flores o propágulos de cualquier especie”.

El Decreto 1681 de 1978 (Reglamentación en Materia de Recursos Hidrobiológicos). En el Artículo 1, literales a y b, es muy específico respecto a: El desarrollo de la acuicultura y la regulación de la repoblación, introducción y trasplante de especies hidrobiológicas. En el Artículo 87 se estipula que: “La obtención de ejemplares del medio natural para iniciar cultivo, requiere permiso de pesca de fomento”. En el Artículo 113, se establece: “El Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente –Léase Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y/o Corporaciones Autónomas Regionales– regulará la forma de transporte de ejemplares vivos de especies hidrobiológicas, en cualquier estado de su desarrollo”. El Artículo 122. Literal c) expresa: “Prohibir o restringir y reglamentar la introducción, trasplante, cultivo o propagación de especies hidrobiológicas científicamente perjudiciales para la conservación y el desarrollo del recurso”.

Más adelante, en el Capítulo III (Del Fomento de los Recursos Hidrobiológicos. Sección I. Repoblación, trasplante e introducción de especies hidrobiológicas. Artículos 133 a 137), se establecen regulaciones y procedimientos que literalmente expresan:

El Artículo 133, ofrece entre otras las siguientes definiciones:

1. *Especie nativa.* Se denomina como especie nativa, la especie o subespecie taxonómica, raza o variedad de animales, o plantas cuya área natural de dispersión geográfica se extiende al territorio nacional o aguas jurisdiccionales o forma parte de los mismos. Para esta definición es indispensable que tales especies, subespecies, razas o variedades no se encuentren como producto voluntario o involuntario de la actividad humana.
2. *Especie exótica o foránea.* Se denomina como especie exótica o foránea la especie o subespecie taxonómica, raza o variedad, cuya área natural de dispersión geográfica no se

extiende al territorio nacional ni aguas jurisdiccionales y se encuentra en el país como producto voluntario o involuntario de la actividad humana.

3. *Especie aclimatada.* Se entiende como tal, toda especie exótica que habiendo sido introducida al país se ha adaptado al medio en forma tal que se propaga naturalmente y tiende a establecer dentro de éste un área de dispersión geográfica.
4. *Repoblación hidrobiológica.* Todo acto que conduzca al establecimiento en medios ecológicos adecuados de especies nativas extinguidas o en proceso de extinción, dentro de su área original.
5. *Trasplante de especies hidrobiológicas.* Toda liberación de ejemplares o productos de especies nativas que pueda dar origen a una población natural ajena a la fauna del lugar en donde se verificará la liberación.

El Artículo 134. La repoblación en medios naturales tiene como objeto:

1. *Restaurar el equilibrio biológico de los diferentes ecosistemas.*
2. *Permitir el incremento de poblaciones naturales de determinado recurso hidrobiológico, para evitar su extinción.*
3. *Promover el incremento de especies nativas en beneficio de los habitantes de la región en particular y del país en general.*
4. *Utilizar integralmente embalses o represar construidas con fines hidroeléctricos, de acueducto o industriales.*
5. *Repoblar áreas naturales, lagos, ciénagas o ríos, en los cuales se haya disminuido la producción pesquera por sobrepesca, merma de caudales, contaminación temporal y otros factores semejantes.*

El Artículo 135, dice textualmente: “Para la repoblación, introducción o trasplante de ejemplares de especies hidrobiológicas dentro del territorio nacional, incluidas las aguas de propiedad privada, se requiere autorización del Inderena –Léase Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o Corporaciones Autónomas Regionales–; esta disposición es obligatoria para toda persona natural o jurídica, pública o privada”.

El Artículo 137 expresa: “El interesado en adelantar actividades de repoblación de especies hidrobiológicas deberá presentar personalmente y por escrito, solicitud en papel sellado al Inderena con los siguientes requisitos:

1. *Nombre, identificación y domicilio del solicitante.*
2. *Razón social y nombre, identificación y domicilio del representante legal, si se trata de una persona jurídica.*



Caracol de jardín (*Helix aspersa*)

3. *Plan de actividades, en el cual se incluirán por lo menos los siguientes aspectos:*
 - a. *Necesidad de la repoblación de una zona.*
 - b. *Procedencia e identificación taxonómica de la especie a liberar, su número, talla y sexo.*
 - c. *Corriente o masa de agua donde se llevará a cabo la liberación.*
 - d. *Técnico o técnicos responsables de la repoblación.*
 - e. *Documentación y referencia sobre las aguas en las cuales se efectuará la repoblación.*
 - f. *Medidas profilácticas necesarias antes de la repoblación.*
 - g. *Condiciones ecológicas de las especies o subespecies a trasplantar y posibilidades que éstas tienen de afectar la fauna hidrobiológica propia del área en la cual se verificará el trasplante.*
 - h. *Posibilidades de que las especies o subespecies trasplantadas rebasen el área de densidad de población calculada, y descripción de los métodos de control a emplear, en caso de que llegare a convertirse en competidora de la fauna hidrobiológica nativa”.*

Cuando en este aparte y en otros se refieren al Inderena, deberá entenderse como Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ya que en virtud de la Ley 99 de 1993, éste asumió tales competencias y decisiones. De no ser así, y este caso ilustra perfectamente la situación, que el manejo, administración y control de los recursos hidrobiológicos es potestativo de las Corporaciones Autónomas Regionales o de Desarrollo Sostenible, que a la vez, comparten la investigación básica y aplicada de estos y otros recursos naturales renovables con los institutos de investigación adscritos o vinculados al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El Artículo 149 dice: *“El aprovechamiento, recolección, procesamiento, comercialización o cultivo de la flora acuática se regirán por las mismas normas que para los recursos hidrobiológicos establece este Decreto, así como por las normas establecidas para la flora terrestre”*.

La Ley 17 de 1981 (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres –Cites–) regula de manera directa la importación y exportación de las especies hidrobiológicas incluidas en los Apéndices y garantiza la conservación de la diversidad biológica. En la X (año 1997) y en la XI (año 2000) Conferencias de las Partes se hicieron propuestas de resolución para regular el comercio de especies foráneas, pero no fueron aprobadas. Sin embargo, se han identificados dos vías: o una resolución de los países parte de Cites, o una convención internacional que regule el tema. En esta misma vía están procediendo la Comunidad Andina de Naciones, que ha visto cómo los países de manera poco científica y sin el debido “biorrigor”, están generando acciones relativas a estos temas.

En 1981, en reunión con representación de las Altas Partes Contratantes de la Comisión Permanente Del Pacífico Sur –CPPS– se acogió y signó el *Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste*. En desarrollo de este mecanismo de cooperación regional se vienen abordando temas ambientales diversos, relativos a la contaminación marina, manejo integrado de zonas costeras, áreas marinas y costeras protegidas, diversidad biológica marina y costeras, cambios climáticos, introducción y trasplante de especies, etc.

El Ministerio de la Protección Social –antes Ministerio de Salud– mediante el Decreto 2257 de 1986, reglamentó parcialmente los Títulos VII y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a investigación, prevención y control de la zoonosis, estableciendo en las partes pertinentes al tema tratado:

Artículo 35. Determinación de zoonosis exóticas: *El Ministerio de Salud en coordinación con el Ministerio de Agricultura determinará las zoonosis exóticas para el país y señalará las medidas necesarias para evitar su introducción al territorio nacional.*

La relación de este artículo con las especies exóticas que vayan a ser objeto de importación y /o utilización bien para ambientes abiertos o ciclo cerrado, tiene que ver directamente con la potestad que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Instituto Colombiano Agropecuario –ICA– tiene para hacer el listado de las zoonosis, que de manera previa deben ser vigiladas y que se corresponden con la natural obligación de cualquier usuario sobre el aporte de un certificado que valide la ausencia de zoonosis en los ejemplares a importar y de la granja o expendio de origen.

En el Artículo 51. La prohibición de instalar criaderos de animales en perímetros urbanos se expresa: *“Prohíbese la explotación comercial y el funcionamiento de criaderos de animales domésticos, silvestres, salvaje y exóticos, dentro de los perímetros urbanos definidos por las Autoridades de Planeación Municipal”*.

Respecto a los requisitos para la importación y exportación de animales, en el Artículo 61 se establece que para: *“La importación y exportación de animales domésticos, silvestres, salvajes*

y exóticos, deberán cumplirse los requisitos exigidos por las reglamentaciones del Instituto Colombiano Agropecuario y el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA), además de las disposiciones legales en materia de comercio exterior”.

La Ley 13 de 1990 (Estatuto General de Pesca), en el Artículo 45, regula la introducción: “El INPA –Ahora Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder)–, podrá desarrollar programas de importación de especies hidrobiológicas con miras a fomentar su cultivo, conforme a las normas vigentes sobre la materia”. Y en el Artículo 47, establece los modos de adquirir derecho para ejercer la actividad pesquera.

