

## Invasiones Biológicas



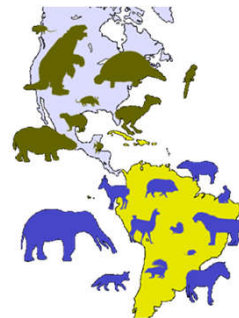
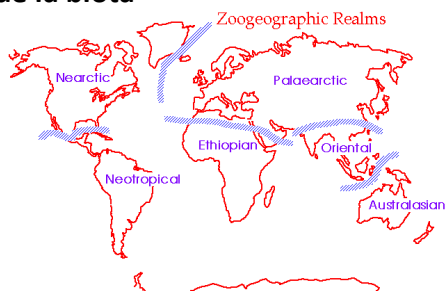
Julián N. Lescano

lescanojul@gmail.com

**El aislamiento geográfico ha sido la clave de los procesos evolutivos en todo los organismos alrededor del planeta.**

**Las especies han evolucionado en ambientes particulares y en redes de interacciones específicas**

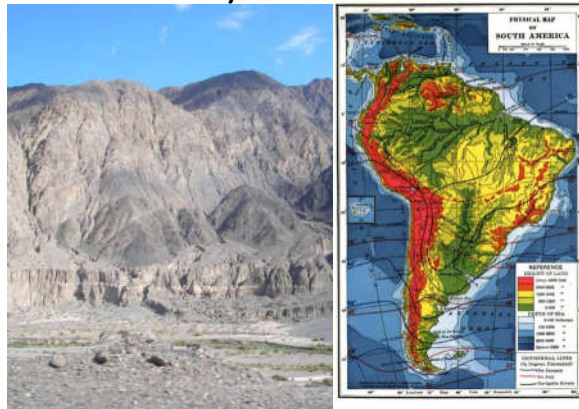
**Los humanos alteramos radicalmente los patrones de aislamiento de la biota**



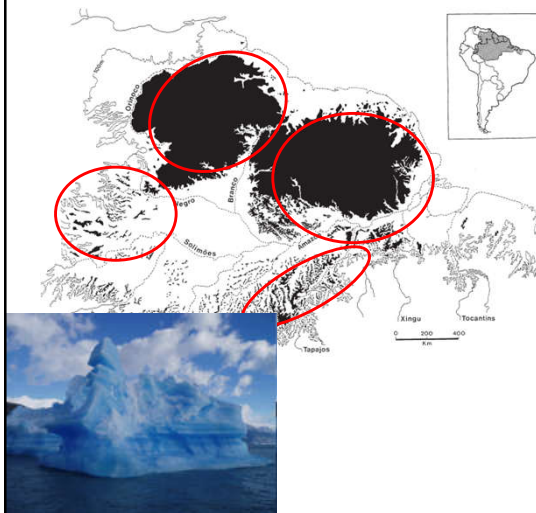
## Patrones de distribución de la biota

En América del Sur por ejemplo, ciertos eventos y condiciones orográficas permiten explicar gran parte de las distribuciones, procesos de especiación y áreas de endemismo

**Cordillera de los Andes: Cretácico tardío (70 Millones de años) y Plioceno (4.5 Millones de años)**



## Las intrusiones marinas



El nivel del mar habría subido 100 m en el ultimo mínimo glacial

Grandes aislamientos



Las poblaciones aisladas se diferencian genéticamente  
Procesos de especiación por aislamiento

## Procesos que explican los patrones de endemismo



## Especies exóticas invasoras

**Especie exótica:** Transportada intencional o accidentalmente por el hombre fuera de su “área de endemismo”

**Especie exótica invasora:** Especie de organismo que fuera de su área de distribución nativa consigue establecerse, dispersarse y se vuelve un **problema para la salud humana, la economía o el ambiente.**

**Problema asociado a la crisis global de conservación de la biodiversidad**

## Algunas definiciones

### Especie exótica

Especie, subespecie o taxón de jerarquía inferior introducido fuera de su área de distribución natural, pasada o presente. Incluye cualquier parte: gametos, semillas, huevos o propágulos de dicha especie capaces de sobrevivir y consecuentemente de expandirse (Convención internacional para la diversidad biológica).

