

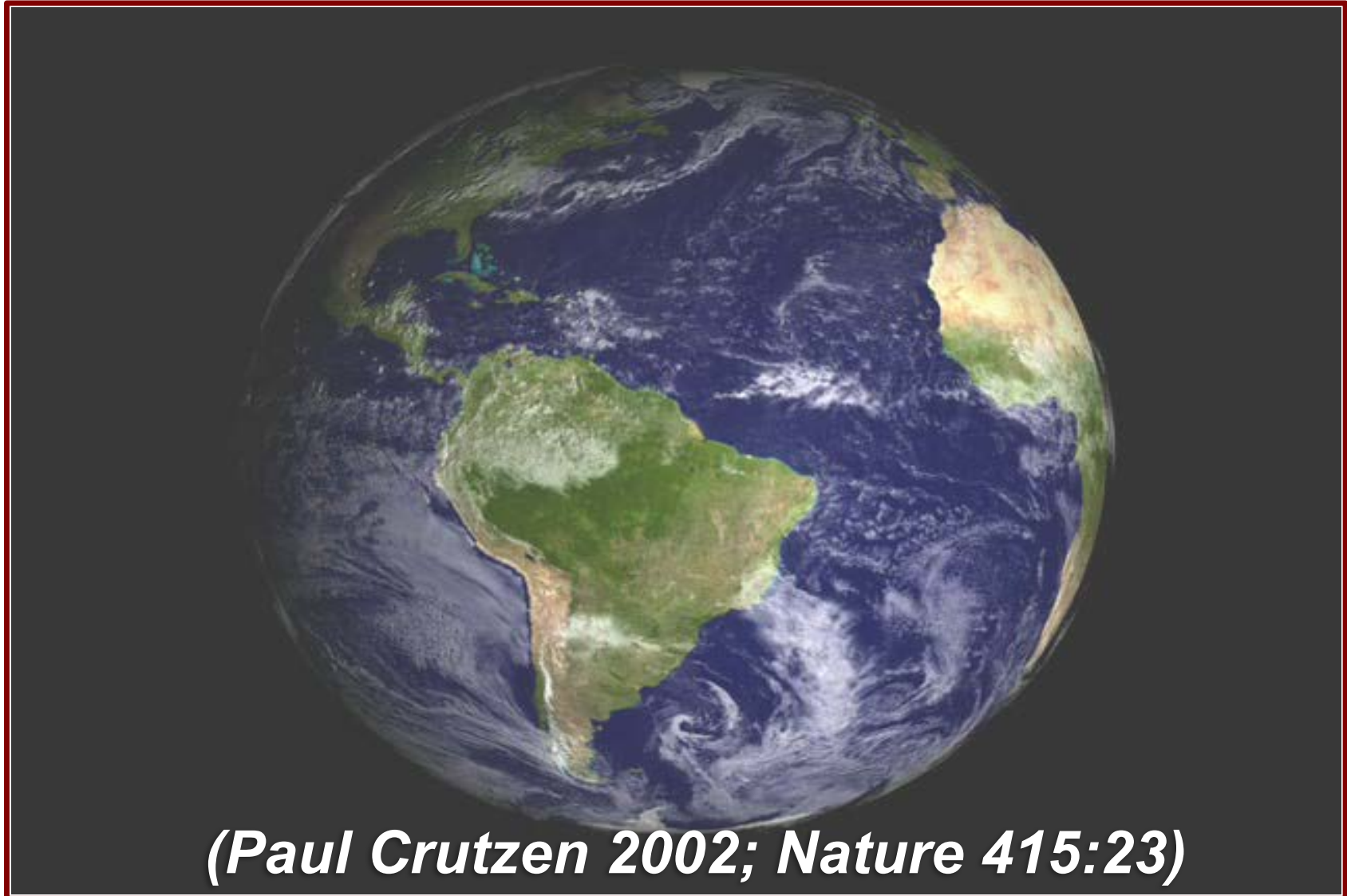
**Defaunación en el Antropoceno:
Estudios en México
(y otras regiones del mundo)**

Rodolfo Dirzo

Stanford University, CONABIO

EL ANTROPOCENO:

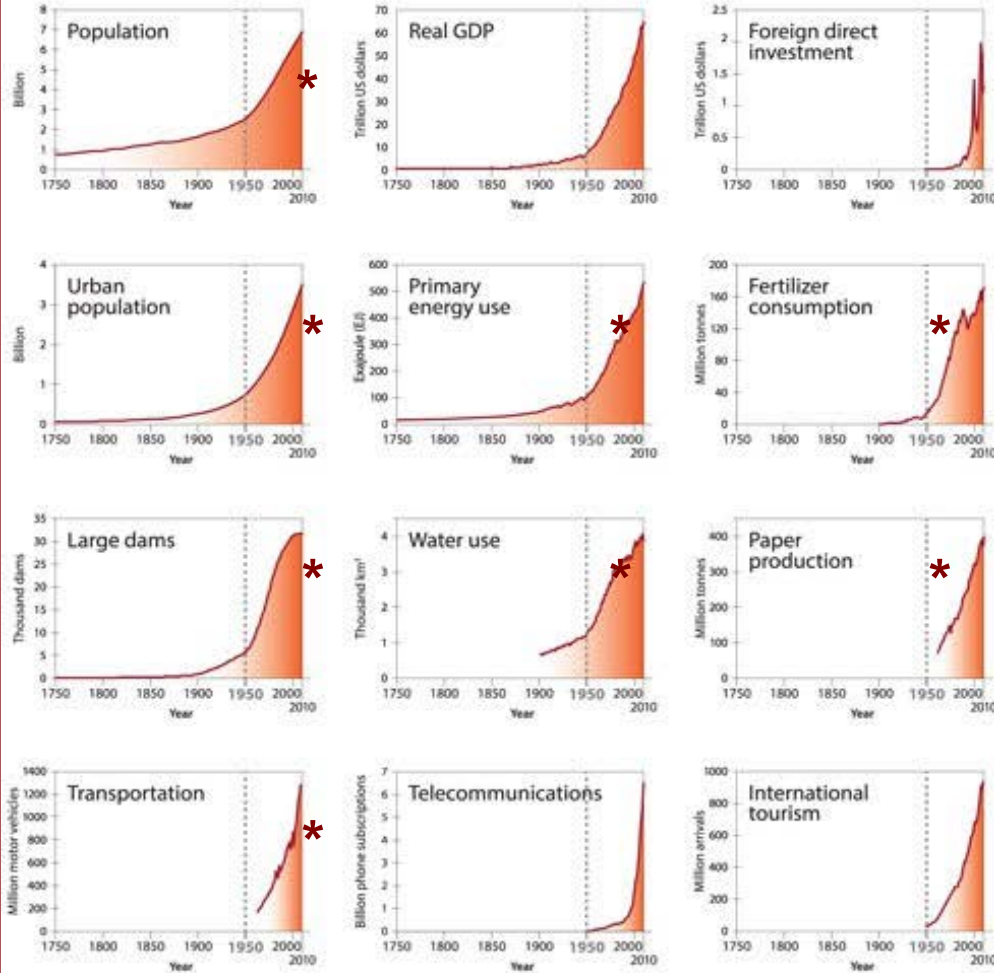
Una Era de Cambio Global Antropogénico



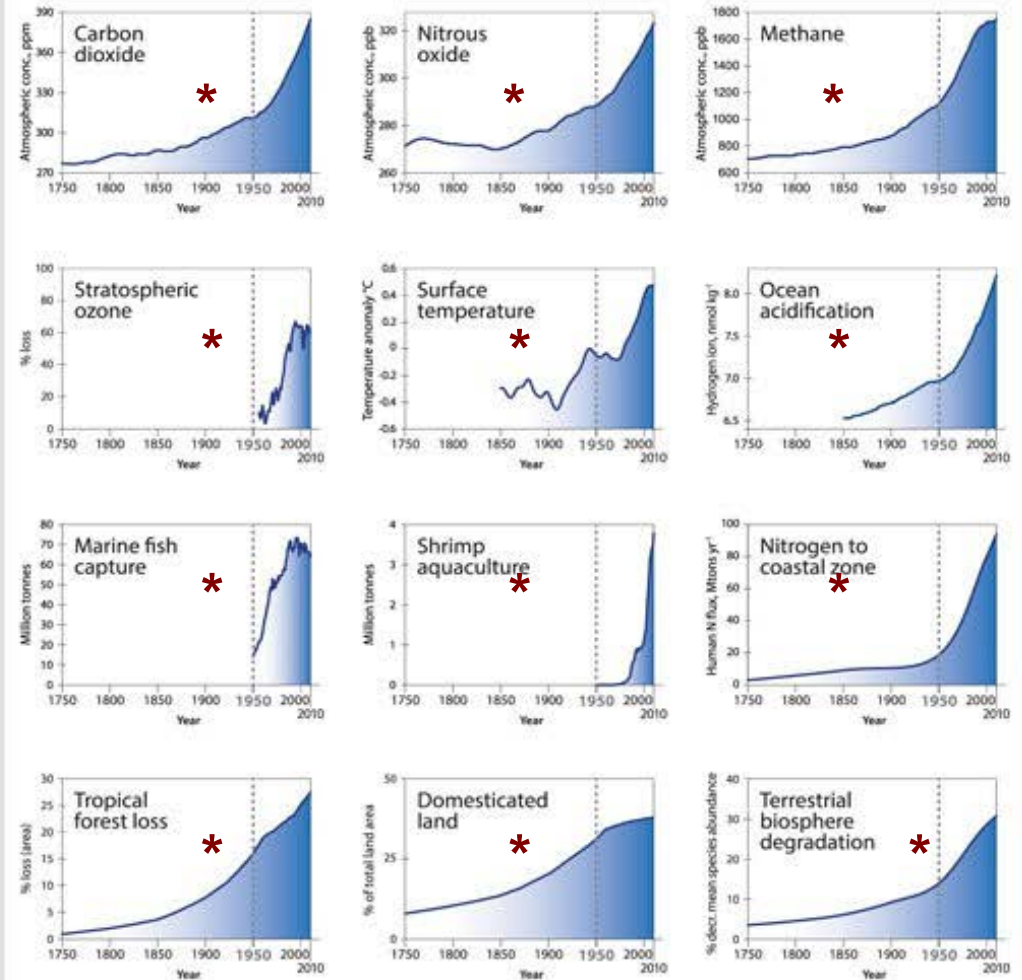
(Paul Crutzen 2002; Nature 415:23)