En el Artículo 44 (literal b) numeral 1 se define la repoblación, como actividad propia de la acuicultura de la siguiente manera: “La siembra de especies hidrobiológicas en ambientes acuáticos naturales o artificiales sin ningún manejo posterior”.

En el decreto reglamentario 2256 de 1991, de la Ley 13 de 1990, en el Artículo 46, se establece que: “Se podrán cultivar todas las especies nativas y las foráneas introducidas o aquellas cuya introducción acuerden conjuntamente el Inderena y el INPA”.

Con base en lo establecido en la Ley 99 de 1993, en el Artículo 98, parágrafo 2, todas las funciones asignadas al Inderena, son ahora potestad del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “A partir de la vigencia de esta ley, adscribase el Inderena al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el cual será responsable de, en un período no mayor de dos años, asegurar la transferencia de las funciones del Inderena a las entidades que la ley define como competentes. Las Corporaciones Autónomas Regionales, asumirán gradualmente, y durante un período no mayor a tres años, todas las funciones que esta ley les asigna”.

En el Artículo 49, respecto a la repoblación se especifica que: “El INPA realizará y promoverá acciones de repoblamiento en aquellas áreas naturales que lo requieran, utilizando preferentemente las especies nativas de cada región. Igualmente, el INPA podrá establecer a cargo de los titulares de permiso de acuicultura que utilizan semilla del medio natural, la obligación de destinar un porcentaje de sus cosechas para acciones de repoblamiento”.

El Artículo 50, se refiere a la importación de material biológico y establece: “En concordancia con lo dispuesto por el numeral 6 del Artículo 47 de la Ley 13 de 1990, para la importación de ovas embrionadas, larvas, post-larvas, alevinos y reproductores de especies hidrobiológicas con fines de acuicultura, se requiere autorización del INPA. La Junta Directiva del INPA evaluará periódicamente la necesidad de importar material biológico como semilla, de acuerdo con la oferta nacional, y establecerá el procedimiento para el otorgamiento de las autorizaciones a que se refiere el presente artículo”.

La Constitución Política de 1991 en el Artículo 79 establece: “Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica”. La Ley 12 de 1992 (Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste), en el Artículo VII, establece la obligación de prevenir,

reducir y controlar, en el mayor grado posible: literal c): *“La introducción de especies de fauna y flora exóticas, incluyendo trasplantes, y d) Otras actividades susceptibles de producir deterioro ambiental”*. Y en el Artículo VIII, expresa: *“Las altas Partes Contratantes tomarán individualmente o conjuntamente todas las medidas para prevenir, reducir y controlar el deterioro ambiental, incluyendo la contaminación de las áreas protegidas, provenientes de cualquier fuente y actividad. Dichas medidas incluirán entre otras, las destinadas a prevenir, reducir y controlar con el mayor grado posible la introducción de especies de fauna y flora exótica, incluyendo trasplantes”*.

La Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental), en los Artículos 1 (numeral 2.); Artículo 5 (numerales 2, 19, 21, 22, 24, 43) y Artículo 52 (numeral 12). En el numeral 2 se establece como función del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: *“Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración, y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural”*.

En el numeral 19, se expresa: *“Administrar las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales, velar por la protección del patrimonio cultural y la diversidad biótica de la Nación, así como por la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica”*.

En el numeral 21: *“Regular conforme a la ley, la obtención, uso, manejo, investigación, importación, exportación, así como la distribución y el comercio de estirpes genéticas de fauna y flora silvestres; regular la importación, exportación y comercio de dicho material genético, establecer los mecanismos y procedimientos de control y vigilancia, y disponer lo necesario para reclamar el pago o reconocimiento de los derechos o regalías que se causen a favor de la Nación por el uso del material genético”*.

En el numeral 22: *“Participar con el Ministerio de Relaciones Exteriores en la formulación de política internacional en materia ambiental y definir con éste los instrumentos y procedimientos de cooperación en la protección de los ecosistemas de las zonas fronterizas; promover las relaciones con otros países en asuntos ambientales y la cooperación multilateral para la protección de los recursos naturales y representar al gobierno nacional en la ejecución de los tratados y convenios internacionales sobre medio ambiente y recursos naturales renovables”*. En el numeral 24: *“Regular la conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, en las zonas marinas y costeras, y coordinar las actividades de las entidades encargadas de la investigación, protección, y manejo del medio marino, de sus recursos vivos, y de las costas y playas; así mismo, le corresponde regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales”*.

En el numeral 43: *“Establecer técnicamente las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables”*.

Finalmente, en el Artículo 52, numeral 12 se le asigna al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial la función de otorgar la licencia ambiental para: *“La introducción al país de parentales para la reproducción de especies foráneas de fauna y flora silvestres que puedan afectar la estabilidad de los ecosistemas o de la vida salvaje”*.

En desarrollo de la Agenda 21, se firmó el Convenio Sobre la Diversidad Biológica, que fue acogido por Colombia mediante la Ley 165 de 1994, y que ha sido ratificado por 170 países. El texto de manera íntegra busca la conservación de la diversidad biológica.

De manera muy particular y precisa su contexto es aplicable al tema que nos ocupa y se expresa en el Artículo 6, literal b): *“Cada Parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales”*. Este mandato es relevante en el caso de las especies foráneas que generen ejes transversales entre muchos sectores como el agrario, comercial, de transporte, planes de desarrollo, conservación de la diversidad biológica y control fronterizo, entre otros.

Artículo 7. Literal c): *“Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y especial para los fines de los Artículos 8 a 10, identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan efectos perjudiciales importantes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de estos efectos”*. Esto sugiere la identificación y seguimiento de las especies foráneas como una herramienta de manejo.

Artículo 8 (Conservación *in situ*). Literal g): *“Cada Parte Contratante establecerá o mantendrá medios para regular, administrar o controlar los riesgos derivados de utilización y la liberación de organismos vivos y modificados como resultado de la biotecnología que es posible tengan repercusiones ambientales adversas que puedan afectar a la conservación y a la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana”*. Literal h): *“Impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies”*. Literal i): *“Procurará establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilidades actuales con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes”*. Literal l): *“Cuando se haya determinado, de conformidad con el Artículo 7, un efecto adverso importante para la diversidad biológica, reglamentará u ordenará los procesos y categorías de actividades pertinentes”*.

Artículo 9 (Conservación *ex situ*), en su Literal c): *“Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, y principalmente a fin de complementar medidas *ex situ* adoptará medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de las especies amenazadas y a la reintroducción de éstas en sus hábitats naturales de condiciones apropiadas”*.

Artículo 14 (Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso), manifiesta de manera textual: Literal a): *“Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda establecerá procedimientos apropiados por los que se exija a la evaluación del impacto am-*

biental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica, con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos>>; b): <<Establecerá arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica”.

Teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 8, literal h, son también aplicables el Artículo 11 (Incentivos): “Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible según proceda, adoptará medidas económicas y socialmente idóneas que actúen como incentivos para la conservación y la utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica”. Y el Artículo 17 (Intercambio de información): 1: “Las Partes Contratantes facilitarán el intercambio de información de todas las fuentes públicamente disponibles para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países de desarrollo”. 2: “Ese intercambio de la información incluirá el intercambio de los resultados de las investigaciones técnicas, científicas, y socioeconómicas, así como información sobre programas de capacitación y de estudio, conocimientos autóctonos y tradicionales, por sí solos y en combinación con las tecnologías mencionadas en el párrafo 1 del Artículo 16. También incluirá, cuando sea viable, repatriación de la información”.

Artículo 22. Numeral 2: “Las Partes Contratantes aplicarán el presente Convenio con respecto al medio marino, de conformidad con los derechos y obligaciones de los Estados con arreglo al derecho del mar”.

Artículo 26: “Cada Parte Contratante con la periodicidad que determine la Conferencia de las Partes, presentará a la Conferencia de las Partes informes sobre las medidas que haya adoptado para la aplicación de las disposiciones del presente Convenio y sobre la eficacia de estas medidas para el logro de los objetivos del Convenio”.

Posteriormente a la firma y ratificación del Convenio por los países Partes, está la Decisión IV/1/C de la Conferencia de las Partes en Bratislava (UNEP, 1998): “Invitar a los Países Partes a desarrollar proyectos a nivel nacional, regional, subregional e internacional sobre las especies exóticas y solicitar los mecanismos financieros para proveer un respaldo oportuno para tal efecto”. A estos acuerdos se suman los documentos: “Especies exóticas: Principios rectores para la prevención, introducción y mitigación de sus impactos”. (UNEP/CBD/SBSTTA/5/5) y “Enfoque por ecosistemas” (UNEP/CBD/SBSTTA/5/11).