**Especie exótica invasora: Especie de organismo que fuera de su área nativa consigue establecerse dispersarse y se vuelve un problema para la salud humana, economía o el ambiente**

Aclaración: El término **Invasión Biológica** es aplicable a aquellas especies que adquieren una ventaja competitiva tras la desaparición de ciertos obstáculos naturales que limitan su proliferación, lo cual les permite expandirse rápidamente y conquistar nuevas áreas o comunidades donde se vuelven dominantes.

¿Una especie nativa puede considerarse invasora? SI

En la materia **nos enfocamos en las INVASIONES BIOLÓGICAS POR ESPECIES EXÓTICAS**

**¿Podemos afirmar *a priori* que la introducción de una especie exótica es una amenaza a la diversidad biológica, la salud o la economía?**



***Durante las introducciones de especies exóticas ocurren complejas interacciones ecológicas***

**Dificultan predecir o anticipar si una introducción traerá consecuencias negativas para la biodiversidad, la salud o la economía**

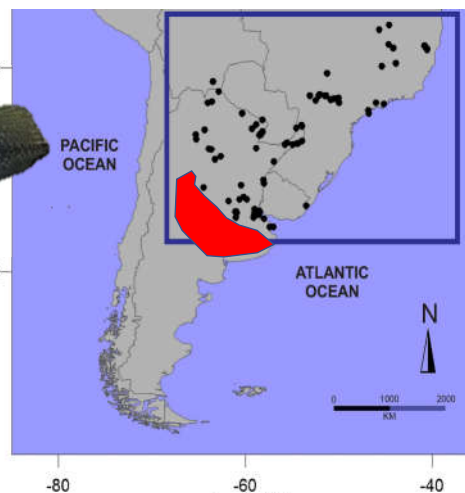
## Algunas dificultades asociadas al concepto de especie exótica

¿Existe un límite temporal para afirmar que una especie es nativa o exótica?

¿Dónde se trazan los límites geográficos para afirmar que una especie es nativa o exótica?

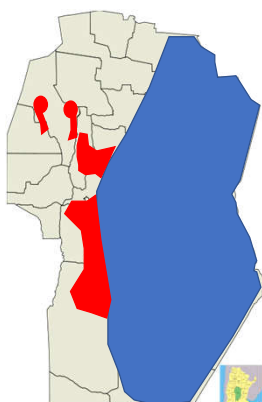
## Especies nativas de Argentina pero exótica invasora en ciertas regiones del país

Tararira (Hoplias spp.)



## Tarariras en las sierras de Córdoba

Tarariras en las sierras de Córdoba-



Datos históricos: cuencas en el llano  
(dulce, tercero, segundo, primero,  
cuarto

**Actualmente diversas poblaciones en  
zonas serranas:**  
**¿poblaciones introducidas?**

**¿Dispersión natural?**

### ¿Nativo o exótico?

**Especies criptogénicas:** Son aquellas para las que no es sencillo establecer si son nativas o exóticas.

**La ausencia de datos históricos no nos permite saber si su distribución actual formaba parte de su distribución histórica o si la misma fue alterada por el ser humano**

Herramientas como la genética de poblaciones pueden ser útiles para rastrear el origen

### ¿Cómo llegan las especies exóticas?

**Se desplazan a expensas de las actividades humanas (son introducidas voluntaria o accidentalmente por nosotros).**

Hasta el siglo XIX, el movimiento de las especies estuvo **condicionado por los patrones de comercio y colonización: rutas de dispersión relativamente predecibles**

En la actualidad **el comercio global hace menos predecibles los desplazamientos** de las especies.