Manifestaciones del Antropoceno

Socio-economic trends



Earth system trends

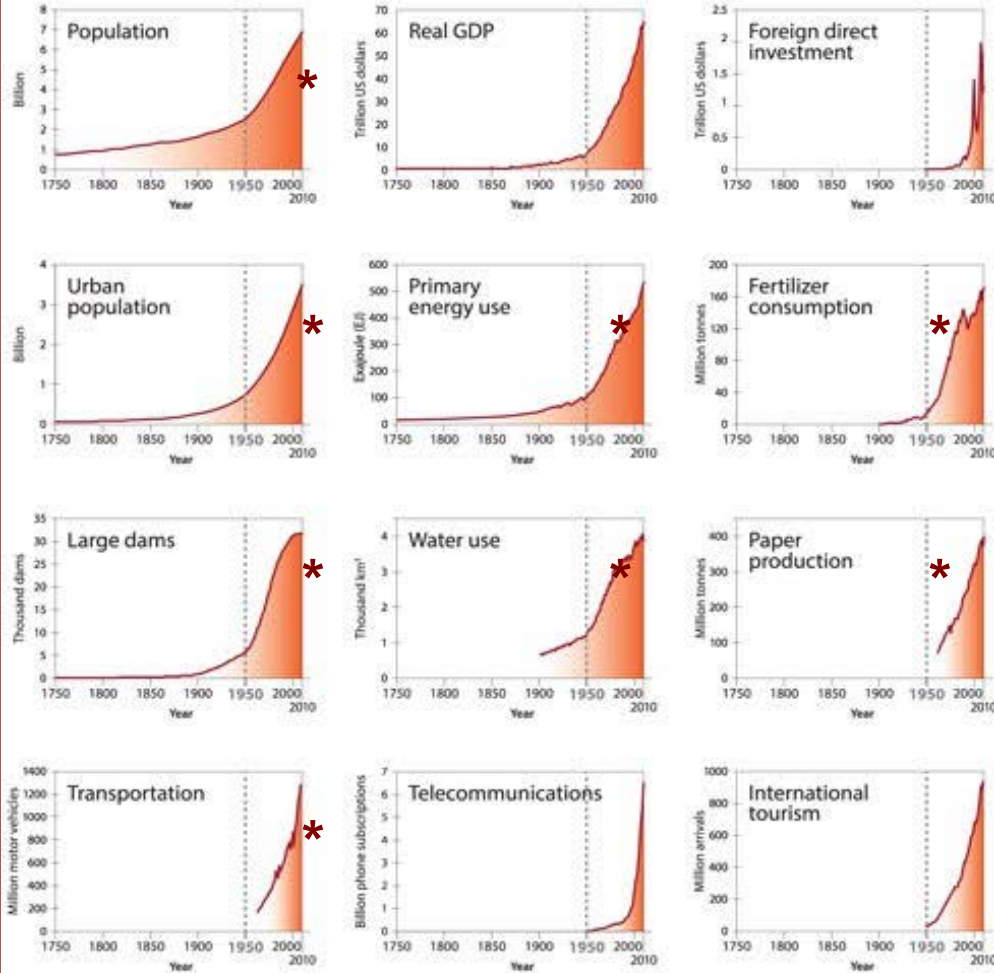


Updated Great Acceleration Graphs

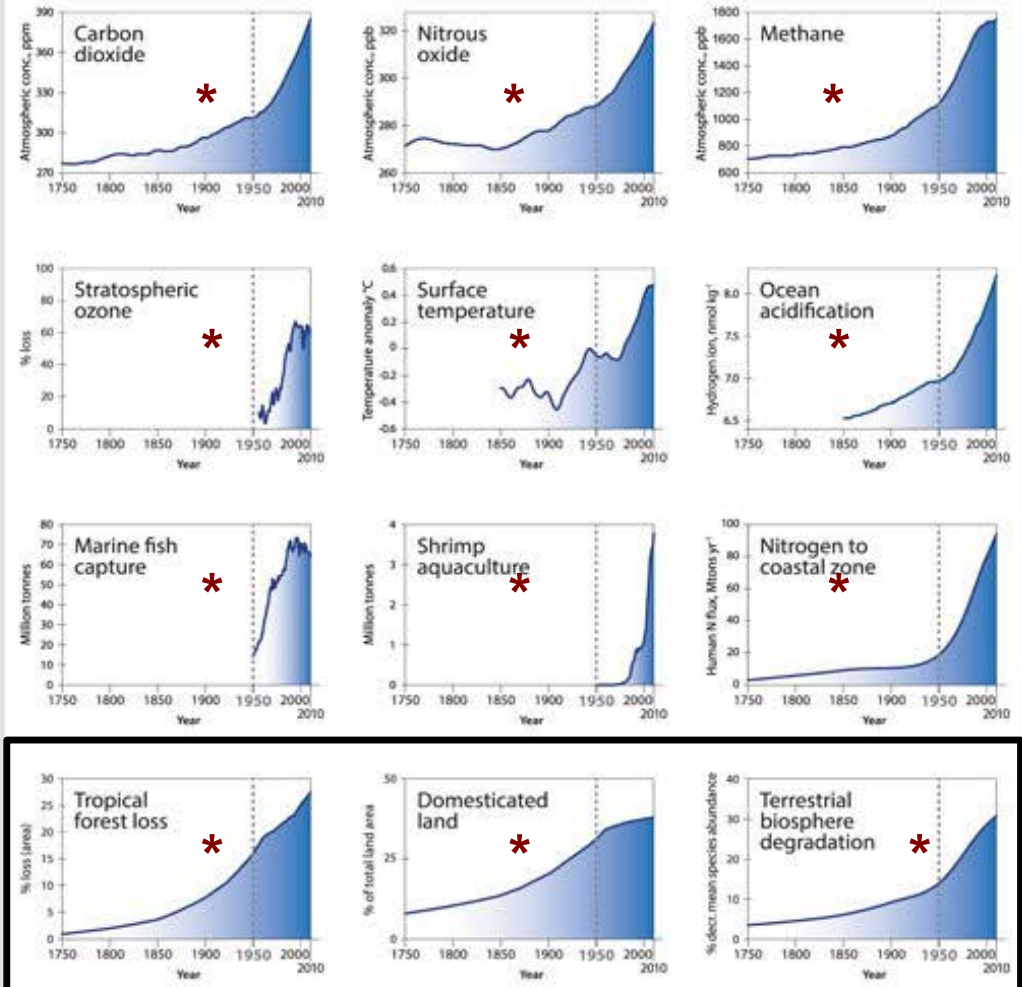
Source: Will Steffen et al. "The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration." The Anthropocene Review, March 2015

Manifestaciones del Antropoceno

Socio-economic trends



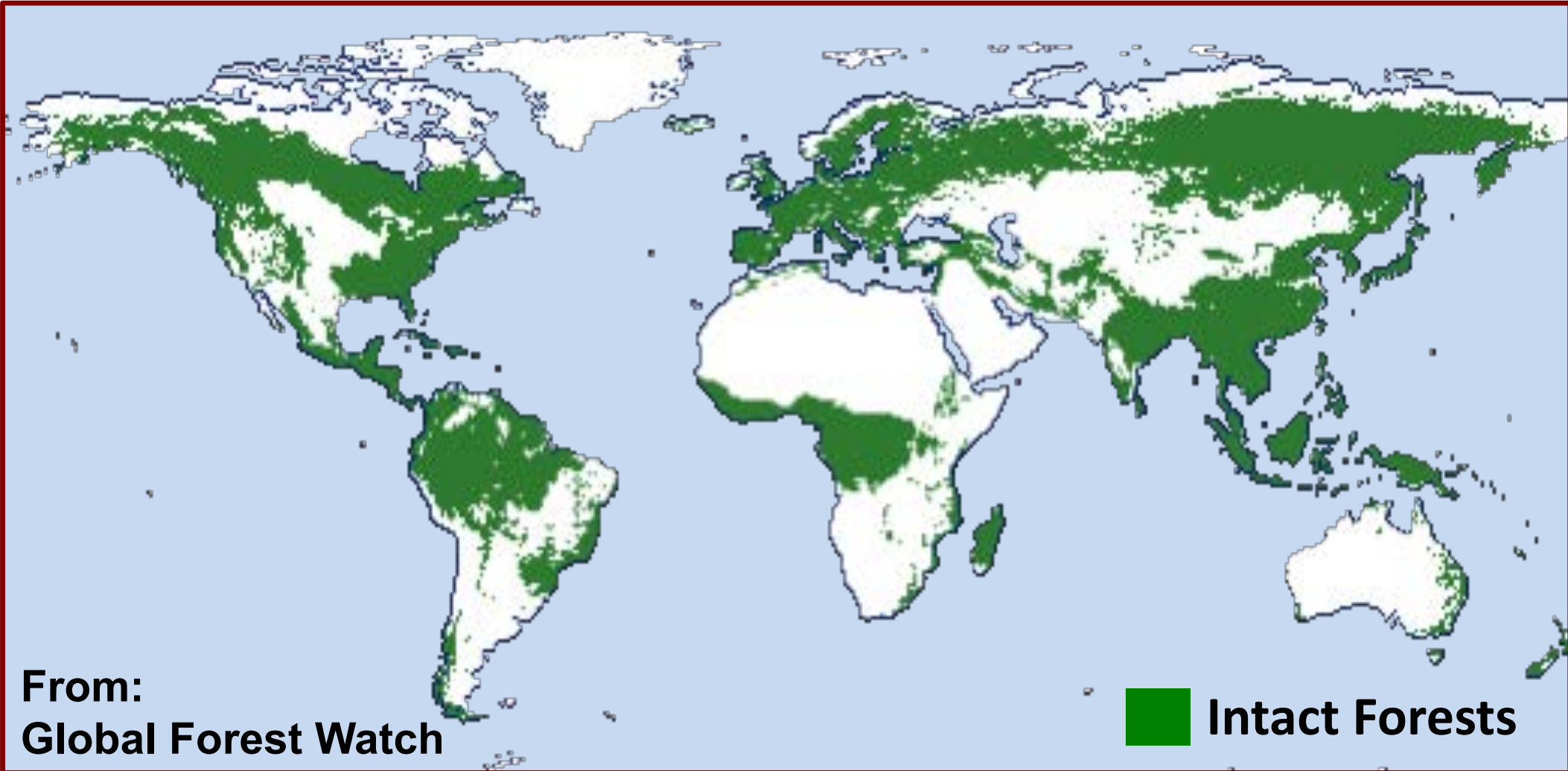
Earth system trends



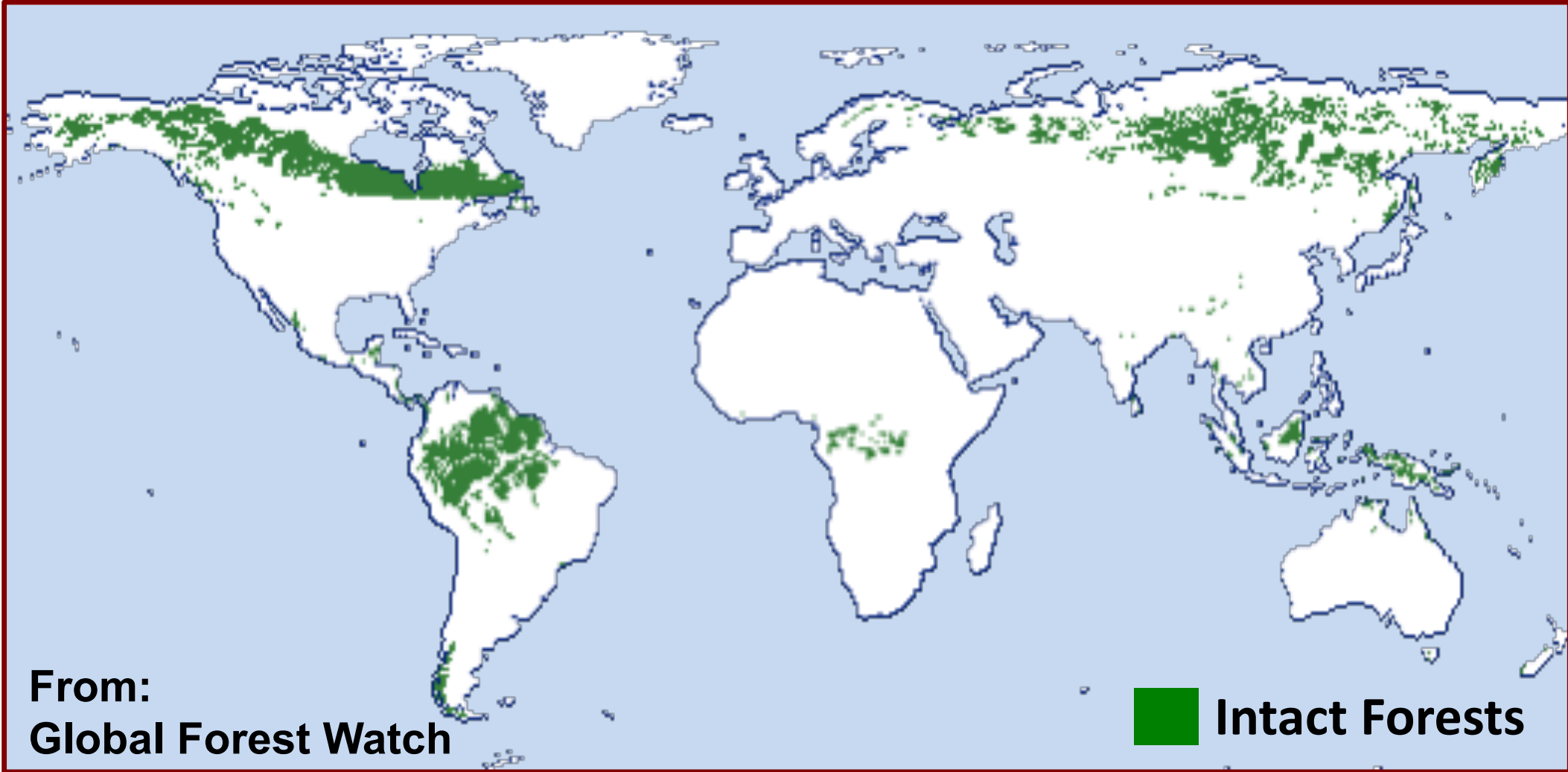
Updated Great Acceleration Graphs

Source: Will Steffen et al. "The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration." The Anthropocene Review, March 2015

Bosques Intactos hace 8,000 años



Bosques Intactos hoy



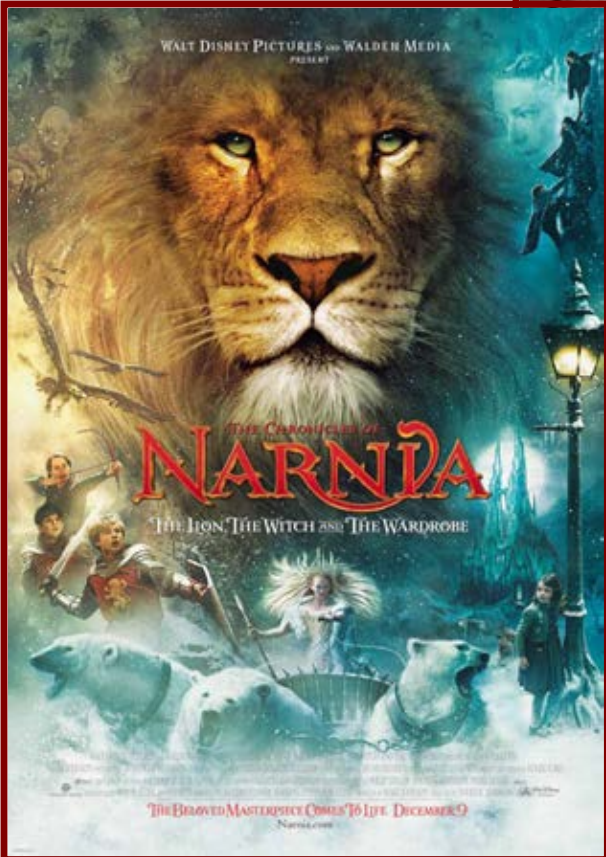
From:
Global Forest Watch

 Intact Forests



An endangered Sumatran tiger.

Photo by Jessie Cohen/NZP.