La II Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica realizada en Jakarta (Indonesia), en 1995, acordó la ejecución de un Programa de Acción para la diversidad biológica marina y costera, denominado el Mandato de Yakarta, que luego de un proceso de consultas aprobó en la IV Conferencia y mediante la Decisión IV/5 dicho programa de trabajo que comprende cinco elementos: 1) Implementación del Manejo Integrado de Zonas Costeras; 2) Recursos vivos marinos y costeros; 3) Áreas marinas y costeras protegidas; 4) Maricultura y 5) Especies exóticas. Regional y nacionalmente según los diagnósticos, el compromiso con más desarrollo son los números 1 y 3, mientras que los restantes o no lo han sido y en un muy porcentaje ni siquiera existen planteamientos a su alrededor.

La Decisión Andina 391 del 17 de julio de 1996 (Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos), tiene como ámbito, según el Artículo 3: *“La presente Decisión es aplicable a los recursos genéticos de los cuales los países miembros son países de origen, a sus productos derivados, a sus componentes intangibles y a los recursos genéticos de las especies migratorias que por causas naturales se encuentren en el territorio de los países miembros”*. Técnicamente, es una extensión del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

El Código Penal (Ley 599 de julio 24 de 2000), en su Artículo 300, es muy amplio en el tema a que nos estamos refiriendo y expresa:

“El que con incumplimiento de la normatividad existente introduzca, manipule, experimente, inocule o propague especies, microorganismos, moléculas, sustancias o elementos que pongan en peligro la salud o la existencia de los recursos fáunicos, florísticos o hidrobiológicos, o alteren perjudicialmente sus poblaciones, incurrirá en prisión de dos (2) a seis (6) años y multa de trescientos (300) a diez mil (10.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Incurrirá en la misma pena el que con incumplimiento de la normatividad existente realice actividades de manipulación genética o introduzca ilegalmente al país organismos modificados genéticamente, con peligro para la salud o la existencia de los recursos mencionados en el inciso anterior.

Si se produce enfermedad, plaga o erosión genética de las especies la pena se aumentará en una tercera parte”.

En virtud de la liquidación del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura –INPA–, mediante el Decreto 1293 de 2003 y el Decreto 1300 de 2003, mediante el cual se crea el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural –Incoder–, la potestad que tenía el INPA para: *“La expedición de permisos y certificados zoosanitarios para la importación y exportación respectivamente de peces, moluscos y crustáceos (vivos)”*, fue devuelta para su control manejo y administración al Instituto Colombiano Agropecuario –ICA–.

En la Ley 611 de 2000 (Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática) se hace referencia a una nueva figura a ser manejada en la zootecnia y tiene que con la de Predios Proveedores y en el Título VII (De los predios proveedores para especímenes para el manejo sostenible de la fauna silvestre y acuática) se establece: Artículo 17. *“Se entenderá como predio proveedor de especímenes aquel que sea capaz de suministrarlos a un zootecniador, sin alterar la sostenibilidad de sus poblaciones naturales”*.

Artículo 18. *“Aquellos zootecniadores que no tengan especímenes en cantidad suficiente para su funcionamiento, podrán suscribir convenios con el propietario de otro zootecniador con el fin de garantizar el suministro de especímenes, previa licencia como proveedor que otorgará la autoridad ambiental”*.

Parágrafo. *“Un zootecniador determinado podrá desempeñarse como proveedor de especímenes para otro zootecniador sólo cuando funcione con fines comerciales dadas las condiciones adecuadas para ese objetivo y previa autorización de la autoridad ambiental”*.

A su vez hace relación a la zootecnia con especies exóticas en el Título XI, determinando en su Artículo 24 que: *“El Ministerio del Medio Ambiente podrá permitir la introducción de especies exóticas para el establecimiento de zootecniarios, siempre y cuando los estudios técnicos y científicos determinen su viabilidad. A tales efectos los interesados deberán presentar los requisitos que le exija la autoridad ambiental respectiva para el trámite de la solicitud”*.

El Decreto 1220 de 2005 (Licencias ambientales), en el Artículo 8 (Numeral 16) establece que es competencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial otorgar la Licencia Ambiental para: *“La introducción al país de parentales, especies, subespecies, razas o variedades silvestres foráneas con fines de reproducción y comercialización para establecerse o implantarse en medios naturales o artificiales, que puedan afectar la estabilidad de los ecosistemas o de la vida silvestre. La licencia ambiental contemplará la fase de investigación o experimental y la fase comercial. La fase de investigación involucra las etapas de importación del pie parental, la instalación o construcción del zootecniario y las actividades de investigación o experimentación del proyecto. Para autorizar la fase comercial se requerirá modificación de la licencia ambiental”*.

En el Parágrafo 2° establece que: *“Los zootecniarios de especies exóticas o foráneas a los que se refiere el numeral 16 del presente artículo, no podrán adelantar actividades comerciales con individuos introducidos, ni con su producción, en ninguno de sus estadios biológicos, a menos que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial los haya autorizado como predios proveedores y solamente cuando dichos especímenes se destinen a establecimientos legalmente autorizados para su manejo en ciclo cerrado”*.

En el parágrafo 3° respecto a las especies consideradas invasoras, estipula que: *“No se podrá autorizar la introducción al país de parentales de especies, subespecies, razas o variedades exóticas o foráneas que hayan sido considerados como invasoras o potencialmente invasoras por entidades científicas, académicas u organismos ambientales de carácter internacional o nacional, y declaradas como tal por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con el soporte técnico y científico de los Institutos de Investigación Científica vinculados al Ministerio”*.

En el Parágrafo 4° ordena que: *“El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial señalará las especies exóticas o foráneas que a la fecha de expedición de este decreto, hayan sido introducidas irregularmente al país y puedan ser objeto de actividades de cría en ciclo cerrado. Lo anterior sin perjuicio de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar”*.

Y en el Artículo 9°, parágrafo 2°, y respecto a las competencias de las Corporaciones Autónomas Regionales para otorgar Licencias Ambientales establece: *“Las Corporaciones Autónomas Regionales solamente podrán otorgar licencias ambientales para el establecimiento de zootecniarios con fines comerciales de especies exóticas en ciclo cerrado, para tal efecto, el pie parental deberá provenir de un zootecniario con fines comerciales que cuente con licencia ambiental y se encuentre debidamente autorizado como predio proveedor”*.

Finalmente, el 23 de enero de 2006 mediante la Ley No 1011, se legalizó la especie caracol de tierra *Helix aspersa*, que había sido declarada en el 2005, por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt como especie invasora, previa consulta con Autoridades Científicas Cites, con investigadores, y con la academia en general.

Con este proceder se *legalizó lo ilegal* y explícitamente se autorizaron todas las actividades productivas que se desarrollaban con la especie que fue ilegalmente introducida al país. Inclusive la Ley desconociendo los aspectos técnicos, científicos, las recomendaciones y que la especie hubiese sido declarada como invasora y que está presente en 28 de los 32 Departamentos procedió, en contra de cualquier lógica y racionalidad en su Artículo 2º a establecer: **Zonas de vocación helicícola**. “Denominanse zonas de vocación helicícola las regiones del país donde se encuentran los caracoles terrestres del género *Hélix*. A partir de esta ley, dichas regiones quedan declaradas como zonas aptas para el cultivo de este género de caracol y en ellas se permitirá la explotación de la actividad helicícola, atendiendo las instrucciones que sobre manejo ambiental definan las respectivas autoridades.

Los zoocriaderos de caracol terrestre del género *Hélix* y sus diferentes especies podrán funcionar en las modalidades extensiva, intensiva o mixta y bajo sistemas abiertos, cerrados o mixtos”.



Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

3.4. Marco legal internacional

Existen múltiples instrumentos internacionales que consideran de manera puntual el tema de las especies exóticas y de las especies invasivas y entre ellos es importante destacar 45 que son jurídicamente vinculantes para muchos países y que estando vigentes, merecen ser conocidos por todos los interesados en el tema de la introducción el trasplante y las especies invasoras, pues de allí en las actividades de comercio y transporte se generan indirectamente obligaciones de obligatorio cumplimiento para los países Parte o no de los mismos. Entre ellos, además del marco normativo nacional ya mencionado –que incluye normas internacionales, convertidas en marco nacional–, son de resaltar:

1. Convención para la Protección de las Plantas Europeas-Mediterráneas (París, 1951).
2. Convención Internacional para la Protección de las Plantas (Roma, 1951; enmendada en 1997).
3. Acuerdo para la Protección de las Plantas de Asia y de la Región del Pacífico (Roma, 1956).
4. Convención relativa a las Pesquerías del Danubio (Bucarest, 1958).
5. Acuerdo sobre las Medidas para la Conservación de la Flora y Fauna Antártica (Bruselas, 1964).
6. Convención Fitosanitaria para África (Kinshasa, 1967).
7. Convención para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales de Africa (Algiers, 1968).
8. Convención de las Naciones Unidas sobre los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar, 1971).
9. Convención para la Protección de la Naturaleza en el Pacífico Sudeste (Apia, 1976).
10. Convención Sobre Especies Silvestres Migratorias (Bonn, 1979).
11. Convención para la Conservación de la Vida Silvestre y Recursos Naturales de Europa (Bern, 1979).
12. Convención para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos de la Antártida (Cambera, 1980).
13. Convención de las Naciones Unidas Sobre el Mar (Montego Bay, 1982).
14. Regulaciones Internacionales de Salud (Ginebra, 1982). Adoptada por la vigésima segunda asamblea de la organización mundial de la salud en 1969 y enmendada en la vigésima sexta Asamblea de 1973, y en la trigésima cuarta asamblea de 1981).
15. Convención Beneleux para la Conservación y Protección de la Naturaleza y la Tierra (Bruselas, 1982).

16. Protocolo relativo a la Protección de las Áreas Especialmente Protegidas del Mediterráneo (Ginebra, 1982).
17. Acuerdo de Los Estados Unidos para el Libre Comercio - NAFTA (1982).
18. Recomendaciones No R (84) 14 (1984) del Comité de Ministros a los Miembros del Consejo Europeo de Ministros, relativas a la Introducción de Especies no Nativas (1984).
19. Acuerdo Asiático Sobre la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (Kuala Lumpur, 1985).
20. Protocolo relativo a las Áreas Protegidas, la Fauna y Flora de la Región Oriental de África (Nairobi, 1985).
21. Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste (Paipa, 1989).
22. Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe – SPAW - (Kingston, 1990).
23. Protocolo del Tratado Antártico Sobre Protección Medioambiental (Madrid, 1991).
24. Convención Sobre la Diversidad Biológica (Nairobi, 1992).
25. Agenda 21. Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Río, 1992).
26. Convención para la Conservación de la Biodiversidad y la Protección de Áreas Silvestres en Centro América (Managua, 1992).
27. Acuerdo para la Protección de las Plantas del Oriente Próximo (Rabat, 1993).
28. Acuerdo Norteamericano sobre Cooperación Medioambiental (1993).
29. Programa de Acción para el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados-Islas (1994).
30. Código Internacional de Prácticas para la Introducción y Transferencia de Organismos Marinos (ICES/EIFAC, 1994).
31. Protocolo para la Implementación de la Convención Alpina para la Protección de la Naturaleza y la Conservación de la Tierra (Chambery, 1994).
32. Acuerdo Tripartito para la Preparación de un Programa para el Manejo Ambiental del Lago Victoria (Dar es Salaam, 1994).
33. Convención para el Establecimiento de una Organización Pesquera del Lago Victoria (Kisumu, 1994).
34. Código de Conducta de Pesca Responsable (FAO, 1995).

35. Código de Conducta para la Importación y Liberación de Agentes Biológicos de Control (FAO, 1995).
36. Acuerdo para la Conservación de las Aves Acuáticas Migratorias de África-Eurasia (The Hague, 1995).
37. Acuerdo para la Aplicación de las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (Marakech, 1995).
38. Protocolo Concerniente a las Áreas Especialmente Protegidas y la Diversidad Biológica del Mediterráneo (Barcelona, 1995).
39. Programa Global de Acción para la Protección del Medio Ambiente Marino, de las Actividades en Tierra (UNEP, 1995).
40. Convención sobre el Derecho de usos no navieros de los cursos internacionales de agua (New York, 1997).
41. Directrices para impedir la Introducción de Organismos Acuáticos y Agentes Patógenos no deseados que puedan haber en el agua de lastre y los sedimentos descargados por los buques (Resolución A.868 (29) 1997, Organización Marítima Internacional).
42. Prevención de la Introducción de Especies Alienígenas Invasivas. Resolución A-32-9. Organización Internacional de Aviación Civil (ICAO, 1998).
43. Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad en la Biotecnología. Convención Sobre la Diversidad Biológica (Montreal 2000).
44. Directrices de la IUCN para la Prevención de la Pérdida de la Biodiversidad, por las Especies Alienígenas Invasivas (2000).
45. Convención entre Estados Unidos y Canadá para las Pesquerías de los Grandes Lagos (Instrumento Básico para la Comisión Pesquera de los Grandes Lagos).

Colombia ha firmado y ratificado múltiples convenciones, acuerdos, protocolos, y tratados que no desarrollamos, o que en el más grave de los casos, se desconocen a todos los niveles: administrativos, técnico y científico.

La adopción práctica y el desarrollo legislativo en Colombia son incipientes. Los tratados, como actos jurídicos producen efectos de derecho que no se resumen solamente, en sentido estricto, en derechos y obligaciones.

La doctrina moderna en derecho internacional sitúa la fuerza jurídica de los tratados en perspectivas bastante amplias, en especial sobre la forma como interactúan los tratados con otras normas (preexistentes, convencionales o de costumbre) y en relación con los ordenamientos internos de los Estados.

Conforme los problemas que han ido apareciendo en la comunidad internacional, la doctrina moderna reconoce el respeto al principio *pacta sunt servanda* (lo pactado debe ser respetado),

no como un dogma, sino para que los Estados vean en los tratados un «instrumento técnico» que ellos utilizan porque están de acuerdo en reconocerlo como conveniente y útil.

Esta concepción empírica del problema da margen para considerar los tratados y las convenciones como instrumentos técnicos, más allá de la consideración de simple instrumento jurídico. Así, los convenios de protección del medio marino y de cualquier recurso natural renovable, son considerados a la vez como:

- Marco de referencia de programas ambientales regionales.
- Instrumentos de base para el desarrollo y aplicación de 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.

Desde luego no se trata de una “camisa de fuerza”, pues los Estados siguen siendo autónomos para la adopción de sus legislaciones. Los convenios son marcos de referencia bastante útiles. En este campo son de relevancia, para el tema que nos ocupa, citar aquellos instrumentos internacionales en los que Colombia ha tenido una participación activa, los ha firmado, los ha ratificado, y en los que ha aceptado responsabilidad para su puesta en práctica.

En su reunión estatutaria de 1973, el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (Ciem), recomendó un “Código de práctica para reducir los riesgos de los efectos adversos provenientes de la introducción de especies marinas no indígenas”, y en su reunión estatutaria de 1979, adoptó el Código de Práctica que fue revisado.

La Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (Bonn, 1979). Es una convención internacional que no ha sido ratificada por Colombia. Contempla el caso de especies invasoras en su Artículo III (4) (c): “Las Partes que sean Estados del área de distribución de una especie migratoria que figura en los Apéndices se esforzarán por prevenir, reducir o controlar, cuando sea posible y apropiado, los factores que ponen en peligro o implican riesgo de poner en peligro en adelante a dicha especie inclusive controlando estrictamente la introducción de especies exóticas, o vigilando o eliminando las que hayan sido introducidas”. De la Comunidad Andina solamente Perú forma parte de esta convención.

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Esta convención, mejor conocida como Convención Ramsar (1971), fue ratificada por Colombia y convertida en Ley Nacional el 21 de enero de 1997 (Ley 357). El texto de la Convención no menciona las especies exóticas. Sin embargo, la resolución surgida de la VII Conferencia de Partes, Documento 15.14/14 expresa: “Especies invasoras en humedales (1999): insta a las Parte a dirigirse a los impactos ambientales, económicos y sociales de las especies invasoras en humedales, realizar inventarios y evaluaciones de especies exóticas, establecer programas de control y erradicación y promulgar legislación para prevenir introducción, movilización y comercio de las especies nocivas para el ambiente”.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestres. Esta convención conocida como Cites (Washington, 1973) establece un sistema de control del comercio internacional de las especies amenazadas, con la participación simultánea del país exportador e importador, a fin de proteger las especies del país de origen contra aprovechamientos excesivos y objeto de comercio internacional. Al mismo tiempo, ofrece una herramienta para un mejor control y seguimiento de importación de especies exóticas, especialmente en cuanto a animales mascotas y plantas ornamentales. Incluso el Comité de Fauna de Cites (1998) recomendó a los Países Parte *“actuar con cautela al aprobar transacciones para importar posibles especies invasoras en un medio ambiente favorable”*.

Es obvia la estrecha relación operacional entre los tres anteriores convenios, cuyo cumplimiento depende estrechamente de la calidad de los controles fronterizos, comerciales y de aprovechamiento de los recursos naturales. Pues las convenciones de Bonn, Ramsar y Cites, en cuanto a introducción de especies y especies invasoras, se corresponden plenamente y protegen en su integralidad bien los recursos marinos, los costeros o los continentales.