*Classics in physical geography revisited*



**Elton, C.S. 1958: *The ecology of invasions by animals and plants*. London: Methuen.**

The study of invasions of organisms following their transfer by humans to areas far outside

In the nineteenth century, several pioneering naturalists – notably Darwin, De



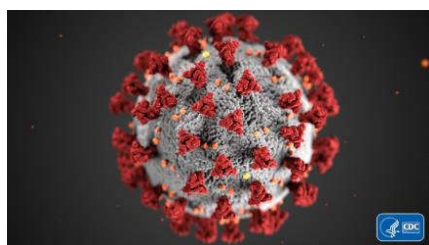
**Figure 1** Charles Sutherland Elton (1900–1991) (reproduced courtesy of the Zoology Department, University of Oxford)

Refiriéndose al movimiento de biota por parte del *Homo sapiens*:

«una de las más grandes convulsiones históricas de la biota a escala global»

Medios de transporte mas precarios  
Trasporte aéreo mas caro  
Población humana mas chica

No es una especie exótica invasora, pero la dispersión global del Sars-Cov2 en pocos meses ilustra nuestra capacidad para dispersar un agente microscópico



Nuestra capacidad de desplazarnos (y para mover especies) en la actualidad es enorme

En un año vuelan en avión alrededor de 2.400 **millones** de personas en 36.800.000 vuelos

Estos vuelos representan potenciales **vectores**:

- Medios o vehículos por los que las especies son transportadas.
- Por ejemplo: equipaje, contenedores, correo, embarcaciones de recreación, equipo de pesca, basura, agua de lastre, suelo, vehículos terrestres etc.

## Introducciones accidentales

### Introducciones voluntarias

Especies para agricultura, acuicultura, plantas ornamentales, especies forestales.

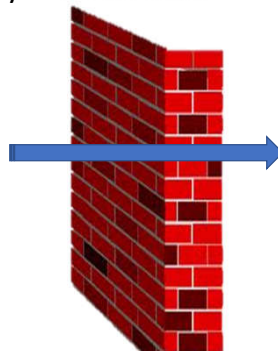
Agentes de control biológico.

Animales para criaderos y cotos de caza.

Mascotas.



Introducciones  
accidentales o  
voluntarias

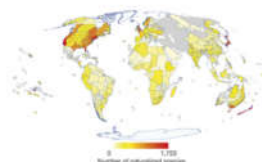


Especies exóticas

## Magnitud del fenómeno



Figure 1: Naturalized vascular plant species in the 843 regions covered by the GloNAF database.



**13,168 especies de plantas introducidas y naturalizadas**  
en todo el planeta

Europa es el continente que más aporta a los patrones globales de plantas naturalizadas/invasoras

Efectos sobre actividades económicas.

Impacto sobre valores culturales.

Efectos sobre la salud humana.

Impacto sobre la biodiversidad.

### Impactos

Plantas que reducen  
el valor recreativo  
y/o económico de los  
ambientes invadidos

Parásitos, bacterias y  
virus introducidos:  
Impactan sobre  
actividades económicas,  
la salud y la  
biodiversidad nativa

Vegetación que  
reduce la  
disponibilidad de  
agua

Plantas con defensas  
contra herbivoría:  
disminuyen la aptitud  
ganadera

## Impactos económicos

- Se estima que en EE.UU se pierden 120.000 millones de dolares por año a causa de las especies exóticas invasoras
- Brasil 43.000 millones

**Especies que impactan sobre:**  
**Producción de alimentos y fibras textiles,**  
**Polinización**  
**Disponibilidad de agua potable**  
**Producción de plantas ornamentales**  
**Agua para riego**  
**Regulación de crecidas de ríos**

Table 13.1 Monetary impacts to ecosystem services associated with various invasive species