La fauna silvestre

Afecto “zoofílico” por mamíferos tropicales

- No hay esfuerzo paralelo por estudio profundo:
 - Estado que guardan local/globalmente
 - Papel en los ecosistemas: FUNCIONES Y SERVICIOS
- Desatención injustificada de cara al pulso de *Defaunación* – Un impacto antropogénico “Invisible”

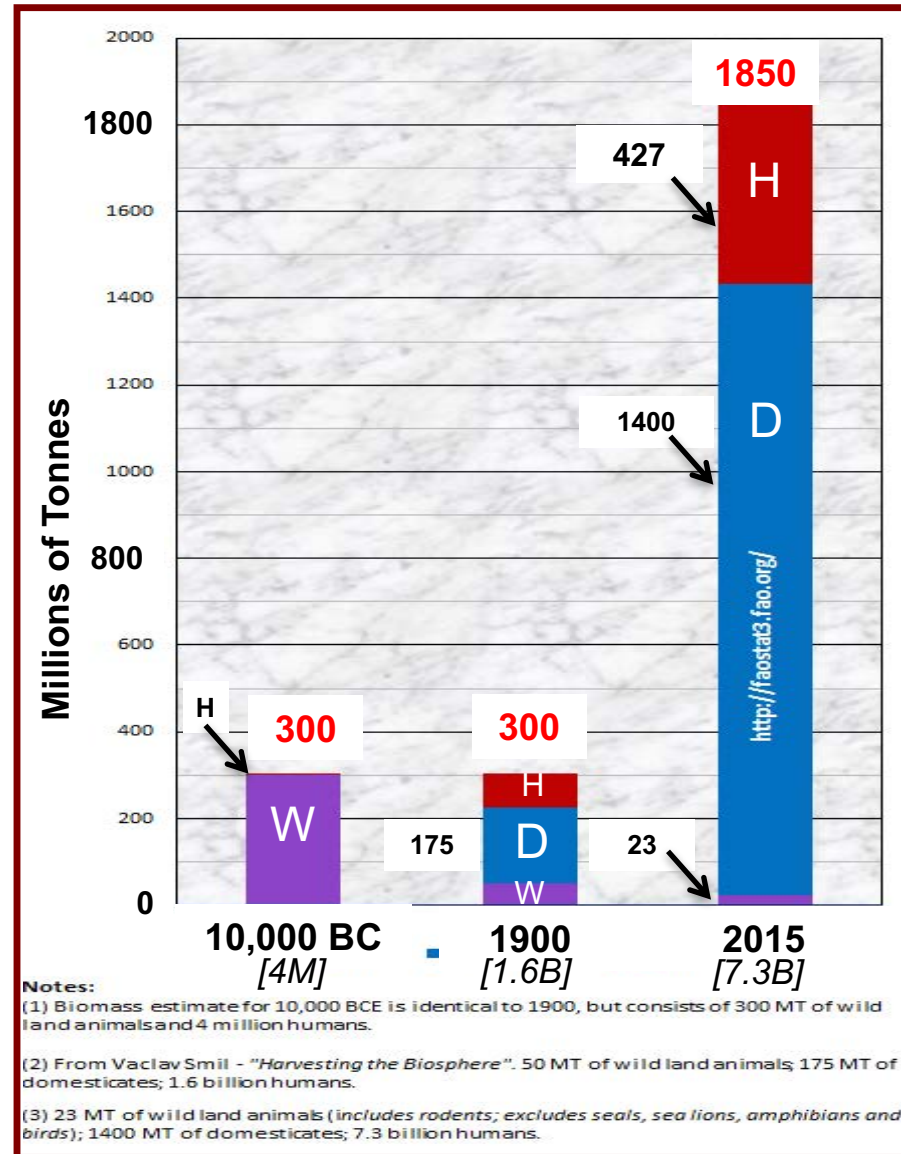
DEFORESTACION

DEFAUNAACION

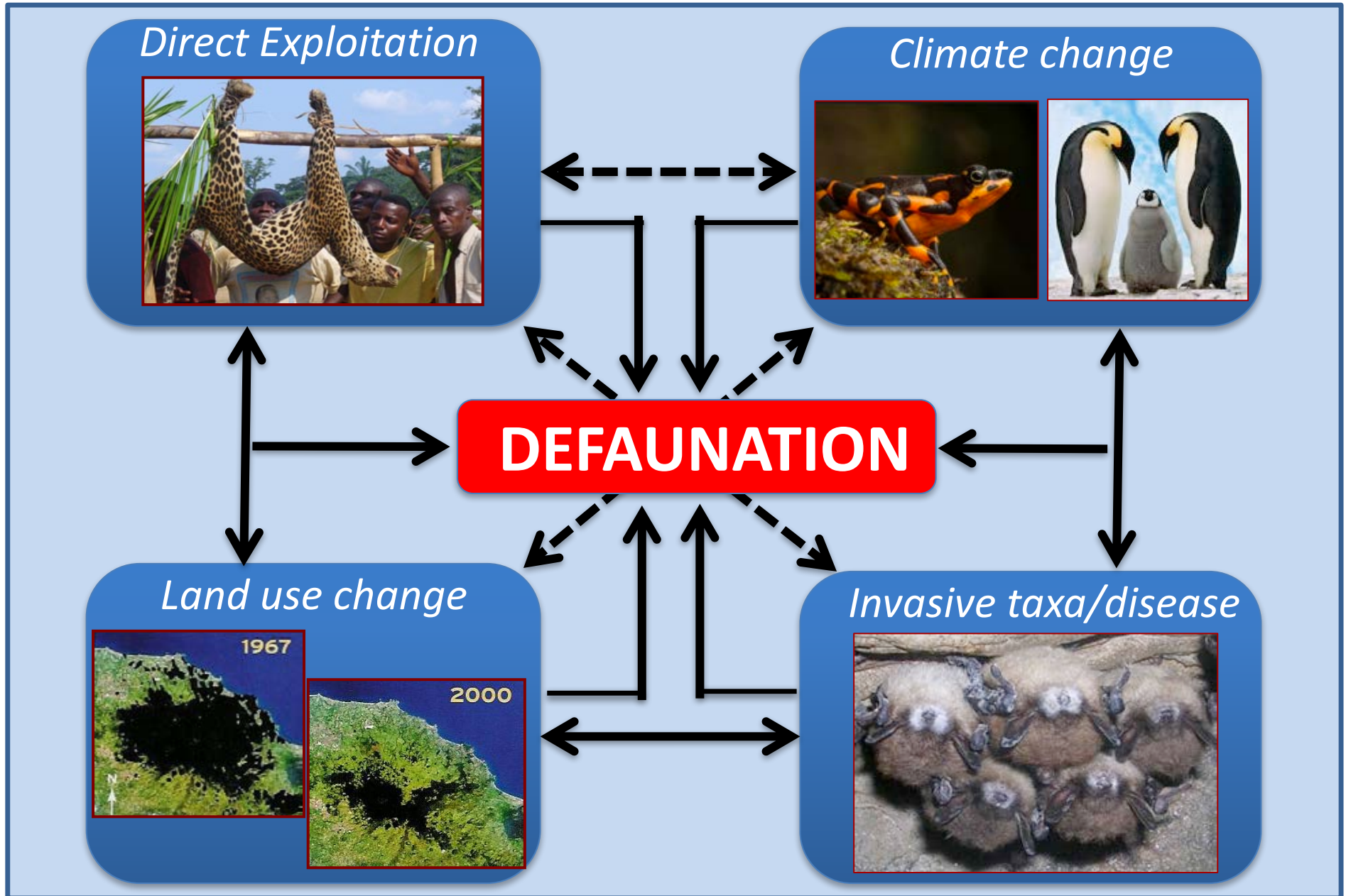
Defaunación: Una amenaza invisible?



Anthropocene arrival from wildlife perspective: Animal and human biomass over ~10,000 years



Causas próximas de la defaunación



DEFAUNACION EN EL ANTROPOCENO

Dos temas de interés:

A. Patrones: Escala, magnitud, variación interspecífica

- 1. Declives en abundancia local*
- 2. Contracción del rango: extinción de poblaciones*
- 3. Extinciones globales*

B. Consecuencias en ecosistemas: procesos/servicios

- 1. Estructura y diversidad de la selva tropical (México)*
- 2. Ciclaje de nutrientes, cadenas tróficas (Atolón Palmyra)*
- 3. Regulación de riesgos de zoonosis (savanas de Africa)*

DEFAUNACION EN EL ANTROPOCENO

Dos temas de interés:

A. Patrones: Escala, magnitud, variación interspecífica

1. Declives en abundancia local

2. Contracción del rango: extinción de poblaciones

3. Extinciones globales

B. Consecuencias en ecosistemas: procesos y servicios

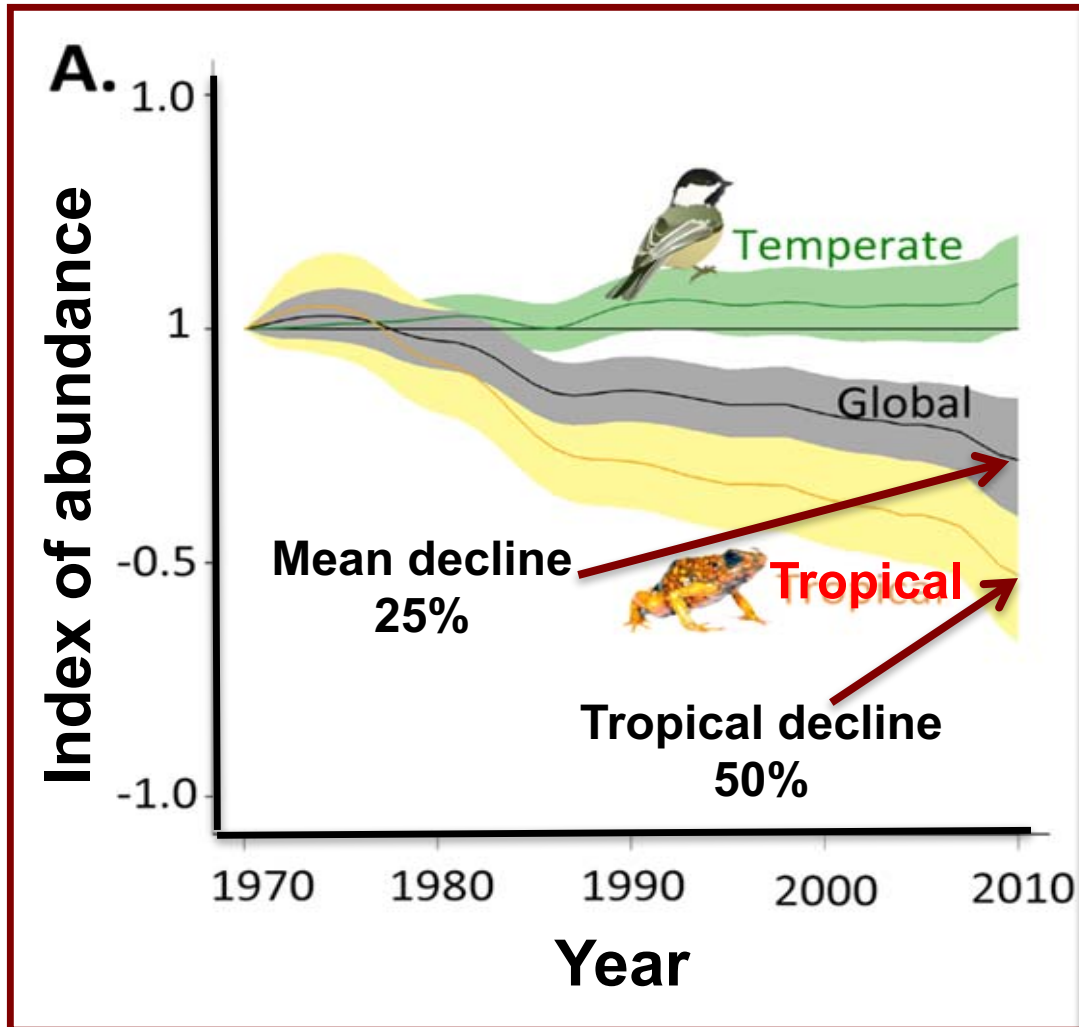
1. Estructura y diversidad de la selva tropical (México)

