





Fotografía: © Luis Carlos Celis Calderón. De la serie "Insectos".

---

Otro tipo de impacto ambiental

---

# Las invasiones biológicas y el cambio climático

---

FRANCISCO DE PAULA GUTIÉRREZ BONILLA

---

## Introducción

La relación entre invasiones biológicas y cambio climático a escala global es un tema de reciente análisis, pero poco preocupa a los no entendidos en el tema, aunque sus evidencias son notorias. Se predice que los incrementos globales de temperatura en los océanos, los recursos hídricos y los ecosistemas en general tendrán marcados impactos sobre su estructura y función. Diversas aproximaciones han conducido a examinar las consecuencias en la fisiología de los organismos como consecuencia de los cambios de temperatura o de las concentraciones de CO<sub>2</sub>. Otros estudios se han dirigido a establecer las consecuencias de la alteración de las temperaturas sobre las interacciones entre las especies residentes en un ecosistema y los efectos en cascada sobre la composición de

las mismas. Los impactos sobre las comunidades ya ocurren, por ejemplo, a nivel de insectos, provocando perturbación en su capacidad para alimentarse de larvas de orugas, generando extensas y dañinas invasiones de estos insectos en el continente americano, desde el sur de Canadá hasta Brasil. Bosques, selvas, pero también las zonas urbanas, han registrado el impacto de las variaciones climáticas, algunas veces por eliminación de parásitos, otras por cambios en las áreas de distribución de las especies. En varias regiones de Centroamérica las orugas han invadido extensas áreas de plantaciones y reservas forestales, incluso en zonas donde algunas especies no se habían registrado. Es el caso de la ciudad de México y la mariposa *Priamides pharnases*, abundante en al menos 25 Estados, y que colonizó desde hace dos años la zona metropolitana.

## Las introducciones biológicas

Intencional o accidentalmente, la humanidad 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; esas acciones se denominan introducciones, y trasplantes o traslocaciones (traslado de una especie nativa a un ecosistema o área en donde nunca estuvo presente).

La diversidad de plantas y animales en el mundo natural se está haciendo cada vez más importante para el hombre, en la medida en que sus demandas 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 vulnerable, está 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 han resultado en procesos invasivos. Y el cambio

climático hará su papel, para dejarnos ver un mayor impacto.

La introducción<sup>1</sup> de especies se remonta a antiguas civilizaciones y siempre ha acompañado los procesos de colonización. Con la colonización europea

a escala mundial, se desarrolló una intensa introducción y aclimatación de diversas especies, 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.

Los primeros registros para aguas continentales datan del siglo XVI (Elton, 1958; 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 decao-*

**La introducción de especies no nativas puede ser beneficiosa para el hombre, dada su intencionalidad económica y/o productiva, pero no así para los ecosistemas y sus poblaciones, pues ha resultado en procesos biológicos invasivos.**

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 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.

## Deseche lo desechable

Lo desechable rara vez es reciclable. Paradójico pero cierto, mucho de lo que nos facilita la vida se la complica al planeta. El CO<sub>2</sub>, por ejemplo, que liberan los platos de papel, antes y después de usarse, es tan grande que es preferible que usted lave su vajilla, tres veces al día, si lo necesita.



to) 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 o ébano falso (*Laburnum anagyroides*, 198 años); y sauce (*Salix intermedia*, 112 años) (Williamson y Brown, 1986). Las especies introducidas, constituidas en invasoras, se pueden encontrar a todo nivel, entre microorganismos, plantas terrestres y acuáticas, invertebrados, anfibios, aves, peces, mamíferos y reptiles. 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 (foráneas, no nativas, no indígenas o alóctonas) 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 o controladores biológicos. 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 foránea (la harina de trigo de Oriente, la carne de ganado vacuno de Eurasia, los huevos de gallina de Indochina, la cebolla y el comino del Medio Oriente, el aceite de palma de África, el *eucalyptus* de Australia, el café de Etiopía, los salmónidos de Europa, las carpas de la China, las tilapias de África y las 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 datan del 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 en-

trado en un proceso de homogeneización raramente observado y registrado en la historia biológica de la tierra (Olden & 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 (McNeely *et al.* 2001) y en el inmediato futuro la probable liberación masiva de organismos vivos modificados (ovm) de fauna y flora, que se espera se haga con el debido biorrigor. Globalmente, entre  $10^2$  y  $10^5$  especies introducidas han sido documentadas en muchos países, y su número está en incremento (Quentin *et al.*, 2001; Lodge *et al.*, 2003).