| Invasive species                                                                                                                             | Geographic location                              | Ecosystem services altered                                                                                                                        | Monetary impact <sup>a</sup> | Reference              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| <i>Acacia melanoxylon</i> (blackwood), <i>Acacia cyclops</i> (rookrans), <i>Eucalyptus</i> spp. (gum trees) and other woody shrubs and trees | Cape Floristic Region, South Africa (fynbos)     | Food (sour figs, honey-bush tea), fiber (thatching reed, timber), ornamental resources (flowers, greens, ferns), medicine, essential oils (buchu) | -2,852,984 <sup>b</sup>      | Turpie et al. (2003)   |
|                                                                                                                                              |                                                  | Water (mountain catchments)                                                                                                                       | -67,836,059 <sup>b</sup>     |                        |
|                                                                                                                                              |                                                  | Pollination (bee keeping)                                                                                                                         | -27,783,728 <sup>b</sup>     |                        |
|                                                                                                                                              |                                                  | Ecotourism                                                                                                                                        | -830,683 <sup>b</sup>        |                        |
|                                                                                                                                              |                                                  | Fuel ( <i>Acacia cyclops</i> as firewood)                                                                                                         | +2,799,492 <sup>b</sup>      |                        |
| <i>Bemisia tabaci</i> (whitefly)- and <i>B. tabaci</i> -transmitted viruses                                                                  | Mexico                                           | Food (melon, sesame), fiber (cotton)                                                                                                              | -33 million                  | Oliveira et al. (2001) |
|                                                                                                                                              | Brazil                                           | Food (beans, tomatoes, melon, okra, cabbage)                                                                                                      | -5 billion (for 5-6 years)   |                        |
|                                                                                                                                              | Florida, USA                                     | Food (tomato, due to <i>Tomato mottle virus</i> )                                                                                                 | -140 million                 |                        |
|                                                                                                                                              | North America, Mediterranean Basin, Middle East  | Food (lettuce, sugar beets, melon, due to <i>Lettuce infectious yellow virus</i> )                                                                | -20 million                  |                        |
| <i>Tamarix</i> spp. (tamarisk)                                                                                                               | Western United States, especially Colorado River | Irrigation water                                                                                                                                  | -38.6 to 121 million         | Zavaleta (2000)        |
|                                                                                                                                              |                                                  | Municipal water                                                                                                                                   | -26.3 to 67.8 million        |                        |
|                                                                                                                                              |                                                  | Hydropower                                                                                                                                        | -15.9 to 43.7 million        |                        |
|                                                                                                                                              |                                                  | Natural hazard regulation (flood control)                                                                                                         | -52 million                  |                        |

Charles and Dukes (2007) Chapter 13 Impacts of invasive species on ecosystem services. In: Netwing W. Biological Invasions, Springer, Berlin Heidelberg

<sup>a</sup> Costs are indicated with a negative sign (-) and benefits with a positive sign (+). Values are in US \$ and represent annual losses unless otherwise indicated.

Grandes beneficios económicos para el hombre: perros de trabajo, fuerte asociación con la dispersión del *Homo sapiens* por todo el globo

En general en condiciones de semi-cautiverio: dependen del hombre para su sustento, refugio y reproducción.

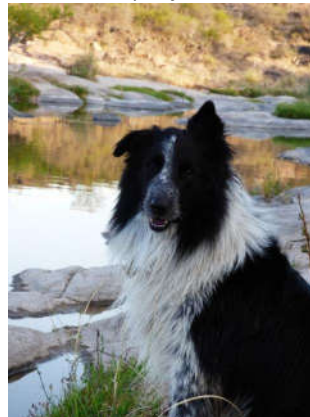
¿Especie exótica?

¿Especie exótica invasora?

*Canis lupus lupus*



*Canis lupus familiaris*



- Eventualmente ocurren poblaciones asilvestradas: Jaurías de entre 5 a 20 ejemplares
- Comportamientos de caza similares a la sub-especie silvestre (lobos)
- Fuerte impacto sobre la actividad ganadera: más de 100.000 ovejas perdidas en dos décadas en Patagonia
- Tierra del Fuego: solo 6 de 40 grandes establecimientos Ovinos no poseen jaurías de perros salvajes.



Los perros fueron declarados como “especie exótica invasora” por el Consejo Provincial de Medio Ambiente de dicha provincia

Acciones sugeridas por el servicio de pesca y vida silvestre de EE.UU:  
autorizar la caza, el uso de trampas, los cercos eléctricos, los tóxicos químicos legales y la caza aérea desde helicópteros.