2. Ciclaje de nutrientes, cadenas tróficas (Atolón Palmyra)

3. Regulación de riesgos de zoonosis (savanas de Africa)

1. Declives en abundancia local

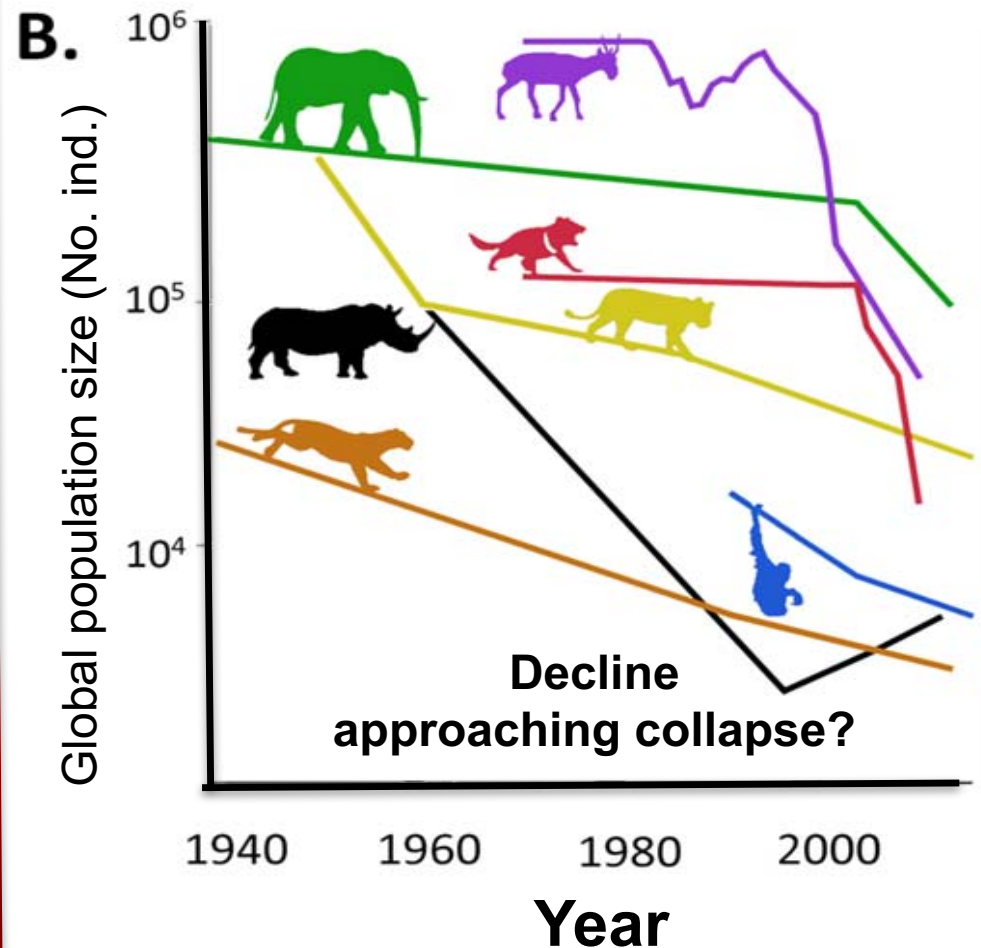
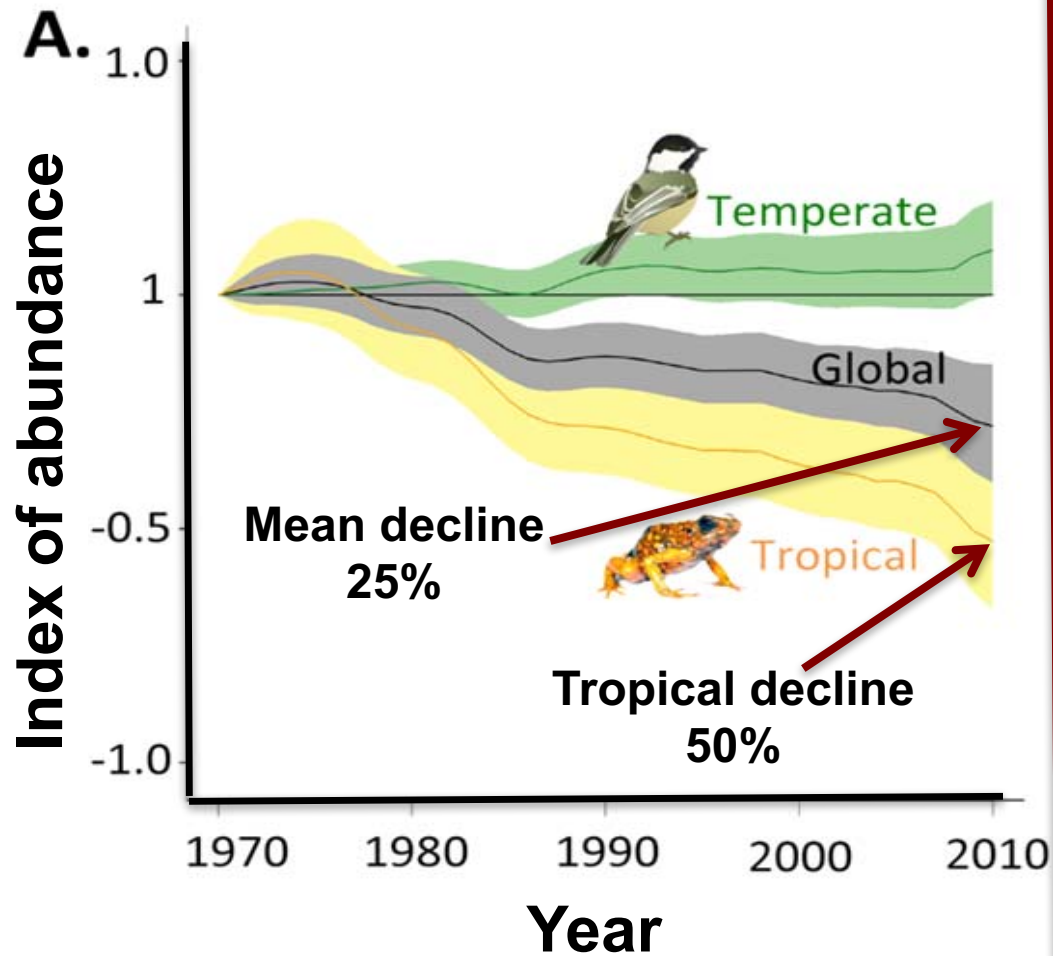
Declives en las últimas décadas



(Dirzo et al. 2014)

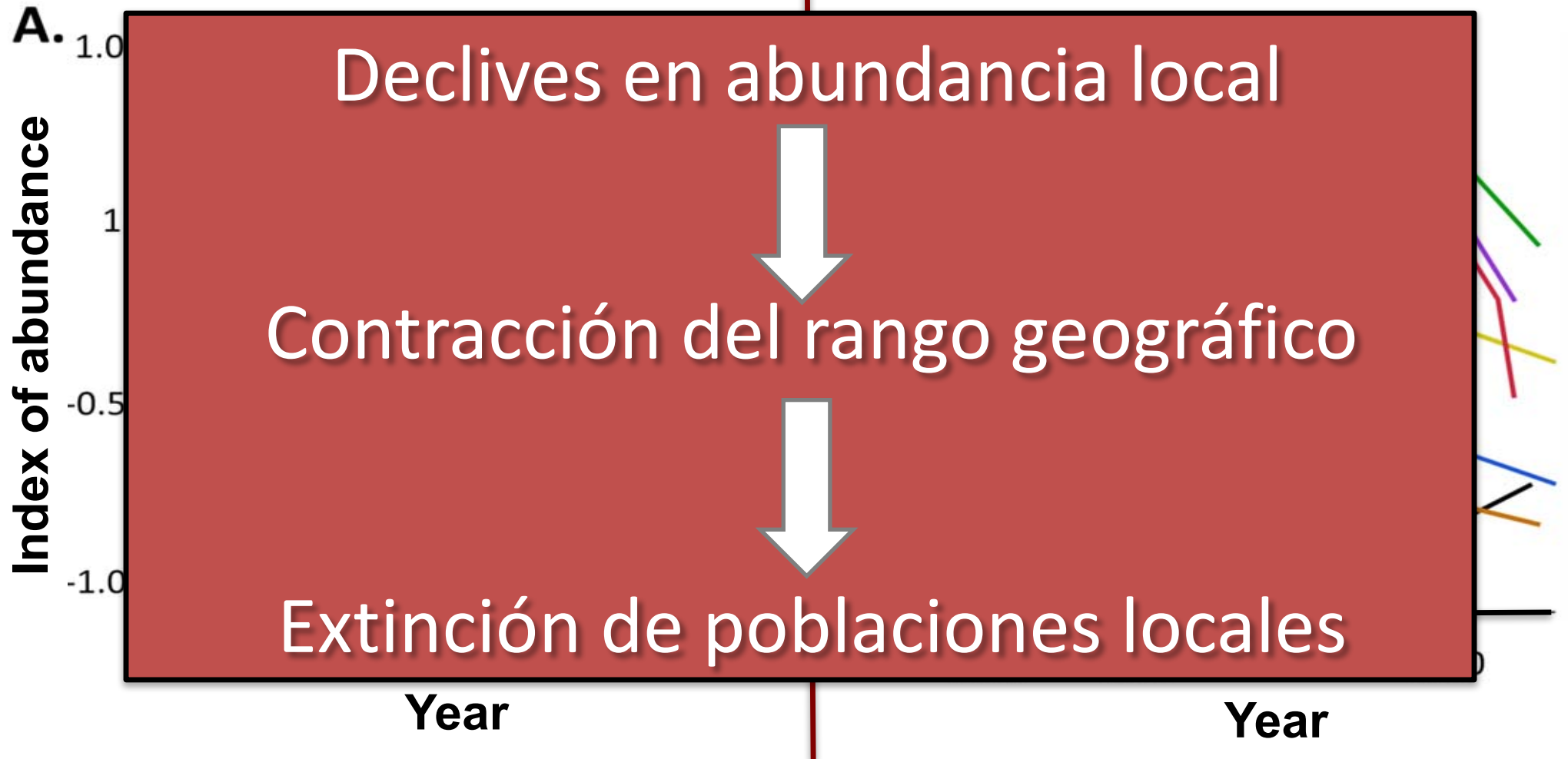
1. Declives en abundancia local

Declives en las últimas décadas



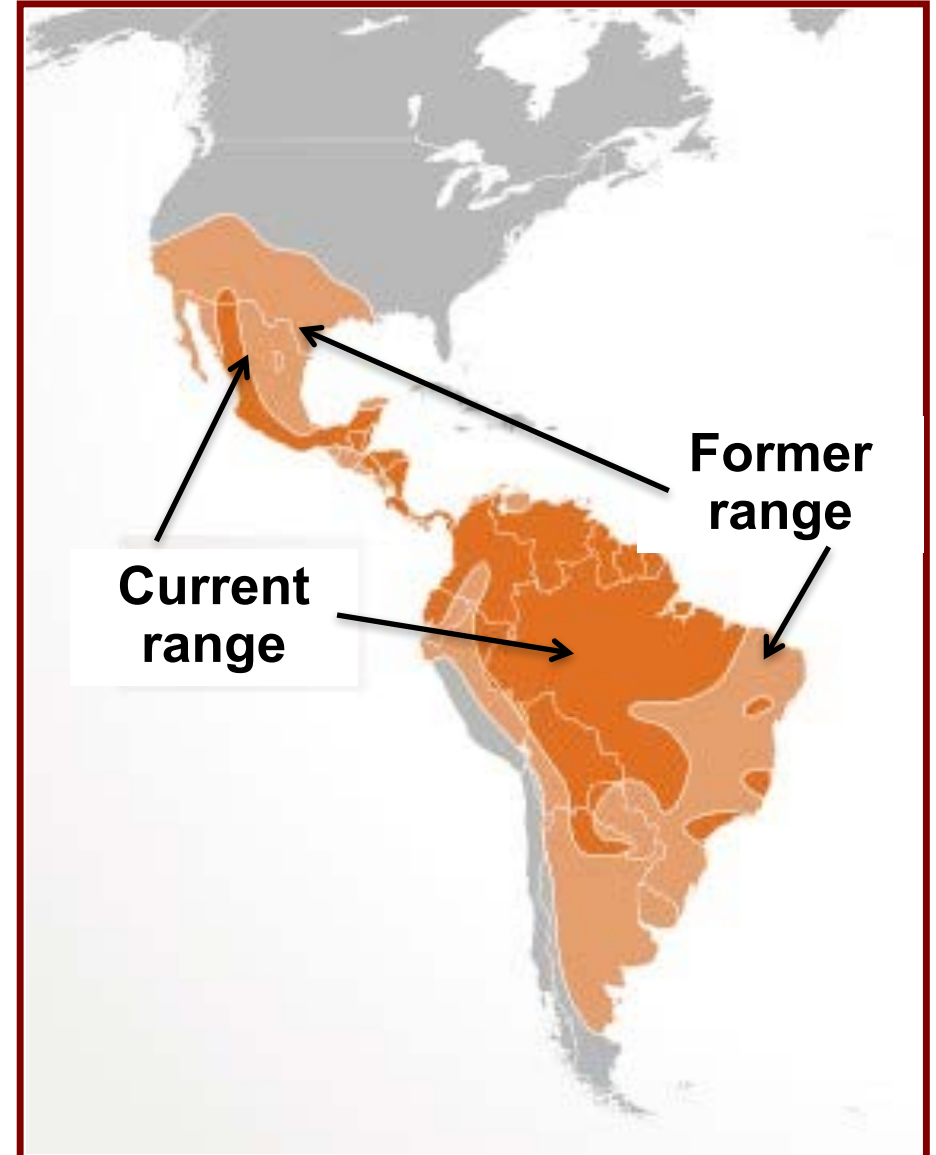
1. Declives en abundancia local

Declives en las últimas décadas



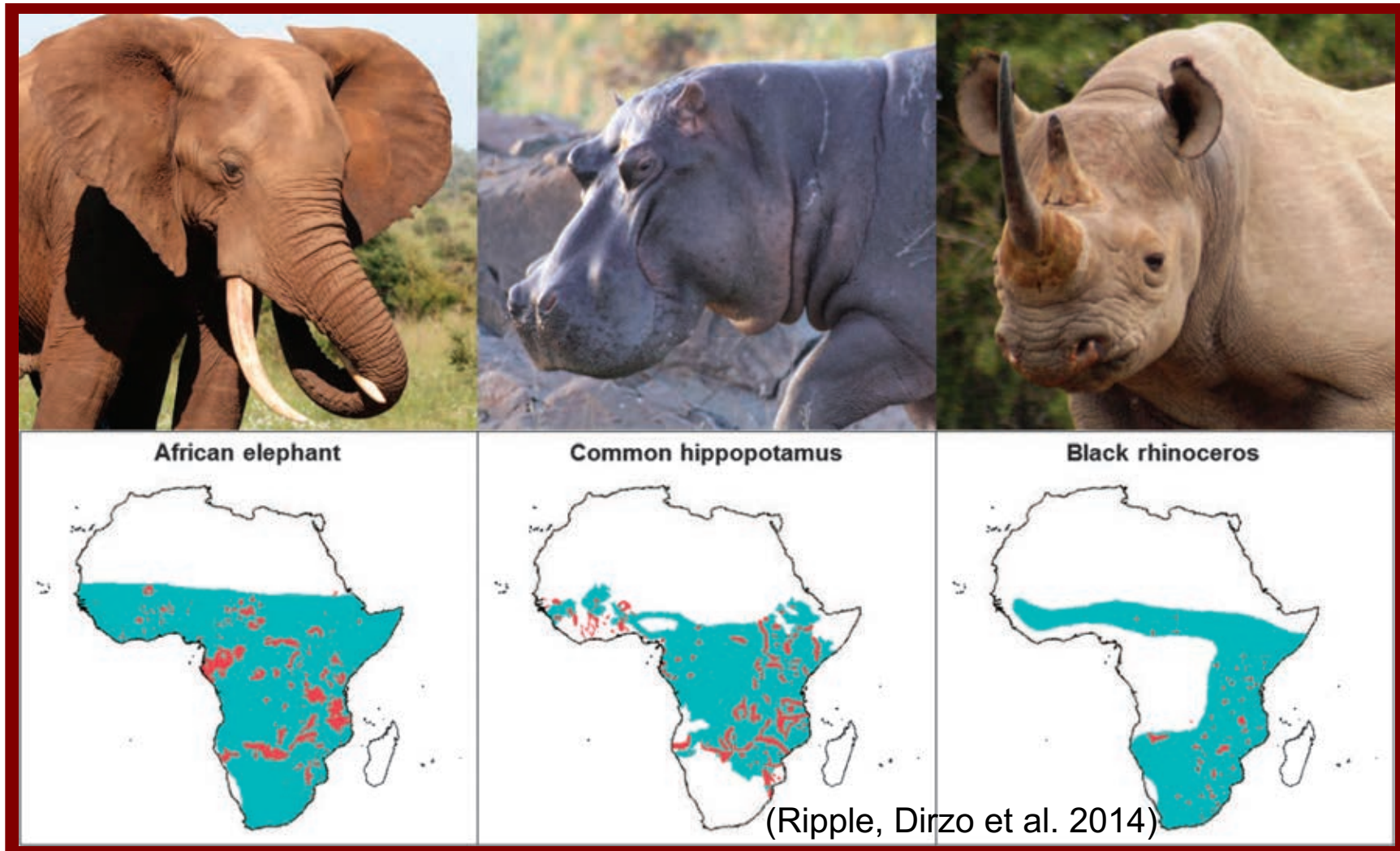
2. Extinción de Poblaciones

Contracción de rango geográfico
y extinción de poblaciones



2. Extinción de Poblaciones

Megaherbívoros: Contracción de rango geográfico y extinción de poblaciones



2. Extinción de Poblaciones



PNAS PLUS

PNAS

Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines

Gerardo Ceballos^{a,1}, Paul R. Ehrlich^{b,1}, and Rodolfo Dirzo^b

^aInstituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City 04510, Mexico; and ^bDepartment of Biology, Stanford University, Stanford, CA 94305