Para determinar la relación entre la introducción y la posterior invasión, sirven de ejemplo Nueva Zelanda, que posee, respecto a plantas, 1.790 especies nativas y 1.570 invasivas; Hawái, 956 especies nativas y 861 invasivas; el archipiélago Tristán da Cunha, 70 especies de plantas nativas y 97 invasivas; las islas Campbell, 128 especies nativas y 81 especies invasivas; South Georgia, 26 especies nativas y 54 invasivas. Sudáfrica posee 176 especies nativas de peces y 52 invasivas, y California (EEUU) 83 especies nativas y 50 invasivas. Colombia posee como invasivas 51 especies de plantas, dos de anfibios, ocho de aves, siete

de invertebrados, ocho de mamíferos y 17 de peces. (McNeely *et al.* 2001)

Para referirse a estas acciones, Courtenay y Williams (1992) acuñaron la expresión “contaminación biológica”, y efectivamente, estadísticas recientes demuestran que es la segunda causa de pérdida de la diversidad biológica (Drake *et al.*, 1999; CBD & UNEP, 2001). Las introducciones generan impactos en 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. Y aquí el cambio climático hará su papel beneficiando a algunas de éstas y obrando en contra de otras.

De hecho, 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. Sin embargo, la mayoría de las invasiones fallan, 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 las especies residentes resisten de alguna manera 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.

El establecimiento de especies exóticas ha roto el aislamiento genético de comunidades de especies

## Utilice ambos lados de una hoja de papel

Utilizar al máximo los recursos de la Tierra es una buena forma de evitar el desperdicio. Procure fotocopiar e imprimir por ambos lados de las hojas de papel. La reducción en la cantidad de papel que usamos reduce los gases de efecto invernadero que se producen en la manufactura papelera.

**Cuadro 1. Esquema conceptual que sintetiza el conocimiento actual sobre las invasiones biológicas (Sol, 2000).**

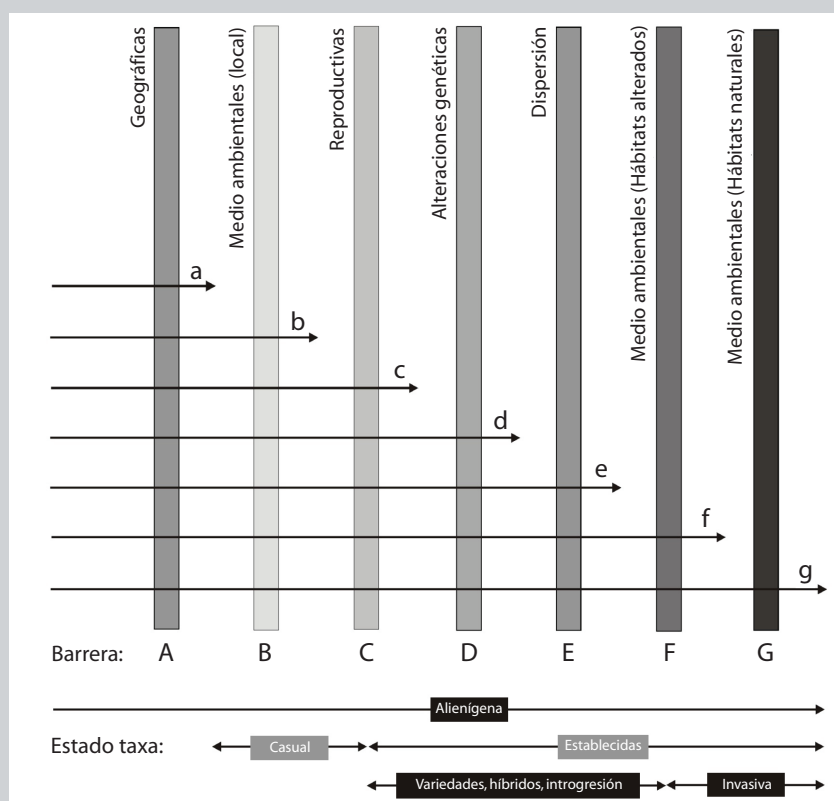
**Arribo y establecimiento**

- 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.