## Mitigación/erradicación de especies invasoras

### Costos vs. Beneficios

### Impacto/opinión/sensibilidad social



## Impactos sobre la salud

### *Aedes aegypti*

Originario de África

Vector del dengue:

El dengue hemorrágico es una infección severa y potencialmente mortal. No existe una vacuna para prevenirla



Además: Fiebre amarilla, Chikungunya, Zika



**Solo esta especie infecta 50 millones de personas y causa alrededor de 30.000 muertes al año**

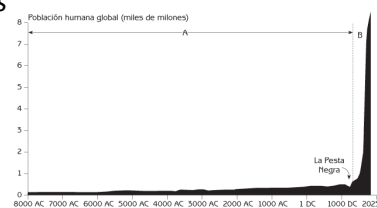
## Impactos sobre la salud

- Algunas especies invasoras fueron responsables de las mayores epidemias que sufrió la humanidad

**La peste negra:** transmitida por una bacteria asociada a las pulgas de las ratas negras (*Rattus rattus*).

El mayor brote comenzó en Asia en 1320 y se expandió hacia Europa asociada a las rutas comerciales.

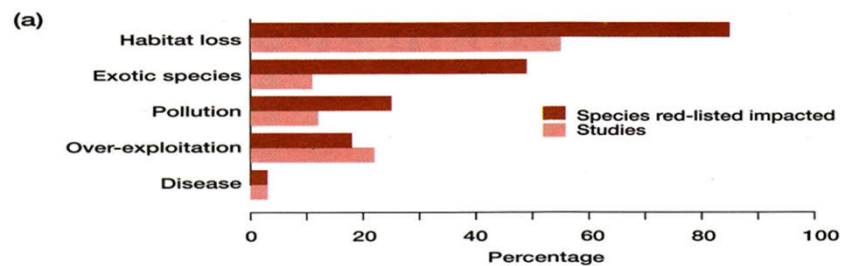
Entre 1320 y 1350 mató a un tercio de la población mundial y a más del 50% de la población Europea



***Rattus rattus* actualmente tiene distribución global**

### **Especies exóticas invasoras: el segundo factor responsable de la pérdida de diversidad biológica.**

El 50 % de los vertebrados están amenazados por la introducción de especies exóticas



### **Impactos sobre el ambiente y la biodiversidad**

#### **Un ejemplo de especie invasora responsable de:**

Extinción de cientos de especies

Dramáticas declinaciones poblacionales en todo el mundo

Pérdida de diversidad en las comunidades

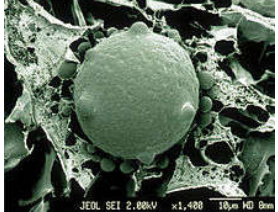
Cambios irreversibles en procesos ecosistémicos

# Un hongo microscópico

**Clarín** Sociedad

**Ciencia**  
Un implacable enemigo está matando a miles de ranas y sapos en todo el mundo

Ha provocado dramáticos descensos en la población de más de 500 especies de anfibios, incluidas 90 extinciones.



JEOL SEI 2.00kV x1,400 10µm HD 8000

NATIONAL GEOGRAPHIC ACTUALIDAD CIENCIA NATURALEZA FOTO DEL DÍA TESTS CORONAVIRUS EDICIÓN IMPRESA

Temas / Actualidad

## El hongo asesino de 500 especies de anfibios

Es minúsculo pero tremendamente peligroso para ranas, sapos, batracos y todo tipo de anfibios. Un nuevo estudio ha revelado la importancia de 'Batrachochytrium dendrobatidis' a nivel global: ha provocado el declive de 900 especies de anfibios y la extinción de 90.



**INFOBAE**  
Por qué el comercio internacional y la venta de mascotas exóticas provocan la muerte de las ranas

28 de Mayo de 2020

f t in y d w

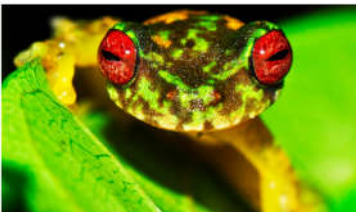
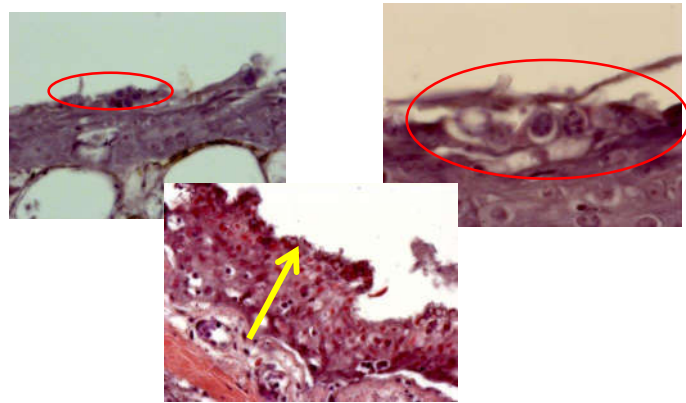



Imagen: CITEC

## Un hongo, el asesino más letal de los anfibios

El hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* ha llevado a la extinción a unas 90 especies de anfibios y confirma que es la especie invasora más destructiva que se conoce.