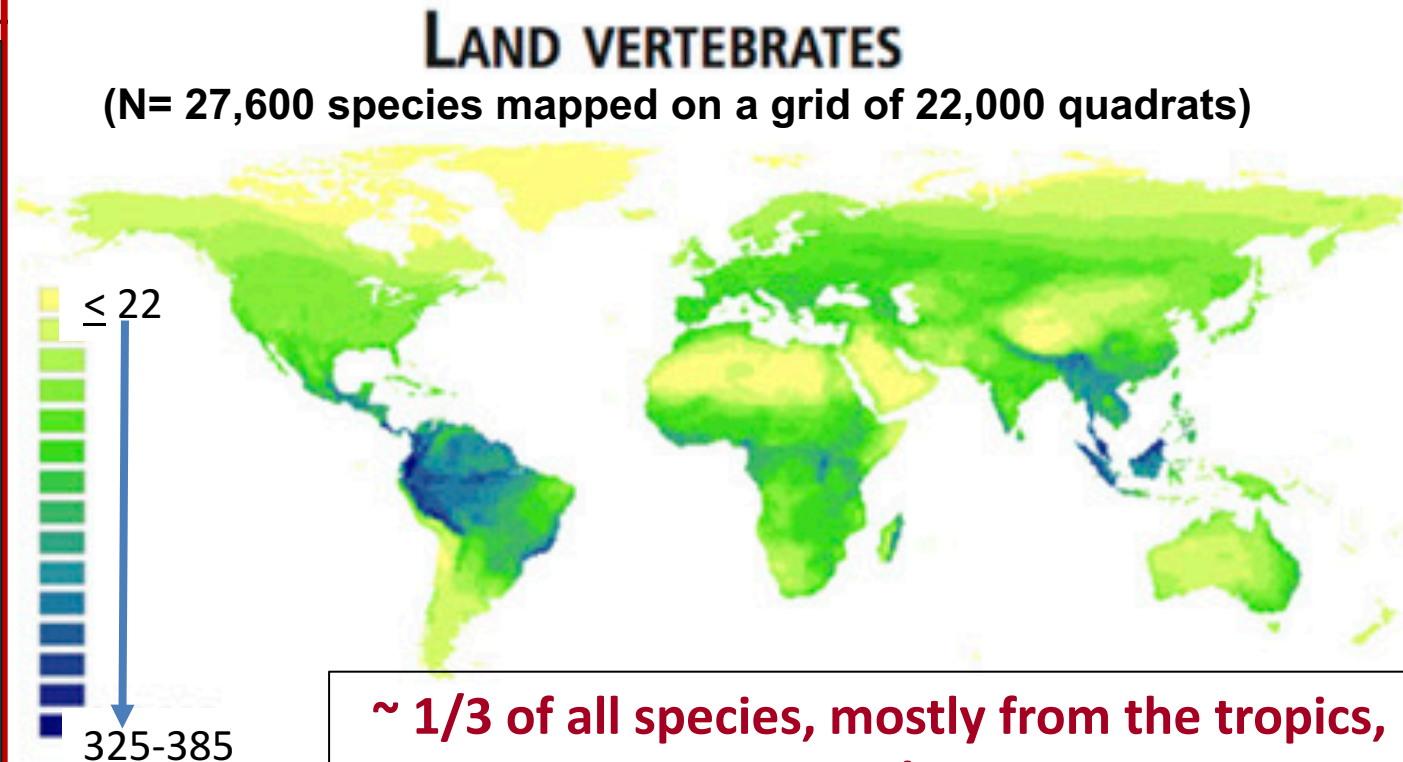
2. Extinción de Poblaciones

Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines

Gerardo Ceballos^{a,1}, Paul R. Ehrlich^{b,1}, and Rodolfo Dirzo^b

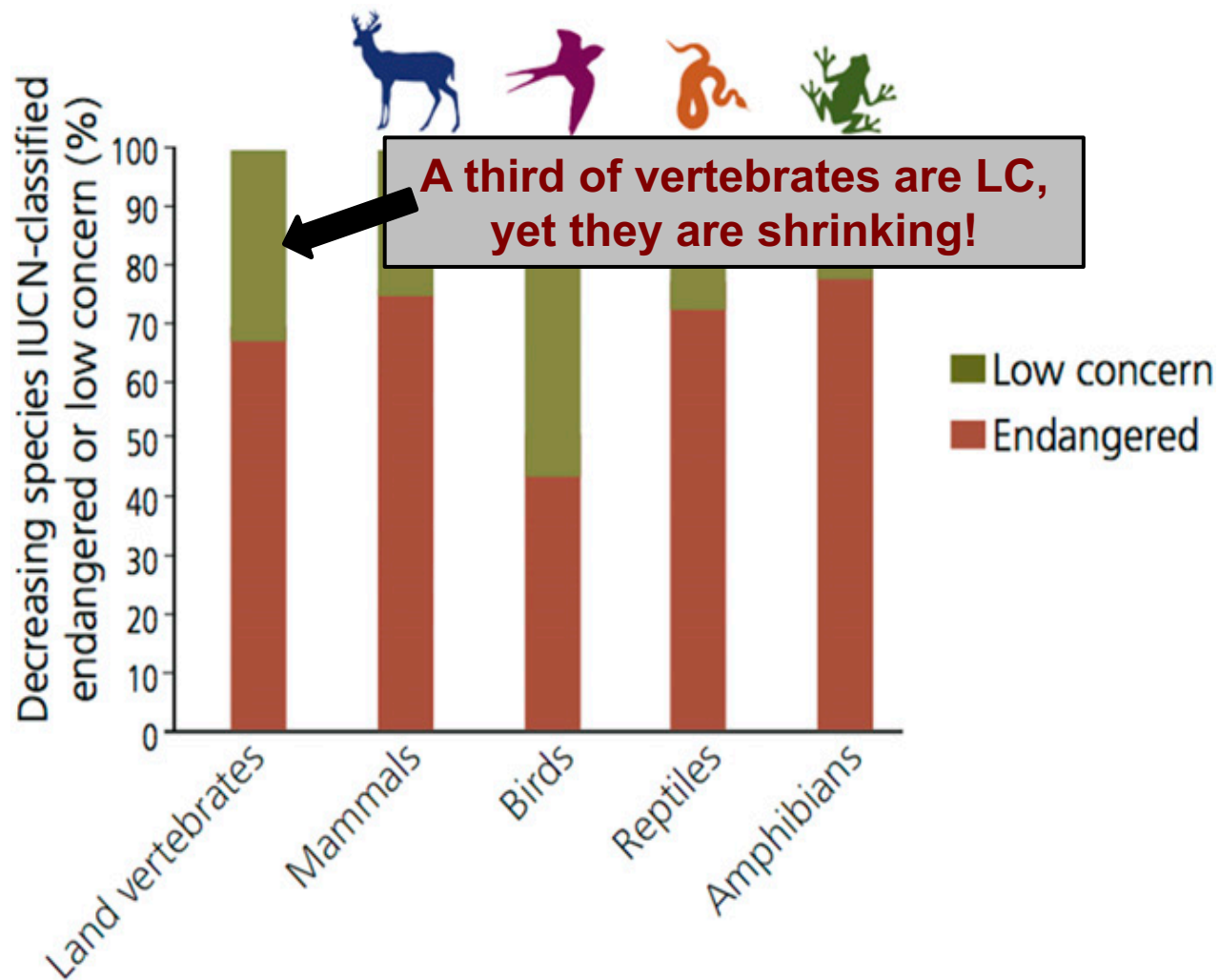
^aInstituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City 04510, Mexico; and ^bDepartment of Biology, Stanford University, Stanford, CA 94305

No. declining species/10,000 km²



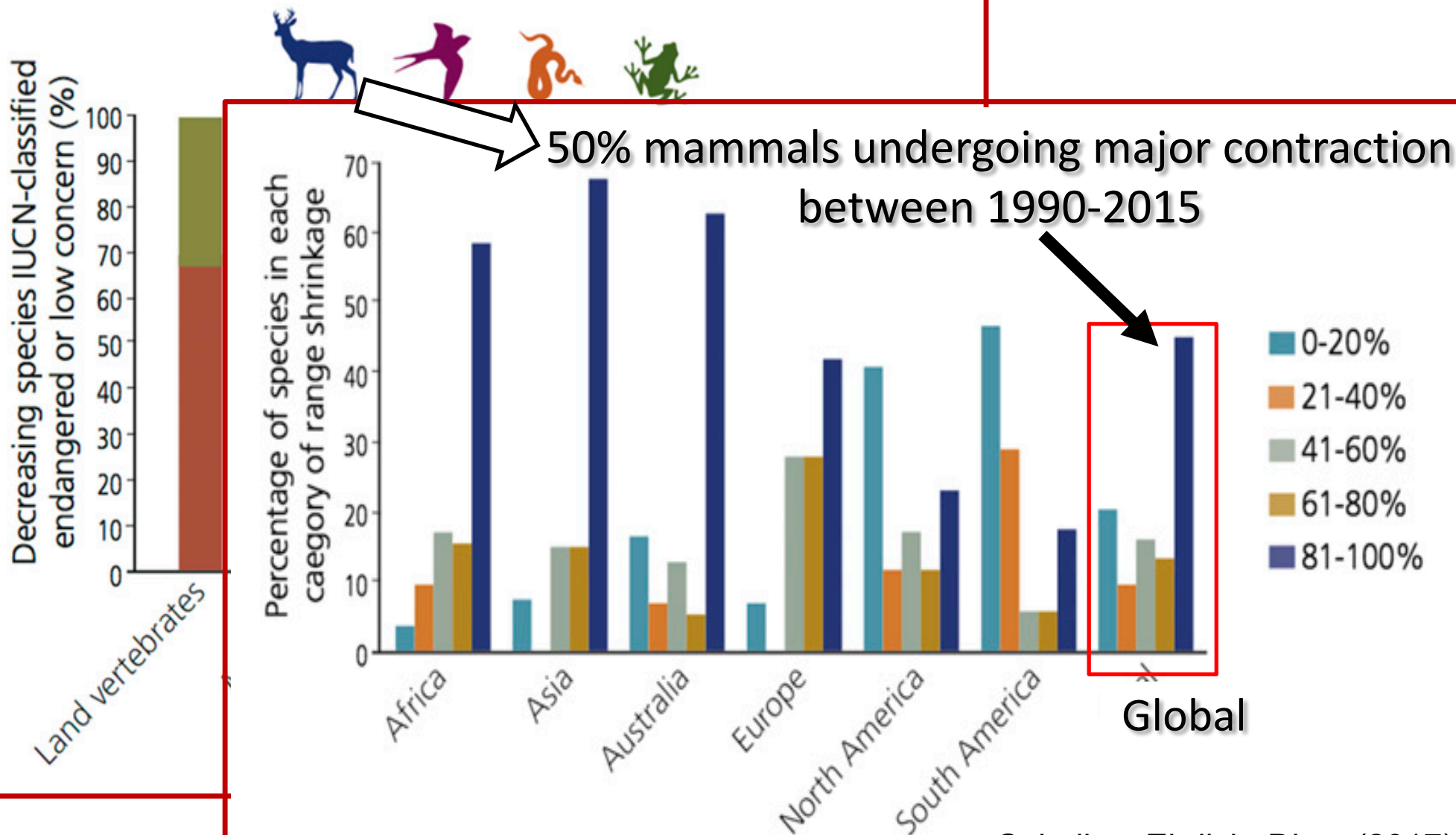
~ 1/3 of all species, mostly from the tropics, show decline/contraction