**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 y 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.

**Cuadro 2. 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.

de plantas y animales que estaban coevolucionando. La perturbación de ese aislamiento con especies exóticas ha interferido con la dinámica de los sistemas naturales, causando extinción prematura de especies, por cuenta de plantas y animales particularmente exitosos y agresivos, que han pasado a dominar de manera creciente grandes áreas, luego de haber reemplazado la variedad de comunidades autóctonas (Crooks & 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 éstos logra constituir una población y una de cada 10 poblaciones resulta invasora. Las islas, en un sentido amplio, incluyendo a los sistemas biológicos aislados tales como lagos o montañas, al igual que los ecosistemas alterados, entre los cuales se cuentan los acuáticos continentales y estuarinos, están entre los más afectados por la “contaminación biológica” (Moyle & Leidy, 1992; Allan & Flecker, 1993).

Introducir o traslocar especies ha 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 la que presume impactos biológicos y económicos negativos.

Las etapas secuenciales que experimenta una especie en su paso a una nueva área se detallan en el recuadro 1, y los factores de control en el cuadro 2.

Los impactos genéticos de las introducciones y traslocaciones, a pesar de tener desarrollos desde los años 70, casi nunca se tienen en cuenta. Tipifica esta situación el pato *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*), lleva-

do a California desde Japón en 1952, e introducido en algunos pequeños reservorios de montaña. Este pequeño pez fue visto como inofensivo hasta 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.

**A nivel global, el 90% de las introducciones de vertebrados y plantas son intencionales, y el restante 10% accidentales. Los ecosistemas acuáticos parecen ser los más sistemáticamente estudiados respecto a especies introducidas.**

## Done su viejo computador

No hay necesidad de botar los computadores viejos, éstos sirven a personas de menos recursos. Los materiales de desecho informático son altamente contaminantes y poco reciclables. Aunque tarde o temprano habrá que botarlos, aprovecharlos al máximo hace que se produzcan en mayor porcentaje.



Las repercusiones económicas originadas por la introducción de especies representan altos costos respecto a pérdidas en cosecha, poblaciones, comunidades, especies y/o su manejo. La Universidad de Cornell, estima que los efectos nocivos de las especies invasivas le están costando a EEUU anualmente US\$ 137 billones. Globalmente se estima que las pérdidas y el manejo de especies exóticas tiene anualmente un costo de US\$ 400 mil millones (Hernández, 2002).

A nivel global, el 90% de las introducciones de vertebrados y plantas son intencionales, y el restante 10% accidentales. 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% 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 1981; Welcomme *et al.* 1989). La UICN en el 2001 efectuó la declaratoria de las cien especies alienígenas invasoras más dañinas a nivel mundial, reportando 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 (IAVH, 2005) declaró como especies invasoras en plantas: el canutillo (*Melinis minutiflora*), el retamo espinoso (*Ulex europaeus*), el retamo liso (*Teline monspessulana*), la susanita de ojos negros (*Thunbergia alata*), y el buchón (*Eichhornia crassipes*). En invertebrados marinos: *Electroma* sp., que presumiblemente llegó del Indopacífico a través de las aguas de sentinas y/o adherido a los cascos de los buques, y *Mytilopsis sallei* (mejillón de estuario). En moluscos: *Helix aspersa* (caracol de jardín). En artrópodos, 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 (*Oncorhynchus 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 la fauna, no todos corresponden a los listados como invasores por la UICN, siendo coincidentes la rana toro y las tres especies de peces. Como una referencia, en Colombia, la rana toro (*R. catesbeiana*), introducida ilegalmente en 1986, accede a 35 especies de anfibios, y contrario a lo que ocurre en su medio nativo, donde se reproduce una vez al año, aquí lo hace casi todo el tiempo, considerándose que su erradicación es una tarea imposible. Igual acontece en Australia e Italia, en donde llevan 23 años intentándolo sin resultados positivos (Pearl *et al.*, 2003), y el cambio climático favorecerá una mayor dispersión.