El Protocolo sobre la Protección del Medio Ambiente de la Región del Tratado Antártico, fue adoptado el 4 de octubre de 1991. Colombia lo suscribió en su calidad de parte no consultiva el 4 de octubre de 1991. El protocolo designa a la Antártida como una reserva natural orientada a la paz y a la ciencia y tiene como objetivo la protección del medio ambiente de la Antártida, a través de la protección de sus ecosistemas dependientes y asociados. En el Anexo II. Artículo 4 (1), se manifiesta: *“Ninguna especie animal o planta no nativa del área del Tratado del Antártico, podrá ser introducida en tierra o el medio marino, excepto y de acuerdo con permisos”*.

El Acuerdo sobre las Medidas para la Conservación de la Fauna y Flora Antártica de 1964, que para el caso colombiano, fue aprobado con anterioridad a que nos acogiéramos al Protocolo de 1991, se nos convirtió en instrumento obligatorio y allí se establece: *“Los gobiernos participantes se comprometen a no introducir plantas o animales no indígenas, dentro del área del Tratado, excepto si se hace en acuerdos y permisos”*. Permite la importación de animales en términos y condiciones muy específicas establecidas en el Artículo 4 (1) del Anexo II.

El enfoque precautorio en la introducción de especies (Consejo Internacional para la Exploración del Mar 1994; según FAO, 1995) enfatiza en las precauciones a tener en cuenta para la introducción de peces y la necesidad de una cuidadosa evaluación previa de riesgos, así como las medidas para minimizar las introducciones no intencionales en el medio acuático. La introducción de especies acuáticas demanda precauciones especiales, pues en la práctica y dadas las características del medio, una vez establecida y/o acoplada la especie en cualquier nuevo ecosistema, su erradicación se considera casi imposible.

El código de prácticas para la introducción y transferencia de organismos marinos (Consejo Internacional para la Exploración del Mar 1995; FAO, 1995) presenta un protocolo detallado de pasos y medidas previas para evaluar las introducciones de especies acuáticas con fines de acuicultura y producción pesquera. Este código, y el enfoque precautorio en la introducción de especies, fueron avalados por la delegación colombiana, que firmó el Código de Conducta de



Retamo espinoso (*Ulex europaeus*)

Pesca Responsable, que no siendo jurídicamente vinculante, se considera obligatorio su implementación y cumplimiento, pues al no hacerlo a muchos países se les han impuesto medidas parancelarias y bloqueos comerciales.

Existen directrices para impedir la introducción de organismos acuáticos y agentes patógenos indeseables que pueda haber en el agua de lastre y los sedimentos descargados por los buques (Organización Marítima Internacional 1993, según FAO, 1995) que tienen por objeto proporcionar orientación a los administradores, y a las autoridades nacionales de los puertos sobre los procedimientos de control para reducir al mínimo el riesgo de introducción de organismos acuáticos y agentes patógenos por medio de un sistema de carga y descarga programadas de agua de lastre.

En cuanto a convenios y normas sobre control de plagas, malezas y enfermedades, tenemos la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria –CIPF–. Esta convención vinculante, concertada en Roma en 1951, coordinada por la FAO y con un texto actualizado en 1997 (pero aún no vigente) tiene por objeto: “Actuar eficaz y conjuntamente para prevenir la diseminación e introducción de plagas de plantas y productos vegetales y promover medidas para combatirlas” (Artículo 1.1). La convención brinda bases y orientación para los servicios fitosanitarios de los países desde hace décadas y propicia acciones efectivas y bien establecidas para identificar y controlar las especies invasoras, aunque se encuentra restringida a plagas de plantas y con una especial atención a las agrícolas.

Según el Artículo IV (1) cada Parte Contratante tomará las disposiciones necesarias para establecer en la mejor forma que pueda una organización nacional oficial de protección fitosanitaria. Las responsabilidades a cumplir para tal efecto incluyen:

- Emisión de certificados fitosanitarios del país exportador para las plantas y productos vegetales a exportar.
- Vigilancia de plantas en cultivo, la flora silvestre y productos vegetales a fin de detectar la presencia de plagas y combatirlas.
- Inspección de plantas que circulan en el tráfico internacional a fin de prevenir la introducción de plagas.
- Desinfección de envíos de plantas y productos vegetales que circulen en el tráfico internacional para cumplir los requisitos fitosanitarios.
- Protección de áreas en peligro y la designación, mantenimiento y vigilancia de áreas libres de plagas.
- Realización de análisis de riesgos.

El articulado de la convención establece disposiciones detalladas sobre requisitos relativos a la importación, la certificación fitosanitaria, plagas reglamentarias y cuarentenarias, cooperación internacional y regional, acotando que las medidas fitosanitarias deben ser técnicamente justificadas, sin entorpecer innecesariamente el comercio y tráfico de plantas y sus productos. Entre esta convención y en la CBD, existen marcadas diferencias en las definiciones básicas, lo cual ha dificultado la aplicación simultánea de las dos.

El Código de Conducta para la Importación y Liberación de Agentes Exóticos de Control Biológico (FAO, 1996) complementa la CIPF con normas relativas a la introducción de parásitos, depredadores o enfermedades exóticas para el control biológico de plagas. Los objetivos del código son facilitar la importación, exportación y liberación inocuas de agentes exóticos de control biológico y presentar las responsabilidades compartidas de los actores, es decir, de las autoridades nacionales, los importadores y exportadores que intervienen en el proceso, antes, durante y después de la importación, a fin de implementar sistemas de control biológico de determinadas plagas sin efectos nocivos para otras especies.

La Decisión de la Comunidad Andina 328 –Normas de Sanidad Agropecuaria Andina–. Esta decisión adscrita a la Política Agropecuaria Común Andina, concertada en Bogotá en 1992, establece el Sistema Andino de Sanidad Agropecuaria con los objetivos de:

1. Coordinar y desarrollar a nivel andino las acciones de la Sanidad Agropecuaria Subregional.
2. Participar con posiciones conjuntas en temas sobre sanidad agropecuaria en las negociaciones internacionales o con terceros países.
3. Mantener una vigilancia continua y coordinada frente al riesgo de ataques de plagas y enfermedades exóticas para la agricultura y ganadería.

4. Prevenir la diseminación y contagio de las plagas y enfermedades que existen en su territorio, sin que ello constituya una restricción encubierta al comercio agropecuario.
5. Armonizar legislaciones fitosanitarias y zoonosanitarias para la adopción de normas sanitarias subregionales y armonización del registro sanitario.
6. Favorecer la cooperación y programas de acción conjunta para la exclusión, prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades de vegetales y animales.

Contempla también la creación del índice general de normas sanitarias en los países miembros (Artículo 4), el inventario de plagas y enfermedades que afectan la agricultura y ganadería subregional (Artículo 7) y el catálogo básico de plagas y enfermedades exóticas no presentes y de importación prohibida (Artículo 19). El Acuerdo 328 ofrece un precedente oportuno para la planificación de una estrategia subregional de prevención y control de las especies exóticas invasoras en general.

En consonancia con el Congreso Mundial de Pesca (Atenas, Grecia 1992) y el Consejo Internacional para la exploración el Mar (Ciem), la Comisión Asesora Europea sobre la Pesca Continental (Caepec) y varios organismos regionales de pesca de la FAO, recomendaron como urgente retomar las consideraciones sobre los beneficios y daños potenciales que entrañaban las introducción y la transferencia de especies.

Internacionalmente, se ha avalado que se tengan en cuenta para la introducción y transferencias de organismos marinos y de agua dulce las conclusiones de Ciem /Caepec/Ices/Eifac (*Codes of practice and Manual of Procedures for consideration of Introductions and Transfers of Marine and Freshwater Organisms*. Turner, 1988) y Colombia en múltiples reuniones de la FAO y en la Conferencia de Río (1992) se acogió a esta propuesta.

La Conferencia de Río (CNUMAD, 1992) en varios de sus capítulos y con especial referencia en los capítulos 7 (Fomento del Desarrollo Sostenible de los Asentamientos Humanos); 8 (Integración del Medio Ambiente y el Desarrollo en la Adopción de Decisiones); 14 (Fomento de la Agricultura y del Desarrollo Rural Sostenibles); 15 (Conservación de la Diversidad Biológica), se afirma: *“Pese a los crecientes esfuerzos hechos en el curso de los 20 últimos años, ha continuado el proceso de pérdida de la diversidad biológica del mundo, principalmente a EE.UU. de la destrucción de los hábitats el cultivo excesivo, la Contaminación y la introducción inadecuada de plantas y animales foráneos. Los recursos biológicos constituyen un capital con un gran rendimiento potencial de beneficios sostenibles. Es preciso tomar urgentemente medidas decisivas para conservar y mantener los genes, las especies y los ecosistemas, con miras a la ordenación y la utilización sostenibles de los recursos biológicos”*.