2. Extinción de Poblaciones



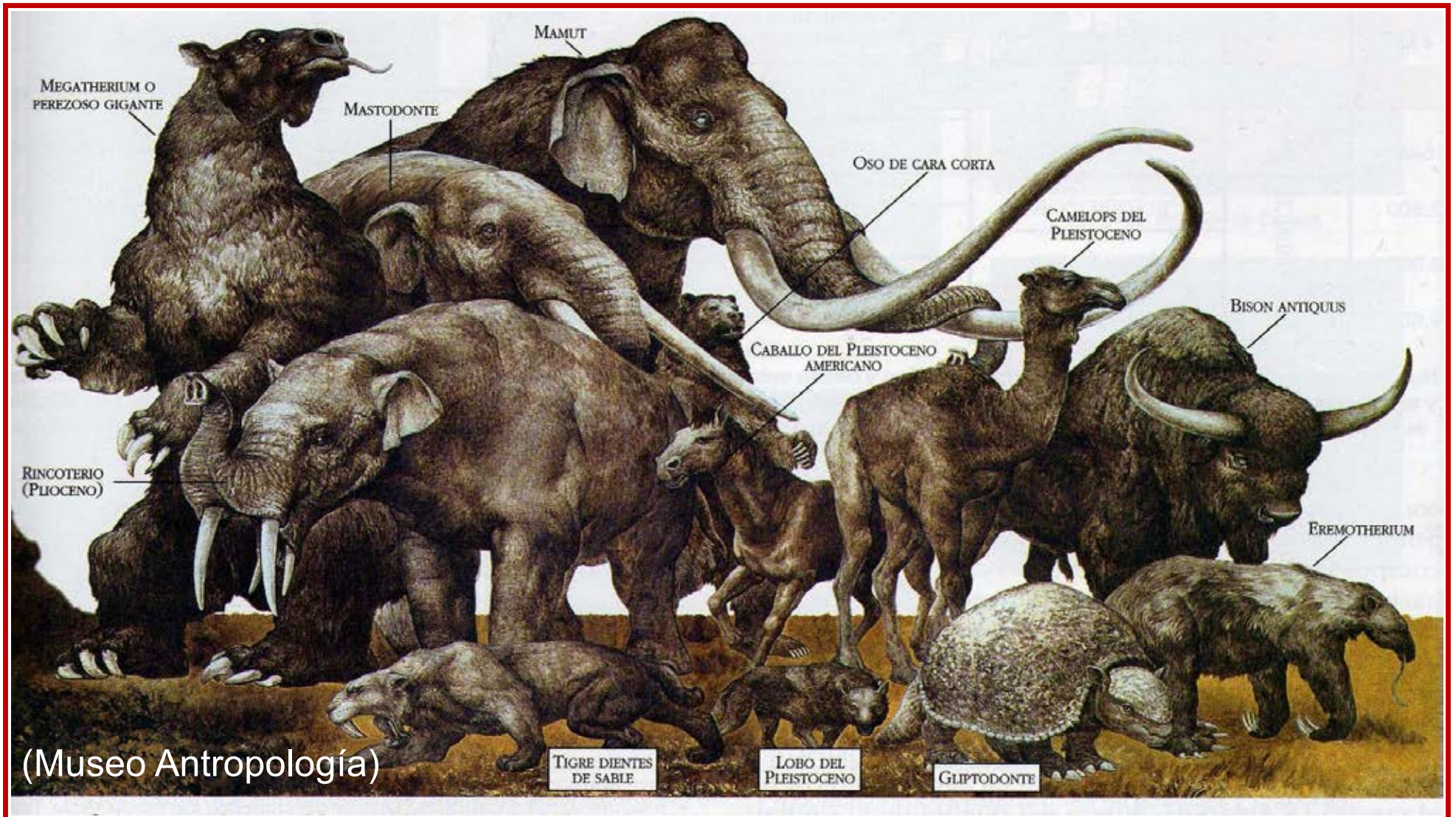
**Especies amenazadas
Y de bajo riesgo (IUCN)
muestran contracción
de su rango!**

2. Extinción de Poblaciones

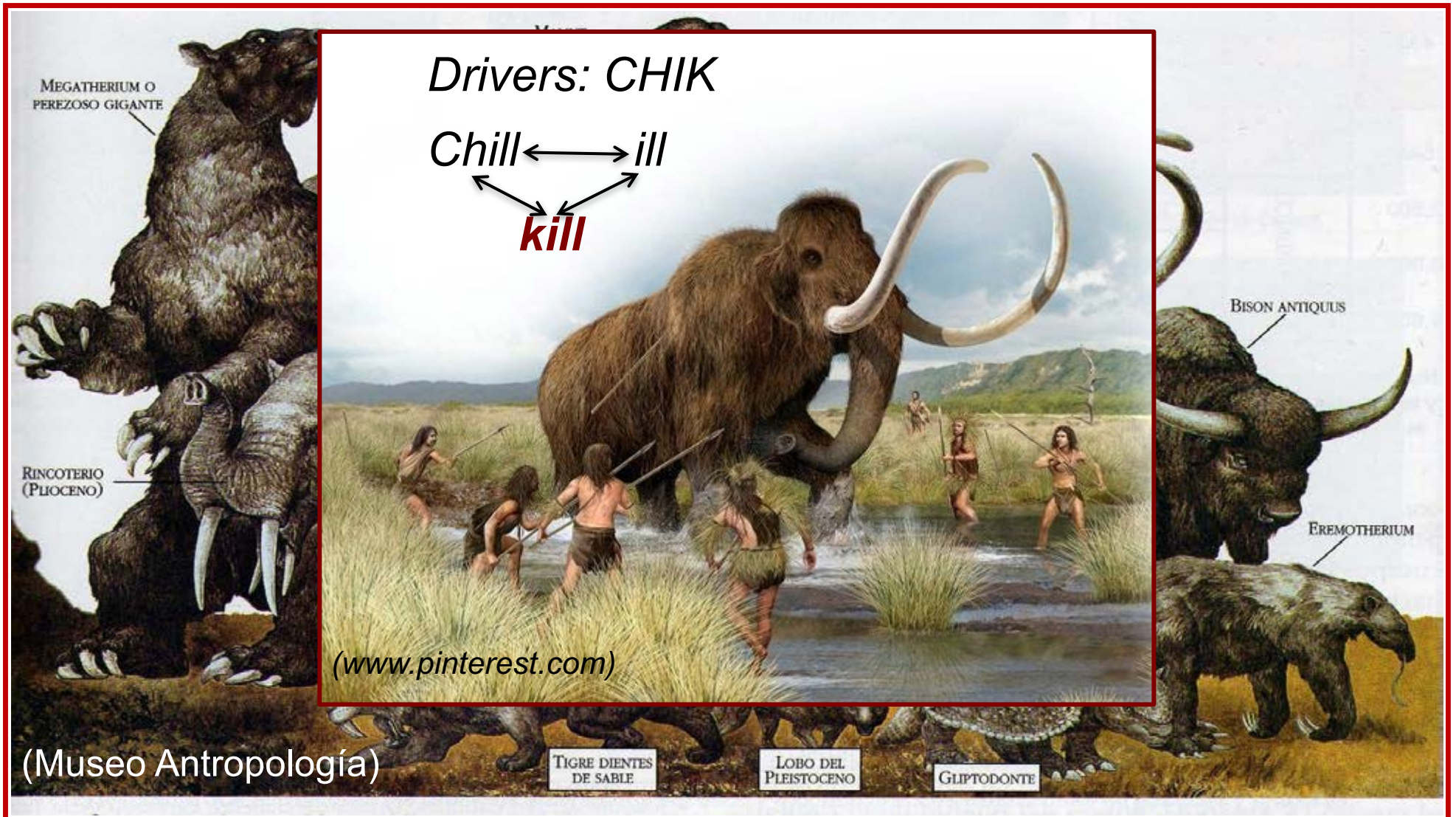


3. Extinción Global de Especies

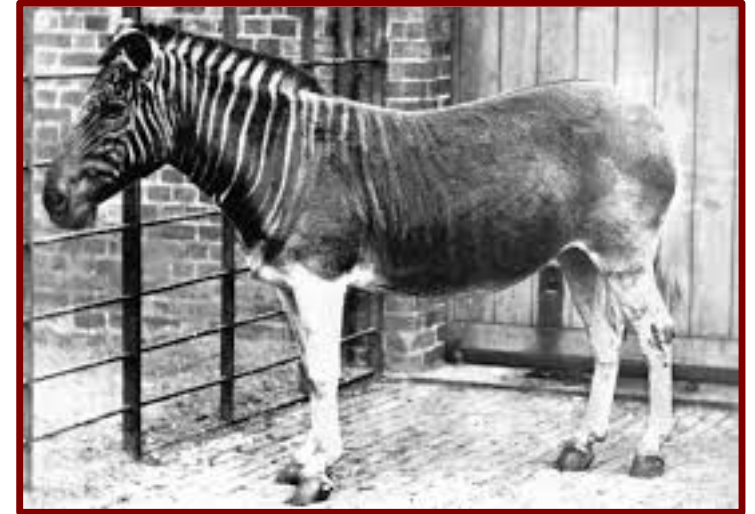
3. Extinción Global de Especies Hace ~10 KA



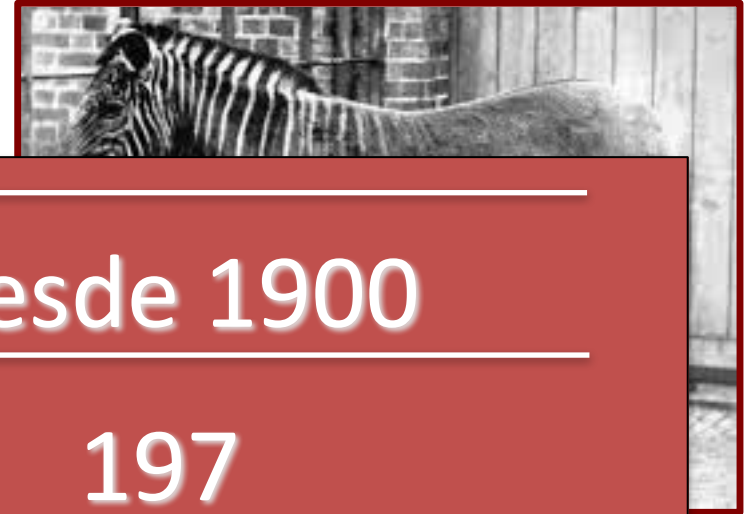
3. Extinción Global de Especies Hace ~10 KA



3. Extinción Global de Especies Recientemente y hoy.....



3. Extinción Global de Especies Recientemente y hoy.....



Desde 1500

Desde 1900

338 EX (Global)

197

617 EX+EW+PE

477

TER = 2E/MSA (Barnosky et al. 2007)

Ahora: [10X – 100X; cf 1K-10K A]

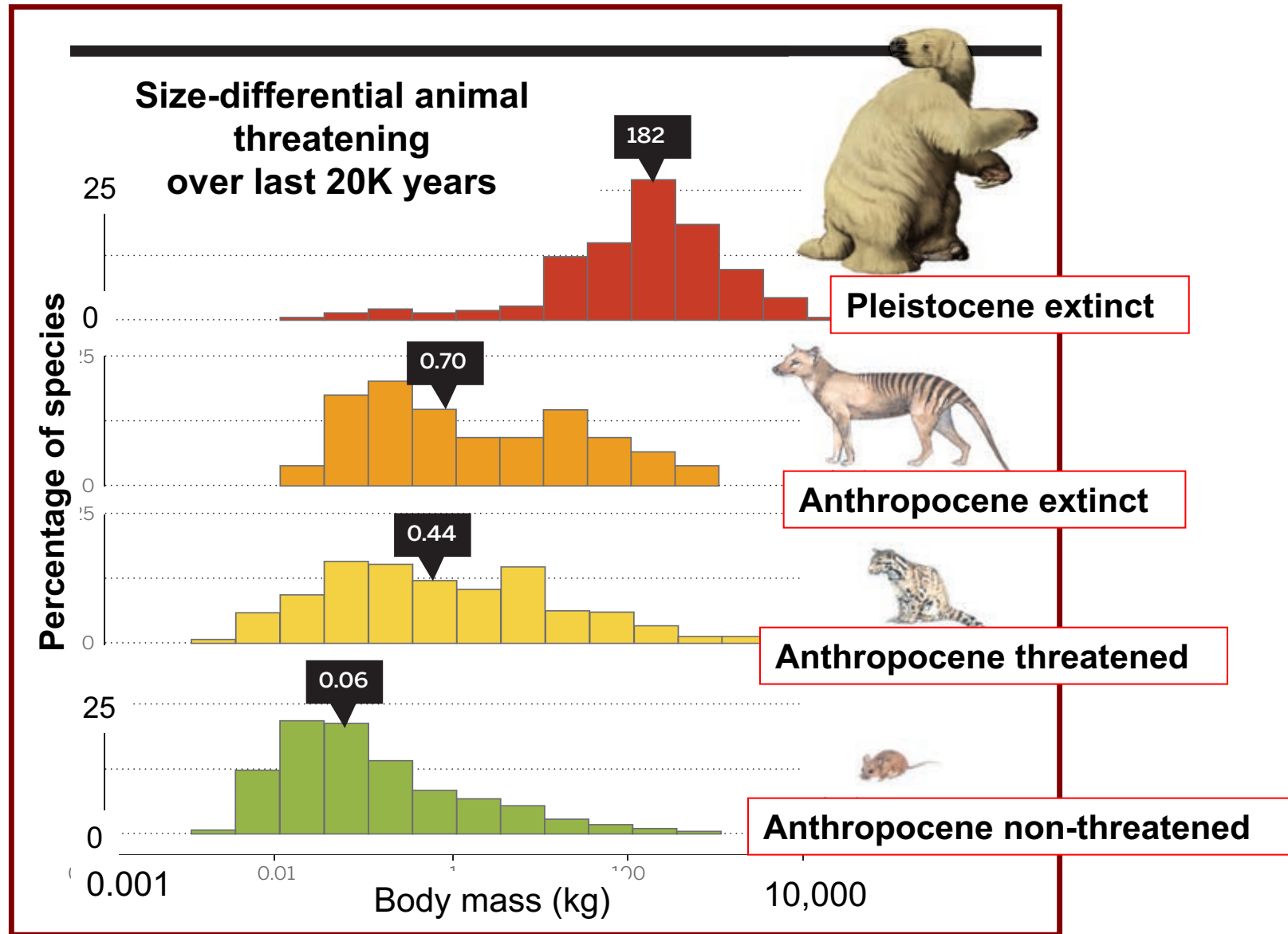


DEFAUNACION EN EL PLEISTOCENO Y ANTROPOCENO

**Vulnerabilidad Animal:
Homogénea? Aleatoria?**

**Rasgos → Historia de vida; tamaño corporal
→ Defaunación diferencial**

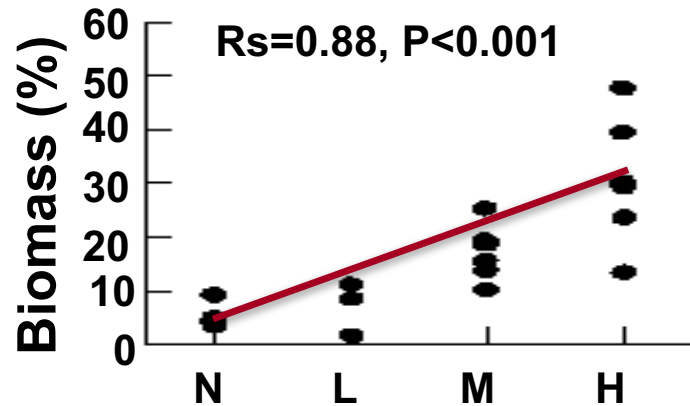
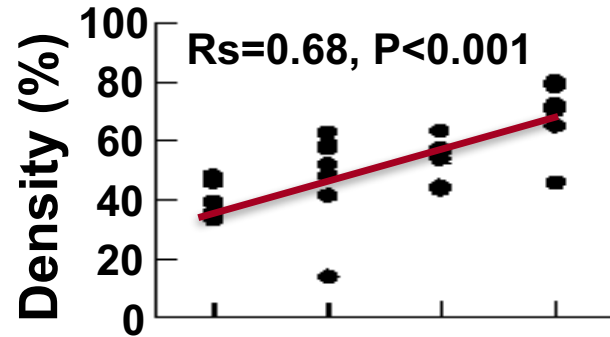
Rasgos: Tamaño corporal