## Hongo microscópico denominado *Batrachochytrium dendrobatidis*



Produce la enfermedad conocida como **Quitridiomycosis**

Afecta a la integridad del tegumento: Órgano fisiológicamente relevante para los anfibios

Intercambio gaseoso, **balance electrolítico**, hidratación y protección contra patógenos

A partir de la década del 80 comenzaron a detectarse declinaciones poblacionales severas, desaparición de poblaciones enteras en menos de 1 año.

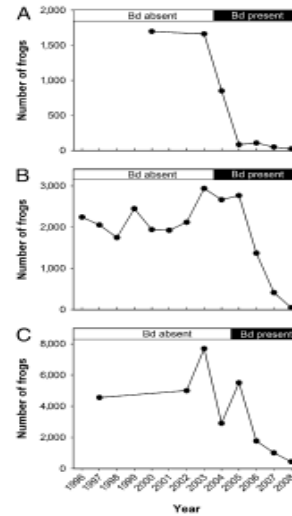
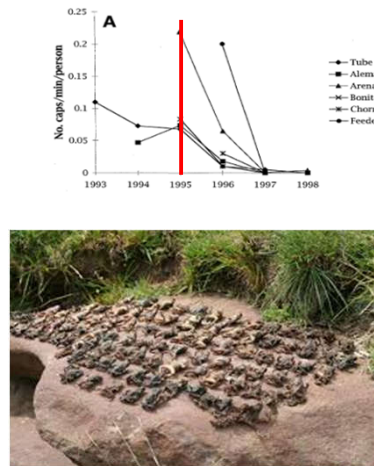


Fig. 2. Total number of adult and subadult frogs in the three study meta-populations during 1996–2008 before and after the detection of Bd: Milestone Basin (A), Sixty Lake Basin (B), and Barrett Lakes Basin (C).

### Hipótesis alternativas para explicar la emergencia de la enfermedad

#### Patógeno endémico

El hongo estaba previamente en el ambiente  
Interacción parasito-hospedador en equilibrio

Cambios ambientales alteraron dicha interacción aumentando su virulencia

#### Patógeno emergente

El hongo se dispersó recientemente irrumpiendo en nuevas comunidades de hospedadores residentes

**BD = especie invasora**

Durante 20 años se investigo el origen, la distribución y la genética del patógeno

(Por mucho tiempo era **criptogénica**)

### Evidencia reciente:

**Panorama complejo: Múltiples cepas o linajes coexistiendo**

**Algunas endémicas, otras introducidas y más virulentas**

#### -Enfermedad Panzootica

-Asia (Corea) sería la región donde se originaron los linajes invasores

-Expansión global a comienzos del siglo XX

-Comercio de anfibios: gastronomía, modelos experimentales, compuestos químicos, mascotismo, introducciones accidentales



**BD: Especie exótica invasora en muchos lugares del mundo**

### Enfermedad con distribución global



- Más de 700 especies infectadas (reportadas)

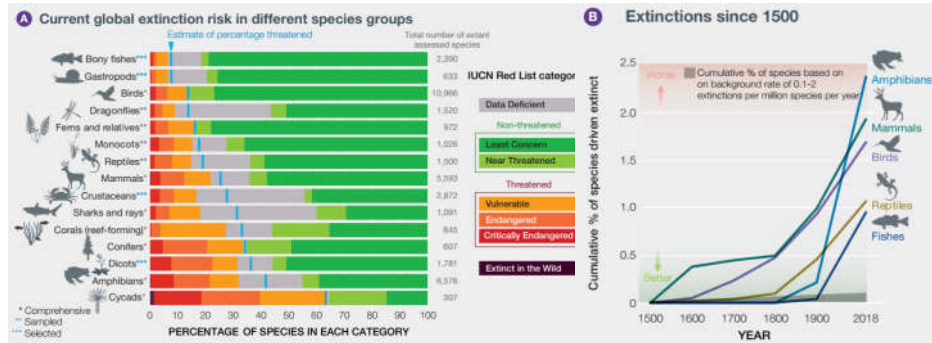
- Cientos de declinaciones y extinciones poblacionales locales abruptas reportadas en seis continentes