El artrópodo hormiga loca (*Paratrechina fulva*) ha invadido múltiples ecosistemas, causando gran daño ambiental en Hawái, las islas Seychelles y 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.* 2002; Arcila y Quintero, 2005). En la isla Navidad, en el océano Índico, aniquiló a tres



Canutillo



Retamo espinoso



Retamo liso



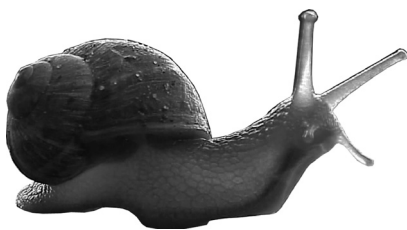
Susanita de ojos negros



Buchón



Mejillón de estuario



Caracol de jardín



Hormiga loca

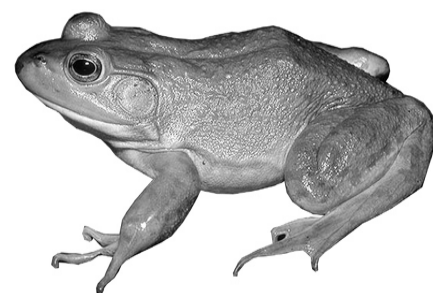
millones de cangrejos en 18 meses, interfiriendo inclusive los procesos reproductivos de aves, mamíferos y reptiles (Estades, 1998).

Al término de la segunda 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 allí la primera serpiente. No se sabe con certeza si fueron unos pocos individuos o solamente una hembra en gestación, pero lo claro es que para fines de la década de los 50 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 gran magnitud, llegando a alcanzar lugares tan distantes como España, Hawái, Micronesia y tierra firme de EEUU (Estades, 1998).

Uno de los mejores casos de estudio sobre introducción de especies con claros propósitos de generar una actividad económica a través de la pesquería, ocurrió en el lago Victoria, en el este de África, en donde la perca del Nilo (*Lates niloticus*) y la tilapia nilótica (*Oreochromis 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 el labeo victoria (*Labeo victorians*) los ríos afluentes. El lago poseía más de 300 especies de cíclidos, 99% de éstas endémicas (Barel, 1985; Barliwa *et al.*, 2003). Todas las especies declinaron dramáticamente sus *stocks* en 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. Finalmente, las especies introducidas alcanzaron las 219.000 t, para una población de 80.000 pescadores.

La potencialidad de los problemas queda expuesta en las aguas de lastre de los barcos, de las que se ha estimado que a diario 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

Rana toro

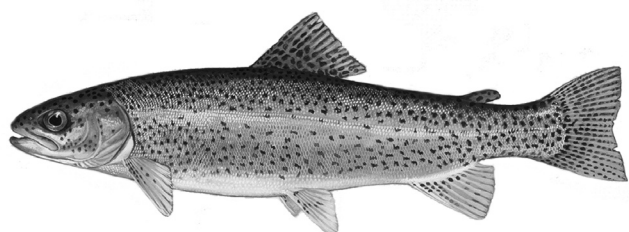


## Done el celular que ya no usa

En este mundo consumista, basado en la recompra, cambiamos de celular cuando todavía funciona y puede hacerlo por mucho tiempo más. Es importante entender que entre más usemos la tecnología menos habrá de producirse, por consiguiente, evitaremos más liberación de CO<sub>2</sub> al medio ambiente.

taxa, entre las que se cuentan: *Crustacea*, *Echinodermata*, *Cordata*, *Pisces*, *Hemichordata*, *Annélida*, *Mollusca*, *Nematoda*, *Rotifera*, *Cnidaria*, *Radiolaria*, *Foraminifera*, *Tintinada*, *Ciliata*, *Chlorophyta* y *Rhodophyta* (Carlton & Geller, 1993; Gollasch & Leppákosi, 1996; Bailey *et al.*, 2003; Grigorovich *et al.*, 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. 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, lo que le ha permitido a *L. fortunei* alcanzar densidades superiores a 150.000 ind./m<sup>2</sup> dos años después. 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).