“Hay que reforzar en los planos nacional e internacional la capacidad de evaluación, estudio y observación sistemática de la biodiversidad. Se requieren una acción nacional y una cooperación internacional eficaces para la protección in situ de los ecosistemas, la conservación ex situ de los recursos biológicos y genéticos y el mejoramiento de las funciones de los ecosistemas. La participación y el apoyo de las comunidades locales son factores esenciales para el éxito de tal enfoque.

Los adelantos recientes de la biotecnología han destacado la capacidad potencial que el material genético contenido en las plantas, los animales y los microorganismos tienen para la agricultura, la salud y el bienestar, así como para fines ambientales.

Al mismo tiempo, es particularmente importante subrayar en este contexto que los Estados tienen el derecho soberano a explotar sus propios recursos biológicos en consonancia con sus políticas ambientales, así como la responsabilidad de conservar su biodiversidad, de utilizar sus recursos biológicos de manera sostenible y velar porque las actividades que se realicen bajo su jurisdicción o control no causen daños a la biodiversidad biológica de otros Estados o de las zonas situadas fuera de los límites de la jurisdicción nacional”.

También se recomienda: “Tomar medidas, cuando sea necesario, para la conservación de la diversidad biológica mediante la conservación *in situ* de los ecosistemas y los hábitats naturales, así como de las variedades primitivas obtenidas por selección, de las variedades silvestres emparentadas con ellas, y por el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables en su entorno natural, y tomar medidas *ex situ*, preferiblemente en el país de origen; las medidas *in situ* deberían incluir el reforzamiento de los sistemas de las zonas terrestres, marinas y acuáticas protegidas para dar cabida en particular, a zonas pantanosas vulnerables, sean o no de agua dulce, y a los ecosistemas ribereños, tales como los estuarios, los arrecifes de coral y los manglares”.

En el capítulo 16 (Gestión ecológicamente racional de la biotecnología) se incluye como una medida tender a: “Evaluar la aplicación de diversas técnicas de la biotecnología para aumentar la producción de peces, algas y otras especies acuáticas”.

En el capítulo 17 (Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados, y de las zonas costeras y protección, utilización racional y desarrollo), se estipula que: “Los Estados, con el apoyo, según proceda, de las organizaciones intergubernamentales competentes, deberían:

1. Prestar especial atención a los mecanismos destinados a transferir la información sobre recursos y mejorar las tecnologías, de pesca y de acuicultura de las comunidades pesqueras en el plano local;
2. Promover el estudio, la evaluación científica y la utilización de los sistemas tradicionales de ordenación que resulten apropiados;
3. Considerar la posibilidad de aplicar el Código de prácticas FAO/Consejo Internacional de Exploración del Mar (Ciem) para el estudio de la transferencia y la introducción de organismos marinos y de agua dulce;
4. Promover la investigación científica sobre zonas marinas de especial importancia para los recursos marinos vivos, por ejemplo las zonas de gran diversidad, endemismo y productividad y las escalas migratorias”.

En el capítulo 18 (Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: Aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce), quedó consignado el compromiso de: *“Controlar las especies acuáticas nocivas que pueden destruir otras especies acuáticas”*.

A su vez, los principios 4 a 15 y 17 que se constituyen en la carta de navegación de la Agenda 21, son también aplicables en este caso.

En desarrollo de la Conferencia de Río, a su vez, se han desarrollado y suscrito diversos acuerdos, y directrices que se han convertido en instrumentos también de obligatorio cumplimiento y entre ellos varios tienen relación con la pesca y la acuicultura.

En mayo de 1992, la Conferencia Internacional Sobre Pesca Responsable organizada por el Gobierno de México en colaboración con la FAO, aprobó la Declaración de Cancún donde, siguiendo la recomendación del COFI (Comité de Pesca por su sigla en inglés) se definió el concepto de pesca responsable del siguiente modo: *“La utilización sostenible de los recursos pesqueros de manera armónica con el medio ambiente; el uso de prácticas de captura y acuicultura que no dañen los ecosistemas, los recursos o su calidad; la incorporación del valor añadido a dichos productos por medio de procesos de transformación que cumplan las normas sanitarias exigidas; el uso de prácticas comerciales de manera que el consumidor tenga acceso a productos de buena calidad”*.

La Declaración de Cancún solicitó a la FAO que redactara un Código Internacional de Conducta para la Pesca Responsable, en consulta con las organizaciones internacionales pertinentes. La Declaración se señaló en atención a la Cnumad y se sometió al examen del Consejo de la FAO en su 102º período de sesiones en noviembre de 1992, iniciándose de esta forma el proceso de elaboración del mismo.

En abril de 1993, en su 20º período de sesiones, el Comité de Pesca sentó las bases para la elaboración del Código de Conducta. Se convino en que debía tenerse debidamente en cuenta la Declaración de Cancún, que el código debía ser compatible con el Derecho del Mar (Convemar), y con el capítulo 17 del Programa de la Agenda 21 de la CNUMAD, y que debía tener en cuenta la Estrategia adoptada por la Conferencia Mundial sobre Ordenación y Desarrollo Pesquero de 1984, así como otros instrumentos internacionales, siendo finalmente adoptado en 1995.

El código, de acuerdo con lo decidido por los órganos de la FAO, consta de cinco artículos introductorios que establecen las bases jurídicas: naturaleza y ámbito de la aplicación; objetivos; relación con otros instrumentos internacionales; aplicación, seguimiento, actualización y aplicación del Código en los países de desarrollo. Tras estos artículos introductorios, sigue un artículo sobre los principios generales y a continuación seis artículos sobre los siguientes temas: ordenación pesquera; operaciones pesqueras; desarrollo de la acuicultura; integración de la pesca en la ordenación de la zona pesquera; práctica post-captura; y comercio e investigación pesquera. El Acuerdo para Promover el Cumplimiento de las Medidas Internacionales de Conservación y Ordenación por los Buques Pesqueros que Pescan en Alta Mar constituye parte integrante del Código de Conducta.

En lo atinente al *“Desarrollo responsable de la acuicultura, incluida la pesca basada en el cultivo de peces, dentro de los ecosistemas acuáticos fronterizos”*, se establecen entre otras las siguientes responsabilidades:

1. Los Estados deberían proteger los ecosistemas acuáticos transfronterizos, apoyando las prácticas de acuicultura responsable dentro de su jurisdicción nacional y cooperando en el fomento de prácticas acuícolas sostenibles.
2. Los Estados, en el debido respeto de sus Estados vecinos y con arreglo al derecho internacional, deberían asegurar la selección de especies, la localización y la gestión responsables de las actividades acuícolas que afecten a los ecosistemas acuáticos transfronterizos.
3. Los Estados deberían consultar con otros Estados vecinos, cuando proceda, antes de introducir especies no indígenas en los ecosistemas acuáticos transfronterizos.

Respecto a la *“Utilización de los recursos genéticos acuáticos para fines de acuicultura, incluida la pesca basada en el cultivo de peces”*, el código hace las siguientes claridades:

1. *“Los Estados deberían conservar la diversidad genética y mantener la integridad de las comunidades y ecosistemas acuáticos mediante una ordenación adecuada. En particular, deberían tomar medidas para reducir al mínimo los efectos dañinos de la introducción de especies no nativas o poblaciones alteradas genéticamente utilizadas en la acuicultura, incluida la pesca basada en el cultivo, especialmente en aguas donde haya posibilidades significativas de que se propaguen a aguas sometidas tanto a la jurisdicción del estado de origen como a la de otros Estados. Los Estados deberían fomentar, cuando sea posible, la adopción de medidas destinadas a reducir al mínimo los efectos negativos que los peces cultivados que se escapan, puedan producir en las poblaciones silvestres: genéticos, enfermedades, etc.*
2. *Los Estados deberían cooperar en la elaboración, adopción y aplicación de códigos internacionales de prácticas y procedimientos para la introducción y transferencia de organismos acuáticos.*
3. *Los Estados, con el fin de reducir al mínimo los riesgos de transferencia de enfermedades y otros efectos perjudiciales para las poblaciones silvestres y cultivadas, deberían alentar la adopción de prácticas adecuadas en el mejoramiento genético de los reproductores, la introducción de especies no nativas y la producción, venta y transporte de huevos, larvas o crías, reproductores u otros materiales vivos. Los Estados deberían facilitar la preparación y aplicación de los códigos nacionales de prácticas y procedimientos apropiados a tal efecto.*
4. *Los Estados deberían promover la utilización de procedimientos adecuados para la selección de reproductores y la producción de huevos, larvas y crías”.*

Como un desarrollo posterior a la Agenda 21, se firmó el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que como ya se mencionó dentro de las normas nacionales vigentes, busca la conservación de la diversidad biológica y hace referencia al ingreso de especies foráneas (Artículo 8 «h»).