- Docenas (y quizá cientos) de especies extintas por el hongo

- En expansión

**Una crisis sin precedente de una única enfermedad que se difundió global y que afecta a toda una clase de vertebrados**

Los anfibios son el grupo de vertebrados más amenazado del mundo



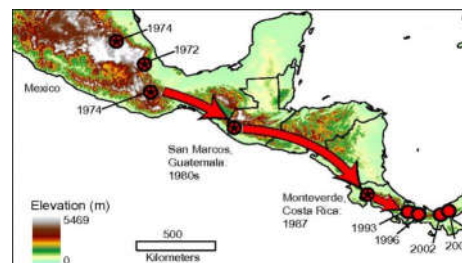
Entre el 40 y el 50% de las especies bajo alguna categoría de amenaza

Vulnerables, en peligro, en peligro crítico según UICN.

### Impactos de la Quitridiomicosis sobre comunidades y ecosistemas acuáticos como resultado de las extinciones locales de anfibios



La trayectoria predecible del avance del hongo invasor en Centroamérica permitió anticipar subsiguientes declinaciones



Generó las condiciones para experimentos naturales que permitieron comprender el impacto de las declinaciones sobre las comunidades y distintos procesos ecosistémicos:

### Datos sobre comunidades de anfibios y dinámica ecosistémica en arroyos selváticos pre y post irrupción del hongo

Freshwater Biology (2014) 59, 1113–1122

doi:10.1111/fwb.12326

#### Initial versus longer-term effects of tadpole declines on algae in a Neotropical stream

SCOTT CONNELLY\*, CATHERINE M. PRINGLE\*, THOMAS BARNUM\*, MESHAGAE HUNTE-BROWN\*, SUSAN KILHAM\*, MATT R. WHILES\*, KAREN R. LIPS\*, CHECO COLÓN-GAUD\* AND ROBERTO BRENES\*\*

Freshwater Biology (2014) 59, 1113–1122

doi:10.1111/fwb.12326

Long-term changes in structure and function of a tropical headwater stream following a disease-driven amphibian decline

ROBERTO B. BARNUM\*, ARACELY M. BERNARD\*, JESSICA N. FILLARD\*, MATT R. WHILES\*, ROBERT D. HALL JR\*, KATHLEEN R. BROWN\*, FRED VERBURG\*, ALEX D. HERNANDEZ\*, CATHERINE M. PRINGLE\*, K. R. LIPS\*, S. S. KILHAM\*, C. COLÓN-GAUD\*, A. T. ROSENBLUTH\*, S. PETERSON\*, and S. CONNELLY\*

Freshwater Biology (2014) 59, 1113–1122

doi:10.1111/fwb.12326

Potential functional redundancy and resource facilitation between tadpoles and insect grazers in tropical headwater streams

CHECO COLÓN-GAUD\*, M. R. WHILES\*, R. BRENES\*, S. S. KILHAM\*, K. R. LIPS\*, C. M. PRINGLE\*, S. CONNELLY\* AND S. D. PETERSON\*

#### Disease-Driven Amphibian Declines Alter Ecosystem Processes in a Tropical Stream

M. R. Whiles\*, R. D. Hall Jr., W. K. Dodds, F. Verburg, A. D. Hurn, C. M. Pringle, K. R. Lips, S. S. Kilham, C. Colón-Gaud, A. T. Rosenbluth, S. Peterson, and S. Connelly\*

### Luego de la irrupción de BD:

**Biomasa de renacuajos disminuyó un 98% luego de la irrupción de la enfermedad**

Previo a la declinación: **sustrato rocoso relativamente limpio con parches de perifiton y escaso sedimento fino**