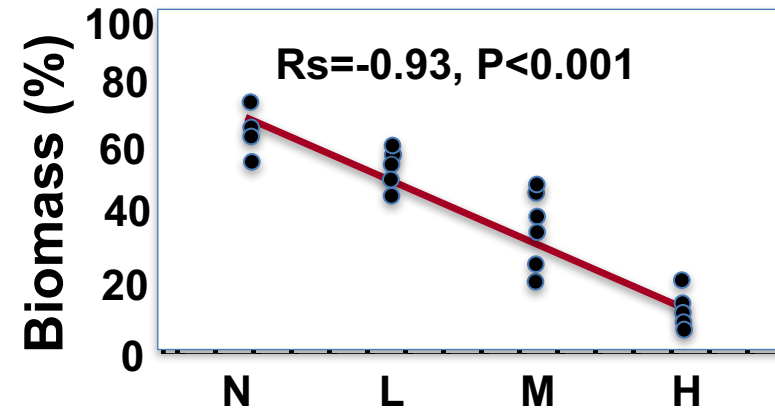
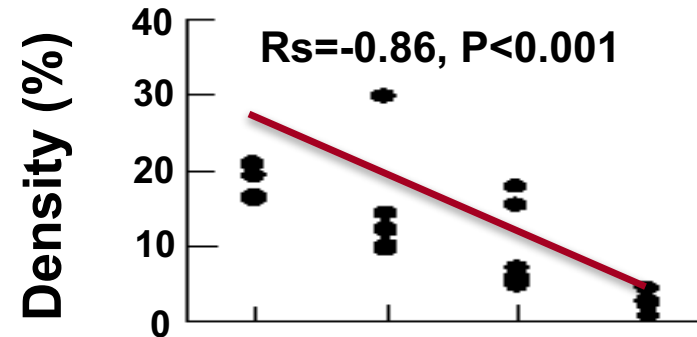
(Dirzo et al. 2014)

Tamaño corporal de mamíferos (Amazonia, Brasil)

Species <1 kg



Species >5 kg



N = None, L = Light, M = Moderate, H = High

(Peres 2000)

DEFAUNACION: Patrones emergentes

1. GRAN MAGNITUD

2. LOS TROPICOS: SEVERAMENTE IMPACTADOS

3. DIFERENCIAL: MEDIANOS/GRANDES, MAS IMPACTADOS; PEQUEÑOS NO AFECTADOS → MAS BIEN FAVORECIDOS (e.g., ROEDORES)

DEFAUNACION: Patrones emergentes

Ratización?!

1. GR

2. LO

3. DI

IMPACTADOS, PEQUEÑOS NO AFECTADOS / MAS

BIEN FAVORECIDOS (e.g., ROEDORES)



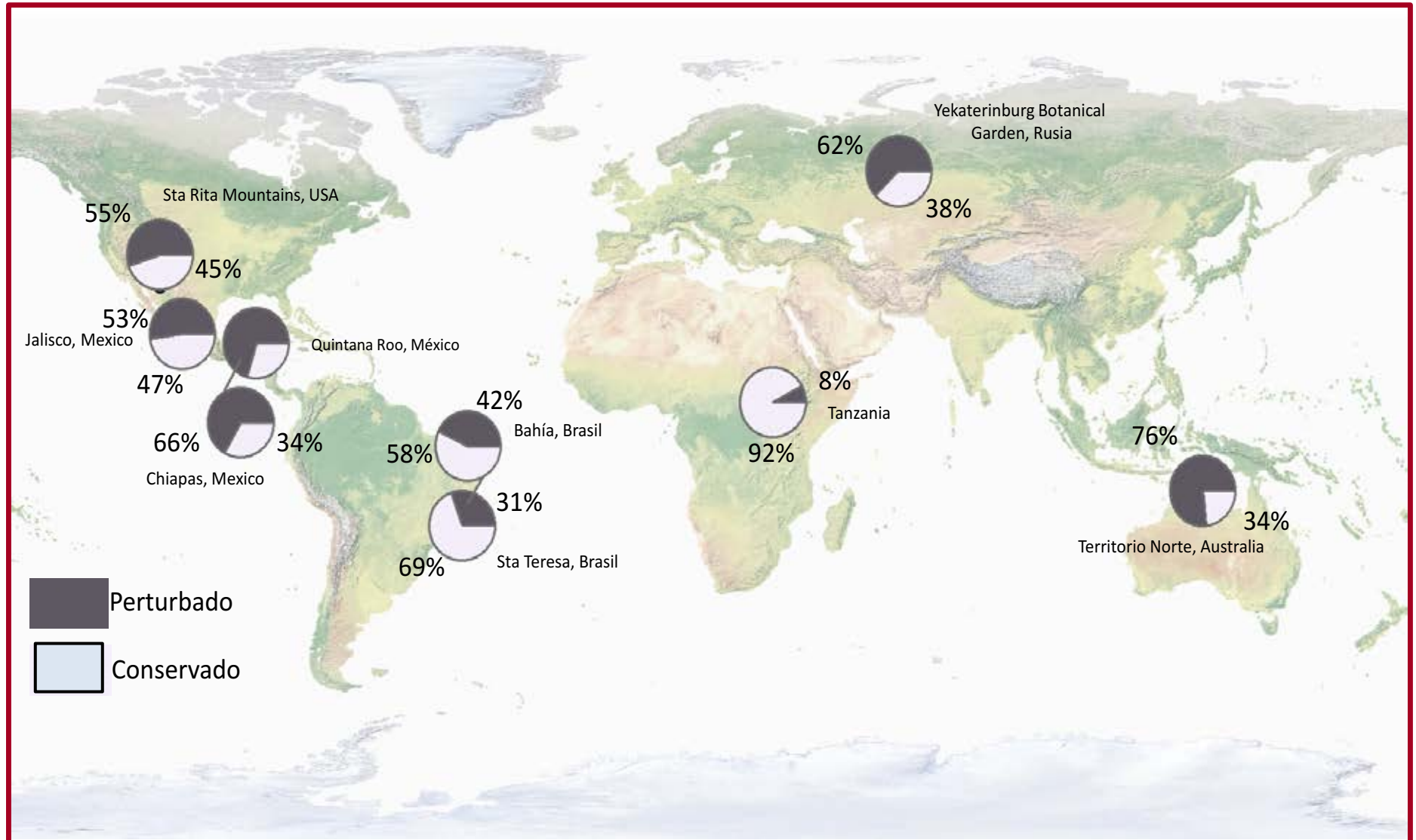
DEFAUNACION: Patrones emergentes

La Hipótesis de Ratización

- Metáfora (*pequeños mamíferos*)
- No es culpa de los roedores—Hs!
- Varios peq. mamíferos/roedores amenazados y servicios
- Una hipótesis de trabajo

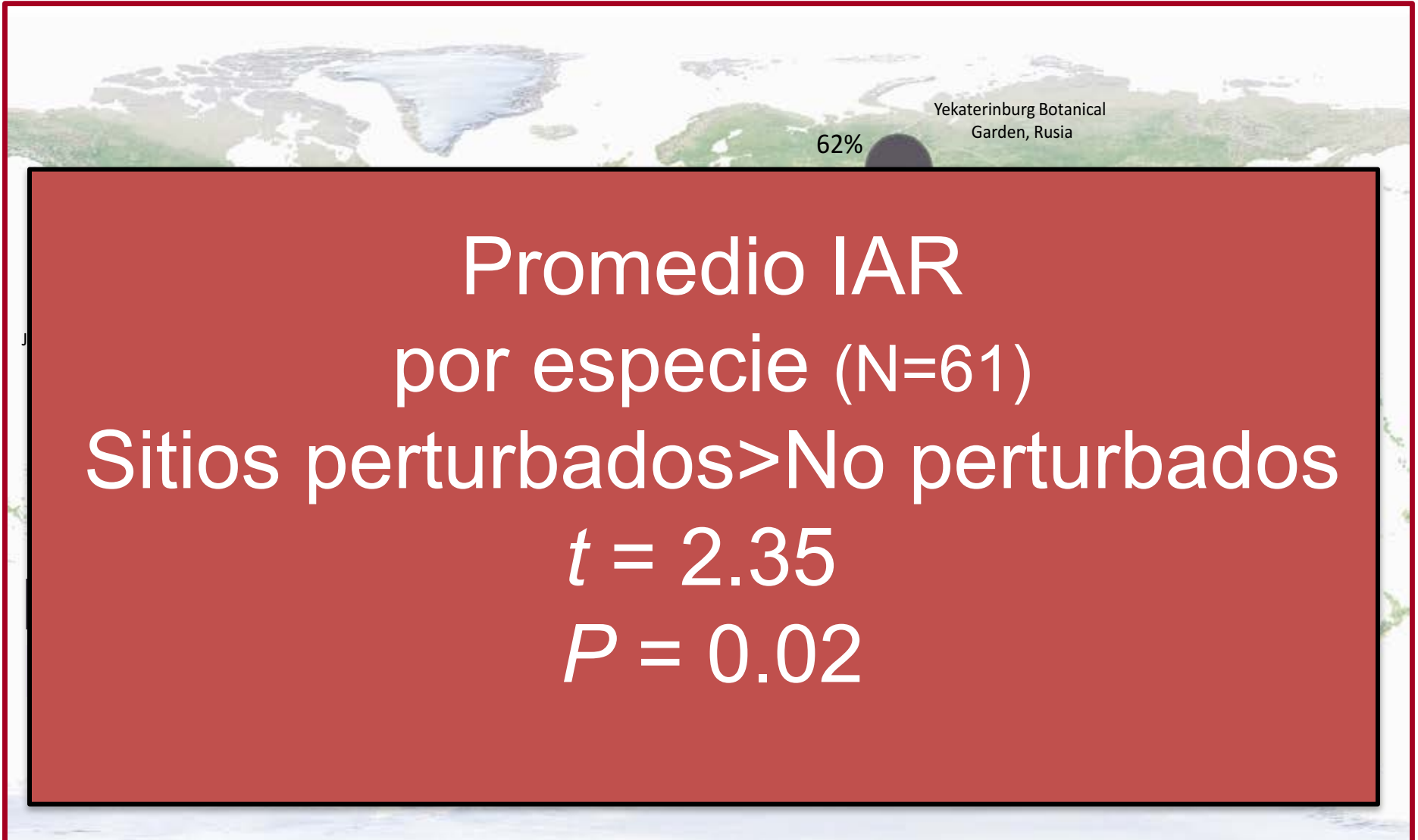
Defaunation-related disturbance and rodents

(% of species with increased abundance in disturbed sites:



Defaunation-related disturbance and rodents

(% of species with increased abundance in disturbed sites:



DEFAUNACION EN EL ANTROPOCENO

Dos temas de interés:

A. Patrones: Escala, magnitud, variación interspecífica

- 1. Declines en abundancia local*
- 2. Contracción del rango: extinción de poblaciones*
- 3. Extinciones globales*

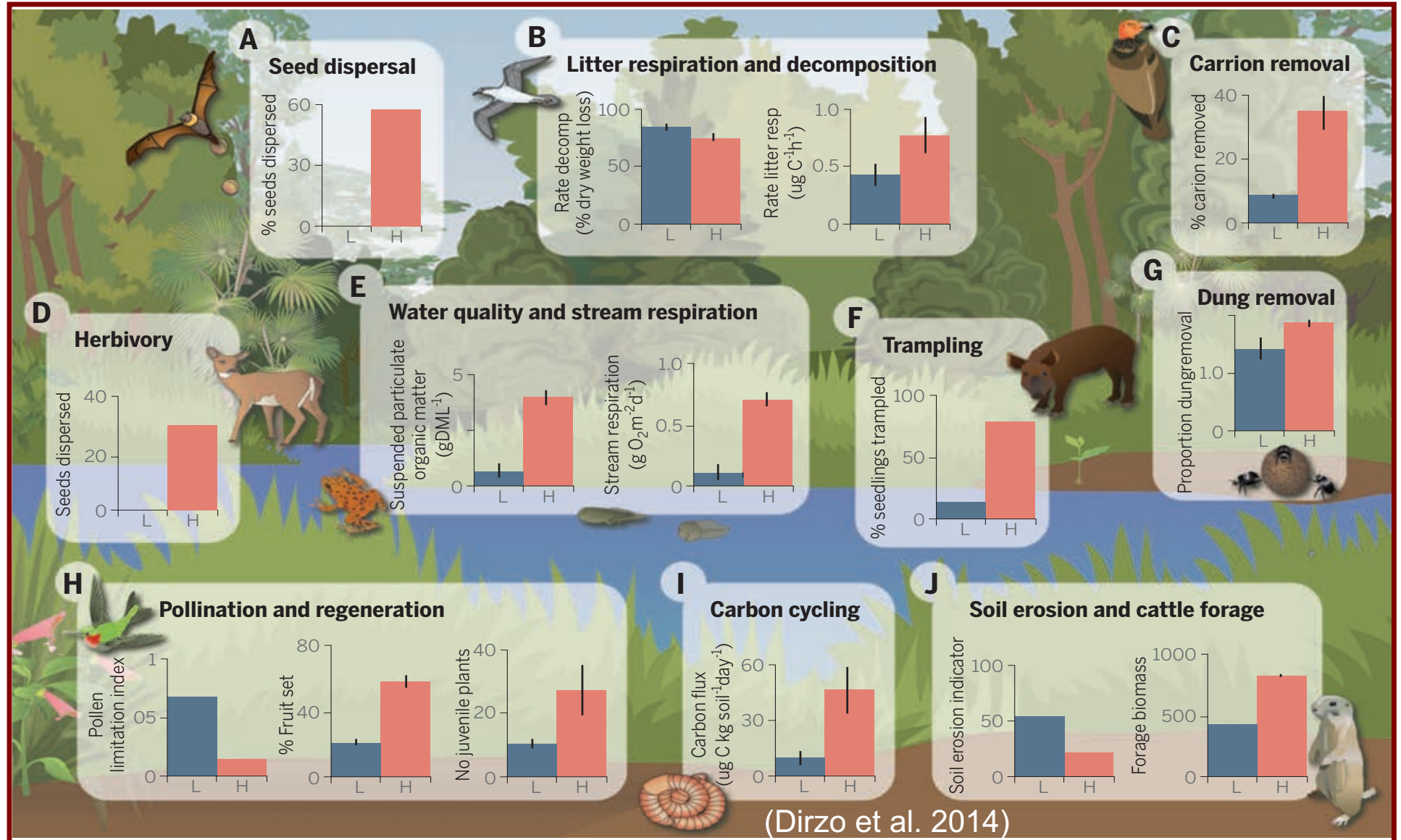
B. Consecuencias en ecosistemas: procesos/servicios