Solamente en EEUU existen entre 5.000 y 50.000 especies introducidas, de las cuales entre el 10% y el 15% se ha establecido, y el 10% de ellas se ha convertido en especies 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



Trucha arco iris

Trucha común



de los US\$ 14 millones. Para 1994, los impactos de las plantas invasivas en los Estados Unidos fueron estimados en US\$ 13 billones por año (Westbrook, 1998).

Miller *et al.* (1989) establecieron 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.

En las regiones tropicales de América, el tema de la introducción de especies en su contexto biológico y su impacto es poco conocido, contradictorio y complicado, y se mantiene sin ninguna previsión la tradición y costumbre de introducir y tras-

locar biota, teniendo como soporte dos criterios: la utilidad y la necesidad. Subregionalmente, en 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 vertebrados (30) (Ojasti, 2001). 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 análisis previos para permitir tales acciones nunca se realizaron.

Finalmente, dadas las crecientes solicitudes sobre diversos tipos de organismos transgénicos, y dado que existen informes (Fletcher *et al.*, 1988; Yiang, 1993; Hew y Gong, 1992; FAO & Copescal, 1985;



Kapuscinski *et al.*, 2007) que llaman a la reflexión y prudencia en su autorización y utilización, sólo hasta cuando se conozca mucho más de la transgénesis y sus efectos, es imperativo que organismos transgénicos no sean liberados en ambientes naturales. De no ser así, estos ambientes se estarán 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).

#### **Otras evidencias**

Con el fenómeno de las introducciones instaurado a escala global y teniendo en cuenta los probables impactos del cambio climático sobre los eco-

## **Re-utilice la ropa vieja**

¿Por qué comprar toallas de papel, o limpiadores, si la ropa vieja puede convertirse en trapos para la limpieza? Inclusive materiales textiles como los de las camisetas y las pijamas, por ejemplo, son mejores que lo que hay en el mercado para limpiar superficies o darle brillo a los metales, entre otros.

sistemas, y en consecuencia sobre sus poblaciones, son pocos los estudios que permiten determinar con certeza qué ocurrirá. Sin embargo, Aronson & Blake (2001) han detectado modificaciones en las comunidades bénticas en la Antártida, Bunce *et al.* (2002) cambios de abundancia en las pesquerías comerciales en Australia, Piontkoski & Landry (2003) alteraciones en la diversidad de especies respecto a copépodos en el océano Atlántico tropical, y en el mar de Bering substanciales incrementos de medusas (Brouder *et al.*, 1999). Y como efecto de los cambios ocurridos en 38 años de los patrones de circulación en el Atlántico ibérico, se han registrado modificaciones negativas en la abundancia de la sardina (*Sardina pilchardus*) según los estudios de Guisande *et al.* 2004. A su vez, en un período de 50 años, Chiba *et al.* (2006) han detectado cambios en el zooplankton, en el subártico (oeste del Pacífico norte), y en cuanto a la mayor incidencia de los rayos ultravioleta, Sayed *et al.* (1996) reportan los impactos sobre los ecosistemas marinos, en especial sobre la disminución de las comunidades zooplanctónicas. Habiendo enunciado lo ocurrido con las introducciones en las islas Hawaii, Benning *et al.* (2002) han estudiado los cambios climáticos respecto a las invasiones biológicas, el uso del suelo, las aves endémicas, todo lo cual está directamente relacionado con la aparición de pandemias como la malaria aviar y la presencia de *Plasmodium relictum*, que afecta a especies endémicas. Stachowicz *et al.* (2002), respecto a las invasiones biológicas, los cambios climáticos y las especies invasoras en un estudio de 10 años en Long Island (EEUU), establecieron modificaciones en las comunidades marinas de invertebrados sésiles. Es decir, la relación entre introducciones, posteriores invasiones y alteraciones ocurridas frente a los cambios climáticos, está en plena ocurrencia, y es poco lo que se puede hacer para frenarla, sino se toma conciencia al respecto y se implementan medidas preventivas.