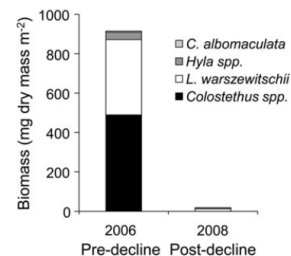
Post declinación: **Sedimentos densos orgánicos cubriendo el fondo formado principalmente por algas muertas.**

Perifiton, sedimentos orgánicos y componentes microbianos: aumentaron un 76%

A 2006, pre-decline



B 2008, post-decline



La ausencia de larvas de anfibios desencadenó cambios en los recursos basales para otros consumidores y por ende toda la estructura comunitaria cambió



Marcado incremento en la clorofila a en el agua:

Aumento drástico de la biomasa de algas, de la productividad primaria\* neta y del biofilm en el bentos

\*Productividad primaria: biomasa vegetal/superficie/tiempo

**Los anfibios en muchos sistemas acuáticos son los consumidores primarios de mayor tamaño y al mismo tiempo remueven los sedimentos (bioturbación) volviéndolos disponibles para otros organismos en forma de materia orgánica en suspensión**

### **Incremento en la tasa de producción de biomasa de grupos de invertebrados que “pastorean” algas**

Pese a ello, este incremento no resultó suficiente para reducir la biomasa de algas a los valores pre-declinación de anfibios

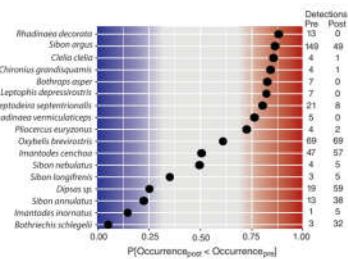
**Escasa redundancia funcional:** las larvas de anfibios cumplen un rol único en estos sistemas

### **Flujo y disponibilidad de Nitrógeno**

Cambios en la dinámica del nitrógeno: disminución de las tasas de mineralización debido a la menor ingesta y excreción por parte de los renacuajos

**Vías de mineralización del N:** Pasaron de estar mediadas por las larvas a estar mediadas por comunidades microbianas del biofilm (sin esto último poder compensar los flujos previos a la declinación)

## El impacto va más allá de los sistemas acuáticos:

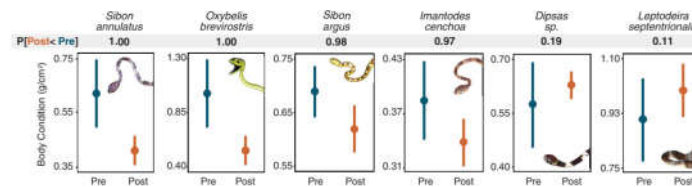


## Colapso de las poblaciones de serpientes que se alimentan de anfibios

### BIODIVERSITY LOSS Tropical snake diversity collapses after widespread amphibian loss

Elise F. Zipkin<sup>1\*</sup>, Graziella V. DiRenzo<sup>1,2</sup>, Julie M. Ray<sup>3</sup>, Sam Rossman<sup>1,4</sup>, Karen R. Lips<sup>5</sup>

Fig. 2. Changes in snake species occurrence rates after the epizootic that led to amphibian loss.



Las disminuciones poblacionales por la invasión del patógeno repercutieron sobre niveles tróficos superiores



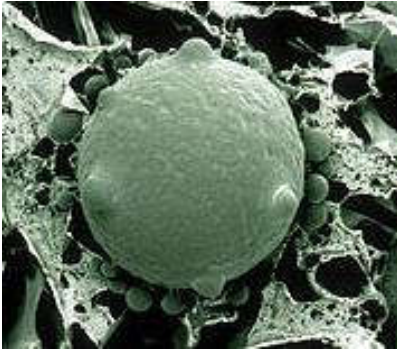
**Todo un grupo de vertebrados amenazado a escala global**



**Extinciones de especies**

**Colapsos poblacionales**

**Comunidades afectadas**



**Consecuencias indirectas sobre otras comunidades**

**Consecuencias directas sobre otros grupos**

**Cambios en stocks y procesos ecosistémicos**

**Pérdida de roles funcionales**