Además del texto legal, las decisiones de Conferencia de Partes, establecen y acuerdan, definiciones de los términos utilizados, principios rectores y estrategias para la mitigación de las amenazas de especies invasoras, e instrucciones concretas para los países, gobiernos y organizaciones competentes a fin de combatir exitosamente las especies exóticas invasoras. A continuación se resumen las instrucciones principales:

1. Aplicar los siguientes principios y lineamientos en actividades para dar cumplimiento a los mandatos del Artículo 8 (h).
2. Presentar al Secretario General del CBD estudios de casos sobre especies invasoras en conformidad con la reseña anexa.
3. Dar prioridad al desarrollo e implementación de estrategias y planes de acción para combatir las especies invasoras.
4. Desarrollar mecanismos para operaciones transfronterizas y de cooperación regional y multilateral a fin de avanzar en la materia.
5. Otorgar una atención prioritaria a ecosistemas aislados en sentido geográfico o evolutivo y aplicar los enfoques de ecosistema y de precaución, cuando sea pertinente.
6. Estimular el desarrollo de educación, entrenamiento y de conciencia pública sobre diferentes aspectos del tema incluyendo los riesgos que significan las especies invasoras.
7. Solicitar al Programa Global de Especies Invasoras el desarrollo de una estrategia global para enfrentar las especies exóticas invasoras (presentada en UNEP/CDB/ SBSTTA/6/INF/9).
8. Solicitar al Secretario Ejecutivo de CDB cooperar con otras organizaciones internacionales para coordinar el trabajo sobre las especies exóticas y sugerir programas compartidos potenciales.
9. Diseminar información accesible al público incluyendo bases de datos sobre especies exóticas, a través del “clearing-house mechanism” del Convenio.

La Organización Marítima Internacional –OMI– en 1994, mediante Resolución A. 774 (18) aprobada el 4 de noviembre de 1993, emitió: “Directrices para impedir la Introducción de Organismos Acuáticos y Agentes Patógenos no deseados que puedan haber en el agua de lastre y los sedimentos descargados por los buques”.

La Asamblea de la OMI de 1997 mediante Resolución A.774 (18) y A.868 (2) adoptó los lineamientos para el Manejo de Aguas de lastre y solicitó al Comité para la Protección del Medio

Ambiente preparar un conjunto de regulaciones como anexo a MARPOL 73/78 (Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por Buques, 1973 modificado por el Protocolo de 1978) y que tenía como meta estar adoptado en el año 2000.

La FAO (1995) desarrolló directivas relativas al enfoque precautorio para la pesca y las introducciones de especies, que son en esencia los mismos conceptos desarrollados por el Consejo Internacional de Exploración del Mar (CIEM), y en el Código de Conducta de Pesca Responsable.

Colombia, mediante la Ley 378 de 1997, aprobó el Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe –SPAW–, que se concertó en Guadalupe en octubre de 1987). En el Artículo 5 (Medidas de protección), en el numeral 1 se consigna: *“Cada Parte, tomando en cuenta las características de cada área protegida sobre las que ejerce soberanía, o derechos soberanos o jurisdicción, y de conformidad con sus leyes y reglamentos nacionales y con el derecho internacional, deberá adoptar progresivamente las medidas que sean necesarias y factibles para lograr los objetivos para los cuales fueron creadas las áreas protegidas>>”. En el numeral 2, se expresa que: <<Estas medidas deberían incluir, según convenga: f) la reglamentación o prohibición de la introducción de especies exóticas”.*

El Artículo 12 del protocolo está exclusivamente dedicado al tema de introducción de especies exóticas o alteradas genéticamente: *“Cada Parte tomará todas las medidas apropiadas para reglamentar o prohibir la liberación intencional o accidental en el medio silvestre de especies exóticas o genéticamente alteradas que pudiera causar impactos nocivos a la flora, la fauna o demás elementos naturales de la Región del Gran Caribe”.*

A su vez en el Artículo 13 (Evaluación del impacto ambiental) y en el entendido que el protocolo fue propuesto desde 1983, llama la atención, que se le hubiera prestado especial atención al tema de evaluación de impactos, en un momento a escala mundial y regional, en el cual esta temática era muy restringida en todas las normas. El Artículo establece 1: *“En el proceso de planificación conducente a decidir sobre los proyectos y actividades industriales y de otra índole que podrían EEUU. impactos ambientales negativos, así como tener efectos significativos sobre las áreas o especies que bajo este Protocolo han recibido especial protección, cada Parte deberá evaluar y tener en consideración los impactos posibles, tanto directos como indirectos, incluso los impactos acumulativos de los proyectos y actividades que se contemplan”.* 2: *“La Organización y el Comité Asesor Científico y Técnico deberán en la medida de lo posible, proporcionar directrices y asistencia a la Parte que hace esas evaluaciones, si así lo solicita”.*

La Convención sobre Diversidad Biológica, en marzo de 2000 en Montreal, aprobó el Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad en la Biotecnología (Ley 740 de 2002 para Colombia) que hace referencia a la utilización, importación y exportación de organismos vivos modificados –transgénicos–, siendo aplicable a recursos hidrobiológicos, a recursos pesqueros, a fauna y a flora. Con la adopción del Protocolo, se pretende prever la introducción de probables afec-

taciones, alteraciones y modificaciones sobre la biodiversidad en general. Su principal objetivo es: “Contribuir en garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna”. Operativamente, está centrado en los movimientos transfronterizos, evaluación de riesgos y preparación de planes de emergencia asociados con los organismos vivos modificados, contemplados en el CDB, artículo 8 (g), por separado de las especies exóticas. Sin embargo, pueden ser conocidos como un tipo especial de especies exóticas y así lo reconoce la última reunión de los países andinos (Ojasti, 2001), cuando textualmente expresa: “Los organismos modificados genéticamente (OMG) son exóticos para todos los países y ecosistemas, y su posible liberación requiere precauciones extremas, en conformidad con el Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad en la Biotecnología y leyes nacionales”. Una posición definitiva sobre este tópico aún no ha sido tomada, por lo que simplemente se consigna la cita, con el fin de que exista coherencia en las diferentes negociaciones a escala global, subregional y nacional.



Caracol de jardín (*Helix aspersa*)



Caracol de jardín (*Helix aspersa*)

3.5. Marco institucional

De manera contraria a lo expresado en muchos ámbitos y foros nacionales, que se han desarrollado desde 1996 sobre estos temas, el marco institucional nacional bien sea en materia de política, regulación, administración, control y seguimiento, para la introducción de especies, trasplante y repoblación, están claramente definidos, siendo injustificable, que estas actividades se hayan generado, y se sigan generando con la idea preconcebida *“de que no se conocía la norma y aún menos la función institucional”*.

La regulación y el otorgamiento de permisos para la importación de parentales para la reproducción de especies foráneas de fauna y flora silvestres, y de recursos hidrobiológicos son una potestad del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Ley 99 de 1993. Artículo 52. Numeral 12 y Decreto 1681 de 1978. Artículo 1. Literal b. Artículo 135. Decreto 1220 de 2005).

El INCODER es competente para efectuar repoblación con recursos pesqueros, pero a partir de especies nativas (Decreto Reglamentario 2256 de 1991. Artículo 49). En este caso, el término nativas debe entenderse como nativas de la cuenca o área objetivo de la actividad. Cuando la repoblación se vaya a efectuar con especies que configuren la acción de trasplante, la competencia es de las Autoridades Ambientales receptoras de la actividad (Decreto 1681 de 1978. Artículo 135.). Igual ocurre con la actividad de repoblación. En estos dos últimos casos por cláusula general de competencias, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial podrá conceptualizar y evaluar previamente las actividades propuestas.

Dado que el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, según la Ley 99/93 (Artículo 19): *“Tendrá a su cargo la investigación científica y aplicada de los recursos bióticos y de los hidrobiológicos en el territorio continental de la Nación”*, y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andreis” –Invemar–: *“La investigación ambiental básica y aplicada de los recursos naturales renovables y el medio ambiente y los ecosistemas costeros y oceánicos de los mares adyacentes al territorio nacional”* (Ley 99/93. Artículo 18), todas las decisiones sobre la materia, debieran tener consulta obligada con el Instituto Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras «José Benito Vives de Andreis» –Invemar–, para así generar coordinación y coherencia institucional, frente a la conservación de diversidad biológica, que son materia científica básica de estos institutos.