## Bibliografía

- ALLAN, J.D. & A.S. FLECKER. 1993. «Biodiversity conservation in running waters: identifying the major factors that affect destruction of riverine species and ecosystems». *BioScience* 43: 497 - 502.
- ARCILA, A.M., L.A. GÓMEZ & P. ULLOA-CHACÓN. 2002. «Immature development and Colony growth of crazy ant *Paratrechina fulva* under laboratory conditions (Hymenoptera: Formicidae)». *Sociobiology* 39(2): 307-321.
- ARCILA, A.M. & M.P. QUINTERO. 2005. «Impacto e historia de la introducción de la Hormiga loca (*Paratrechina fulva*) a Colombia». Universidad del Valle, Grupo de Investigación en Hormigas. <http://hormigas.univalle.edu.co/>.
- ARONSONS, R. & D. BLAKE. 2001. «Global climate change and the origin of modern bentic communities in Antarctica». *Amer. Zool* 41: 27-39.
- BAILEY, S., I. DUGAN, C. VAN OVERDIJK & D.A. COLIN. 2003. «Viability of invertebrate eggs collected from residual ballast sediment». *Limnology and Oceanography* vol. 48, N° 4: 1701-10.
- BARBESI, P. 1988. *Campaña de Control de la Hormiga Loca (Nylanderia fulva) en la zona de Cimitarra (Santander)*. Informe Ministerio de Agricultura. Barrancabermeja, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Regional 7. 22 p.
- BARLIWA, J., C.A. CHAPMAN & L. CHAPMAN. 2003. «Biodiversity an fishery sustainability in the Lake Victoria basin: ¿An unexpected marriage?» *BioScience* vol. 53, N° 8: 703-15.
- BENNING, T., D. LA POINTE, C. ATKINSON & P. VITOUSEK. 2002. «Interactions of climate change with biological invasions and land use in the Hawaiian islands: modeling the fate of endemic birds using a geographic information system». University of San Francisco. *PNAS* vol. 99, N° 22: 14246-14249.

- BRODEUR, R., C. MILLS, J. OVERLAND, G. WALTERS & J. SCHUMACHER. 1999. «Evidence for substantial increase in gelatinous zooplankton in the Bering Sea, with possible links to climate change». *Fish. Oceanogr.* 8: 4, 296-306.
- CALLIL, C. 2005. «O desafio padronização metodológica frente às questões da bioinvasão». En: *Resumos do XIX EBRAM*. Rio de Janeiro, 25-29 de julio de 2005. Pp: 180-181.
- CHIBA, S., K. TADOKORO, H. SUGISAKIS & T. SAINO. 2006. «Effects of decadal climate change on zooplankton over the last 50 years in the western subarctic North Pacific». *Global Change Biology* 12, 907-920.
- 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. & J.B. GELLER. 1993. «Ecological roulette: The global transport nonindigenous marine organisms». *Science* vol. 261: 78-82.
- CBD / UNEP. 2001. *Handbook of the Convention on Biological Diversity*. Earthscan (UK), CBD/UNO/PNUD, Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- COURTENAY, W.R. & J.D. WILLIAMS. 1992. «Dispersal of exotic species from aquaculture sources, with emphasis on exotic species from aquaculture sources, with emphasis on freshwater fishes». En: Rosenfield, A. & R. Mann (eds.). *Dispersal of living organisms into aquatic ecosystems*. College Park (MD), Maryland Sea Grant Publication. Pp. 49-81.
- CROOKS, J. & M. SOULE. 1997. «Lag time in population explosions of invasive species: causes and implications». En: *Conference on Alien Species*. Trondheim (Norway), UNO. Pp: 39-46.
- DRAKE, J.A., C.R. ZIMMERMAN, T. PURUCKER & C. ROJO. 1999. «On the nature of the assembly trajectory». En: Weiher, E. y P. Keddy (eds.). *Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats*. Cambridge, Cambridge University Press. Pp: 233-250.
- DREHER, M. C. 2005. «Protocolos de padronização e monitoramento de *Corbicula* spp. e *Limnoperna fortunei* no sul do Brasil (Corbiculidae e Mytilidae)». En: *Resumos do XIX EBRAM*. Rio de Janeiro, 25-29 de julio de 2005. Pp: 185-186.
- ELTON, C.S. 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. Londres, Methuen. 181 pp.
- ESTADES, C.F. 1998. «Especie non grata: efectos ecológicos de las especies exóticas». *Ciencias Biológicas. Ecología* vol. 1, N° 2: 2-12.
- FAO & COPESCAL. 1985. «Introducción y transferencia de especies en América Latina. Roma, FAO / Comisión para la Pesca del Caribe. Doc: RE/85/3. 89 pp.
- FARACO, F.A. 2005. «*Acathina fulica* Bowdich, 1822. Plano de Ação Nacional». En: *Resumos do XIX*