La función de las corporaciones autónomas regionales y/o de desarrollo sostenible, respecto a los recursos hidrobiológicos marinos y continentales queda circunscrita al manejo, administración, control, regulación e investigación bajo los criterios y directrices que sean dados por los Institutos de Investigación adscritos o vinculados al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio y en sujeción a tres variables: (1) las políticas nacionales trazadas por el MAVDT y (2) las necesidades regionales o locales y (3) la atención a las especies que han sido declaradas bajo algún grado de amenaza.

La competencia de investigación frente al trasplante, cultivo o propagación de especies hidrobiológicas y flora acuática, corresponden al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras «José Benito Vives de Andreis» –Invemar–, al Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, al Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –SINCHI–, a la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN– y a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible y su regulación está bajo la potestad del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. A su vez, las autoridades ambientales, podrán quedar involucradas en las actividades de seguimiento de las investigaciones sobre especies a introducir, en concertación con los Institutos de Investigación, adscritos y/o vinculados al SINA (Sistema Nacional Ambiental).

El trasplante y repoblación sea con especies foráneas o nativas, requieren en el caso de las primeras, que la especie haya obtenido de manera previa su licencia ambiental, siendo posible su utilización solamente en ciclo cerrado y no para repoblación en medios naturales; en el caso de trasplante se requieren análisis previos por parte de las Autoridades Ambientales. En ambas situaciones, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y las autoridades ambientales, deberían hacer consultas previas y obtener concepto científico y técnico previo de los Institutos de Investigación del Sistema Nacional Ambiental (SINA), y de la autoridad ambiental comprometida en la actividad a implementar, para que existan acuerdos acerca de los procedimientos y mecanismos operativos necesarios.

Los controles zoonosarios para importaciones y/o exportaciones de especies vivas de peces, moluscos y crustáceos son una potestad del Instituto Colombiano Agropecuario –ICA– y así mismo lo son lo relativo a todos los recursos naturales renovables en general. La potestad en los controles, la expedición de normas y su implementación le compete al ICA.

La acuicultura que ha sido el directo responsable a nivel nacional de las introducciones, del trasplante y repoblación con especies hidrobiológicas y pesqueras a nivel nacional y que tiene soportada esta actividad en esas acciones (introducción –trasplante– repoblación con especies foráneas o trasplantadas) no tiene como requisito una licencia ambiental, pero las Corporaciones Autónomas Regionales, cuando otorguen permisos para concesión de aguas y/o conceptos sobre la viabilidad ambiental de los mismos, debieran revisar a fondo el tema de la utilización de especies y sus posibles impactos y medidas de seguridad preventivas, pudiendo en última instancia objetar la implementación del proyecto, si este cae en el “nivel de riesgo” pudiendo de esta manera afectar sus recursos naturales renovables. Pero se hace necesario aclarar, que habiendo sido liberada la acuicultura del requisito de licencia ambiental, la actividad cuando haga uso de especies foráneas, deberá la autoridad ambiental indicar a los usuarios y verificar que de manera previa se haya obtenido la respectiva licencia ambiental para la especie.

Frente a cualquier recurso de fauna y flora, y por la Ley 17 de 1981 (Ley Cites), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a través de la Autoridad Administrativa y Científica, tiene la potestad para participar en la regulación del aprovechamiento, planes de manejo, conservación y comercialización de fauna y flora silvestres, incluidos los recursos hidrobiológicos y pesqueros, que estén considerados en cualquiera de los Apéndices de la Convención Cites.

Las acciones de introducción de especies, de por sí prohibidas en el área de Sistemas de Parques Nacionales Naturales, están bajo la responsabilidad y cuidado de la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN). Cuando acciones de trasplante y repoblación, se pudiesen llegar a dar en áreas de parques nacionales naturales, son competencia directa de la UAESPNN.

La utilización de organismos genéticamente modificados (OGM), en especial los organismos vivos modificados (OVM) o comúnmente llamados transgénicos, a ser introducidos, o trasplantados, o la utilización de especies nativas genéticamente modificadas, con fines de acuicultura, repoblación y/o trasplante, serán competencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en cuanto al otorgamiento del permiso, pero siempre en concordancia con los Institutos Adscritos y/o vinculados al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, es decir, el Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” –Invemar–, el Instituto de Investigaciones Amazónicas –Sinchi– y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico –IIAP–.

Todos los planteamientos sobre bancos genéticos de recursos naturales renovables (que involucran a los hidrobiológicos y pesqueros) sean de naturaleza nacional o de convenios con organizaciones internacionales extranjeras, serán coordinados y avalados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y según sus competencias por el Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” –Invemar–, el Instituto de Investigaciones Amazónicas –Sinchi– y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico –IIAP–.

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales –DIAN– en el caso de importación y exportación de recursos naturales renovables, tiene por competencia verificar que tales actividades estén acordes a las normas y procedimientos aduaneros nacionales e internacionales vigentes, entre otras lo establecido por la IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo Internacional) que tiene estipulados los requerimientos de transporte para cada uno de los diferentes tipos de productos y organismos (vivos o muertos).

El cumplimiento de las normas de la Organización Marítima Internacional –OMI– es competencia en cuanto a su implementación, manejo, control y sanciones, de la Armada Nacional (Dirección General Marítima) y de las autoridades portuarias locales.

Bibliografía

- BULLA, L. Y BACH., C. (1999). *The impact caused by the introduction of a pine forest in the arthropod's fauna of a tropical savannah and its consequences*. 91-100 en *Ecosystems and sustainable development No 2*. Advance in Ecological Science. Witpress, England.
- CARLTON, J.T. (1996). *Biological invasions and cryptogenic species*. *Ecology* 77: 1653-1655.
- CBD. (2000). *Invasive alien species. Subsidiary body on scientific, technical and technological Advice. Sixth meeting*. UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/7. 12-16 march. Montreal, 19 pp.
- CBD. (2001a). *Invasive alien species. Subsidiary body on scientific, technical and technological Advice. Sixth meeting*. UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/2. 12-16 march. Montreal, 39 pp.
- CBD. (2001b). *Invasive alien species. Subsidiary body on scientific, technical and technological advice. Sixth meeting*. UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/3. 12-16 march. Montreal, 61 pp.
- CBD. (2001b). *Invasive alien species. Subsidiary body on scientific, technical and technological advice. Sixth meeting*. UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/5. 12-16 march. Montreal, 36pp.
- CBD. (2001c). *Invasive alien species. Subsidiary body on scientific, technical and technological Advice. Sixth meeting*. UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/6. 12-16 march. Montreal, 62 pp.
- ELTON, C.S. (1958). *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen and Co., Londres. 181 pp.
- 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. (1996). *Normas internacionales para medidas fitosanitarias. Código de conducta para la importación y liberación de agentes exóticos de control biológico*. FAO. Roma, 21 pp.
- 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.
- HUTCHINSON, G.E. (1957). *Concluding remarks*. Gold spring harbor symposia on quantitative biology 22: 415-427.
- KAISER, J. (1999). *Biological invaders sweep*. In *Science* (5.435): 1834-1843.
- LONSDALE, W.M. (1999). *Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility*. *Ecology* 80: 1522-1536.
- MCNEELY, J.A., H.A. MOONEY, L.E. NEVILLE, P. SCHEI, Y J.K. WAAGE (eds). (2001). *A Global strategy on invasive species*. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. in collaboration with the Global Invasive Species Programme. X + 50 pp.
- OJASTI, J. (2001). *Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Ministerio del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales –MARN–*. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. 204 pp.

- 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, 63 pp.
- SATIZÁBAL, C. Y M. L. SATIZÁBAL (1995). *Código nacional de recursos naturales*. Jurídica Radar Ediciones. 3ª edición. Bogotá, D.C. 782 pp.
- SAMWAYS, M. J. (1996). *Managing invasive species watching other countries*. 69-73 en O.T. SANDLUNG, P. J. SCHEI y A. VIKEN, (eds). Norway/UN Conference on Alien Species. Trondheim, Noruega.
- SIMBERLOFF, D. (1996). *Hybridization between native and introduced wildlife species*. Importance for conservation. *Wildlife Biology* 2: 143-150.
- 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.
- UNEP. (1998). *Un programa para el cambio*. Decisiones de la cuarta reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención de la Diversidad Biológica. Bratislava, Slovenia. 186 pp.
- UNEP. (2000a). *From policy to implementation decisions from the fifth meeting of parties to the Convention on Biological Diversity*. Nairobi, Kenya. 138 pp.
- UNEP. (2000b). *Invasive aliens species*. Global strategy on invasive alien species. UNEP/CDB/SBSTTA/6/INF/9. 52 pp.
- WELCOMME, R.L. (1998). *International introductions of inland aquatic species*. FAO Fisheries Technical Papers No 294: 1-318.
- WILLIAMSON, M Y A. FITTER. (1996). *The varying success of invaders*. *Ecology* 77: 1661-1666.