## Re-utilice el papel periódico

De todos los papeles. El que se utiliza para el periódico es el que más causa la deforestación en el mundo. Afortunadamente, es en gran parte reciclable. De todas maneras, es muy importante utilizarlo al máximo. Es ideal para limpiar ventanas, azulejos, espejos y para prender la chimenea.

- EBRAM. Río de Janeiro, 25-29 de julio de 2005. Pp: 187-189.
- FLETCHER, G.L., M.A. SHEARS, M.J. KING, P.L. DAVIES & C.L. HEW. 1988. «Evidence for antifreeze protein, gene transfer in Atlantic salmon (*Salmo salar*)». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 352-357.
- GOLLASCH, S. & LEPPÁKOSKI, E. 1996. *Initial risk assessment of alien species in nordic coastal waters*. Copenhagen, Nordic Council of Ministres.
- GRIGOROVICH, I. A., COULATI, R. & HOLECK, K. 2003. «Ballast-mediated animal introductions in the Laurentian Great Lakes: Retrospective and prospective analyses». *Can. Jour. Fish. and Aquac. Scien.* vol. 60, N° 6: 740-48.
- GUISANDE, C., A. VERGARA, I. RIVEIRO & J. CABANAS. 2004. «Climate change and abundance of the Atlantic Iberian sardine (*Sardina pilchardus*)». *Fish. Oceanogr.* 13: 2, 91-101.
- HERNÁNDEZ, G. 2002. *Invasores en Mesoamérica y el Caribe. Invasives in Mesoamerica and the Caribbean*. San José (Costa Rica), Unión Mundial para la Naturaleza / IUCN.
- HEW, C.L. & Z. GONG. 1992. «Transgenic fish. A new technology for fish biology and aquaculture». *Biol. Int.*, N° 24, 1-10.
- IAVH. 2005. *Especies invasoras de Colombia*. Serie Especies Colombianas 3. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- KAPUSCINSKI, E.M., K.R. HAYES, S. LI & G. DANA. 2007. *Environmental risk assessment of genetically modified organisms*. Vol. 3. CABI (UK). 304 pp.
- LETÉLIER, S. 2005. «Especies introducidas en Chile: monitoreo y control». En: *Resumos do XIX EBRAM*. Río de Janeiro, 25-29 de julio de 2005. Pp: 192-194.
- LODGE, D.M. & K. SHRADER-FRECHETTE. 2003. «Non-indigenous species: Ecological explanation, environmental ethics, and public policy». *Conservation Biology* vol. 1, N° 1: 31-37.
- MCNEELY, J.A., H.A. MOONEY, L.E. NEVILLE, P. SCHEI & J.K. WAAGE (eds.). 2001. *A global strategy on invasive alien species*. Gland (Switzerland) / Cambridge (UK), IUCN / Global Invasive Species Programme.
- MILLER, R.R., J.D. WILLIAMS & J.E. WILLIAMS. 1989. «Extinctions of North American fishes during the last century». *Fisheries (Bethesda)* 14 (6): 22-38.
- MOYLE, P.B. & R.L. LEIDY. 1992. «Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidence from fish faunas». En: Fiedler, P.I. y S.K. Jain (eds.). *Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management*. New York, Chapman & Hall. Pp. 127 y siguientes).
- OJASTI, J. 2001. *Especies exóticas invasoras*. Venezuela, Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino, Convenio de Cooperación Técnica ATN/JF-5887-RG CAN-BID.
- OLDEN, J. & L.N. POFF. 2003. «Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization». *The American Naturalist* vol. 162, N° 4: 442-49.
- PEARL, C., M.J. ADAMS, G. SCHUTEMA, & S. PEER. 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, N° 3: 572-6.
- PIONTKOVSKI, S. & M. LANDRY. 2003. «Copepod species diversity and climate variability in the tropical Atlantic Ocean». *Fish. Oceanogr.* 12:4/5, 352-359.
- QUENTIN, C., B. CRONK & J.L. FULLER. 2001. *Plantas invasoras: la amenaza para los ecosistemas naturales*. Kew (UK), Royal Botanic Gardens / WWF / Unesco.
- RUIZ, G. 1997. «The Aliens Among Us. Chesapeake Bay». SERC Program.
- RICHARDSON, D.M., W.J. BOND, W.R. DEAN, S.I. HIGGINS, G.F. MIDGLEY, S.J. MILTON, L. POWRIE, M.C. RUTHERFORD, M.J. SAMWAYS & R.E. SCHULZE. 2000. «Invasive alien organisms and global change: a South African perspective». En: Mooney, H.A. y H.A. Hobbs (eds.).

- SAYED, Z., G.L. DIJKEN & G. GONZÁLEZ-RODAS. 1996. «Effects of ultraviolet radiation on marine ecosystems». *Inter. J. Environmental Studies* vol. 51. Pp. 199-216.
- SOL, D. 2000. «Introduced species: a significant component of the global environmental change». Ph.D. Diss. Barcelona, Universidad de Barcelona.
- STACHOWICZ, J., J. TERWIN, R. WHITLATCH & R. OSMAN. 2002. «Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions». University of Illinois. *Ecology* vol. 99, N° 24: 15497: 15500.
- UICN. 2001. *Global strategy on invasive alien species*. Gland (Switzerland), Global Invasive Species Programme (GISP).
- WELCOMME, R.L. 1981. «Register of international transfers of inland fish species». Rome, *FAO Fisheries Technical Paper* 213. 123 p.
- , R.A. RYDER & J.A. SEDELL. 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*. Washington DC, Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds (FICMNEW).
- WILLIAMSON, M.H. & K.C. BROWN. 1986. «The analysis and modeling of British invasions». *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 314: 506-522.
- YIANG, G. 1993. «Transgenic fish-gene transfer to increase disease and cold resistance». *Aquaculture* 11: 31-40.
- ZENNER-POLANÍA, I. 1994. «Impact of *Paratrechina fulva* on other ant species». En: Williams, D.F. (ed.). *Exotic Ants Biology. Impact and Control of Introduced Species*. EEUU, Westview Press. Pp. 121-132.

**FRANCISCO DE PAULA GUTIÉRREZ BONILLA**

Biólogo marino, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Experto en Biología y Química, UJTL. Manejo de Recursos Pesqueros, Kanagawa Fisheries Centre (Japón). Especialista en Productos Pesqueros, Instituto Pesquero de Callao (Perú). Doctor en Ciencias Biológicas. Universitat de Barcelona (España). Profesor titular, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales.

## Cancele lo que le llega por correo y no necesita

Ahora, que muchas cuentas se pagan por internet existe la opción de que no las manden a la casa. Igual, llegan revistas, de almacenes o promociones, que no leemos; información que no necesitamos y tarjetas de cumpleaños de productos que nos consideran "VIP" y que son fáciles de cancelar.