- 1. Estructura y diversidad de la selva tropical (México)*
- 2. Ciclaje de nutrientes, cadenas tróficas (Atolón Palmyra)*
- 3. Regulación de riesgos de zoonosis (savanas de Africa)*

DEFAUNATION AFFECTS ECOLOGICAL PROCESSES

Omnipresent, diverse cascading effects

Low (■) vs. High (■) animal abundance



(Dirzo et al. 2014)

DEFAUNACION EN EL ANTROPOCENO

Dos temas de interés:

A. Patrones: Escala, magnitud, variación interspecífica

- 1. Declines en abundancia local*
- 2. Contracción del rango: extinción de poblaciones*
- 3. Extinciones globales*

B. Consecuencias en ecosistemas: procesos/servicios

- 1. Estructura y diversidad de la selva tropical (México)*
- 2. Ciclaje de nutrientes, cadenas tróficas (Atolón Palmyra)*
- 3. Regulación de riesgos de zoonosis (savanas de Africa)*

Ejemplo Neotropical

(Los Tuxtlas,
Mexico)



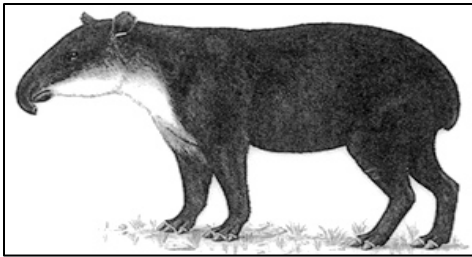
(Dirzo & García 1992;
Mendoza & Dirzo, 2003)

La comunidad de mamíferos herbívoros

Los Tuxtlas

Histórica

Tapir



WL

peccary



Collared
peccary



Spider
monkey



WT
deer



Brocket
deer



Pacca



Howler
monkey

Raccoon



Agouti



Opossum



Rabbit



Squirrel



Small
rodents



Coati



Kinkajou



Skunk



Ringtail



Four-eyed
opossum



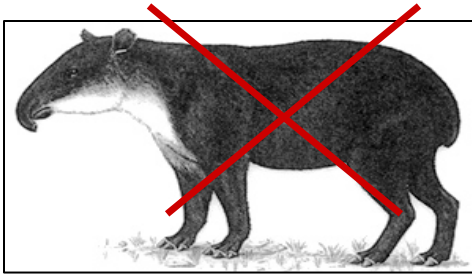
Wolly-opossum

La comunidad de mamíferos herbívoros

Los Tuxtlas

Actual

Tapir



WL

peccary



Collared

peccary



Spider
monkey



WT
deer



Brocket
deer



Pacca



Howler
monkey

Raccoon



Agouti



Opossum



Rabbit



Squirrel



Small
rodents



Coati



Kinkajou



Skunk



Ringtail



Four-eyed
opossum



Wolly-opossum

HERBIVORIA POR MAMIFEROS

Comparación: Defaunado (■) e Intacto (■)





Los
Tuxtlas

Montes
Azules



MASTO HERBIVORIA

% plantas/hojas c/ daño por mamíferos, 1991
(Plantas en parcelas permanentes)

	Montes Azules		Los Tuxtlas	
				
	Plantas	Hojas	Planats	Hojas
Plántulas	29.0	30.5	0	0
Brinzales (0.5-1.5 m)	30.0	24.0	0	0
General	29.3	27.2	0	0

Extinción local de la herbivoría!

(Dirzo and Miranda, 1992)

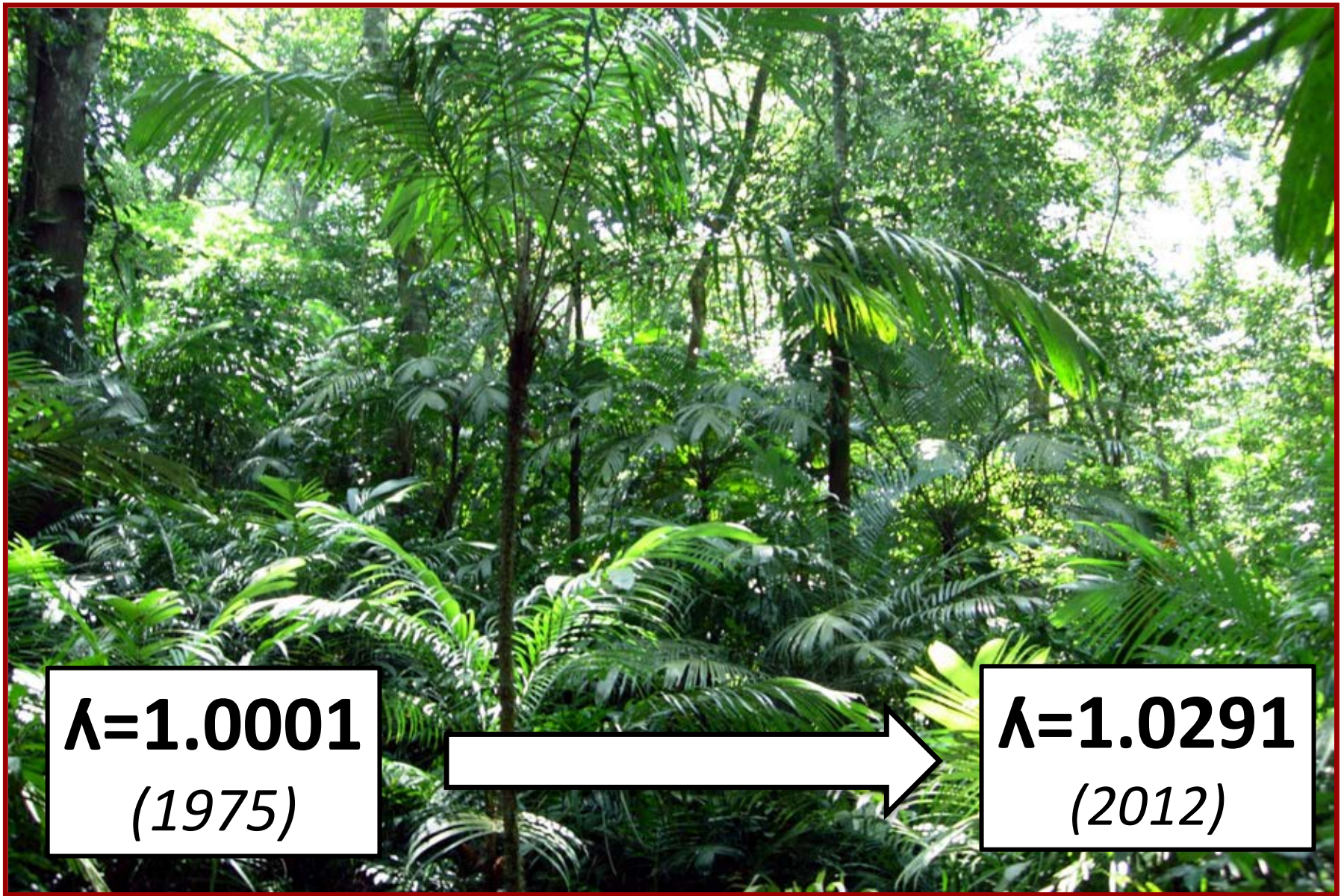


Predicción: Cambios en estructura/diversidad del sotobosque



Astrocaryum mexicanum en el sotobosque de LT

(Martínez- Ramos et al. 2016.)



$\lambda=1.0001$
(1975)

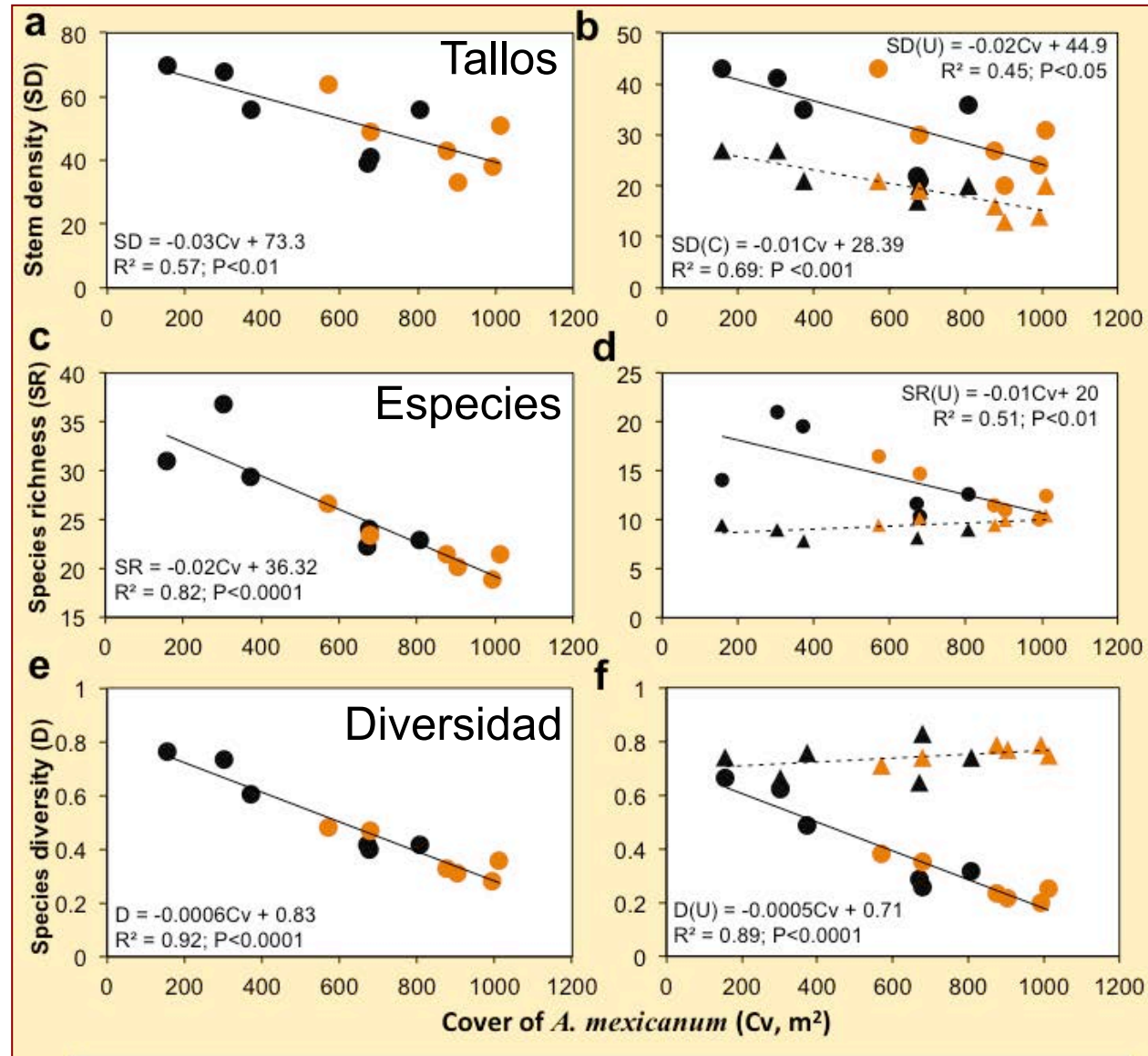
$\lambda=1.0291$
(2012)

Astrocaryum mexicanum domina el sotobosque defaunado

(Martínez-Ramos, et al. 2016.)

Cascading consequences on the plant community

(Martínez, Ortiz, Dirzo, Piñero, Sarukhán, 2016)



CONCLUSION DEFAUNACION-RATIZACION Y DIVERSIDAD DE LA SELVA TROPICAL

- **Efectos crípticos de la defaunación incluso dentro de reservas!**
- **Extinción local de procesos ecológicos**
- **Cambios dramáticos en el sotobosque: reducción de diversidad de plantas**
- **Una selva es más que sus plantas!**

DEFAUNACION EN EL ANTROPOCENO

Dos temas de interés:

A. Patrones: Escala, magnitud, variación interspecífica

- 1. Declines en abundancia local*
- 2. Contracción del rango: extinción de poblaciones*
- 3. Extinciones globales*

B. Consecuencias sobre ecosistemas: procesos y servicios

- 1. Estructura y diversidad de la selva tropical (México)*
- 2. Ciclaje de nutrientes, cadenas tróficas (Atolón Palmyra)*
- 3. Regulación de riesgos de zoonosis (savanas de Africa)*

Palmyra Atoll, Central Pacific



Marine bird colonies



Poblaciones de aves marinas: Uso de árboles nativos

(Palmyra Atoll, Central Pacific)



(Young et al., 2011)

Preference—Happy!

Defaunación: Proliferación de invasoras

(Palmyra Atoll, Central Pacific)

Cocos nucifera



(Young et al., 2011)

Bosque nativo
decline/extinction



Preferencia—Feliz!

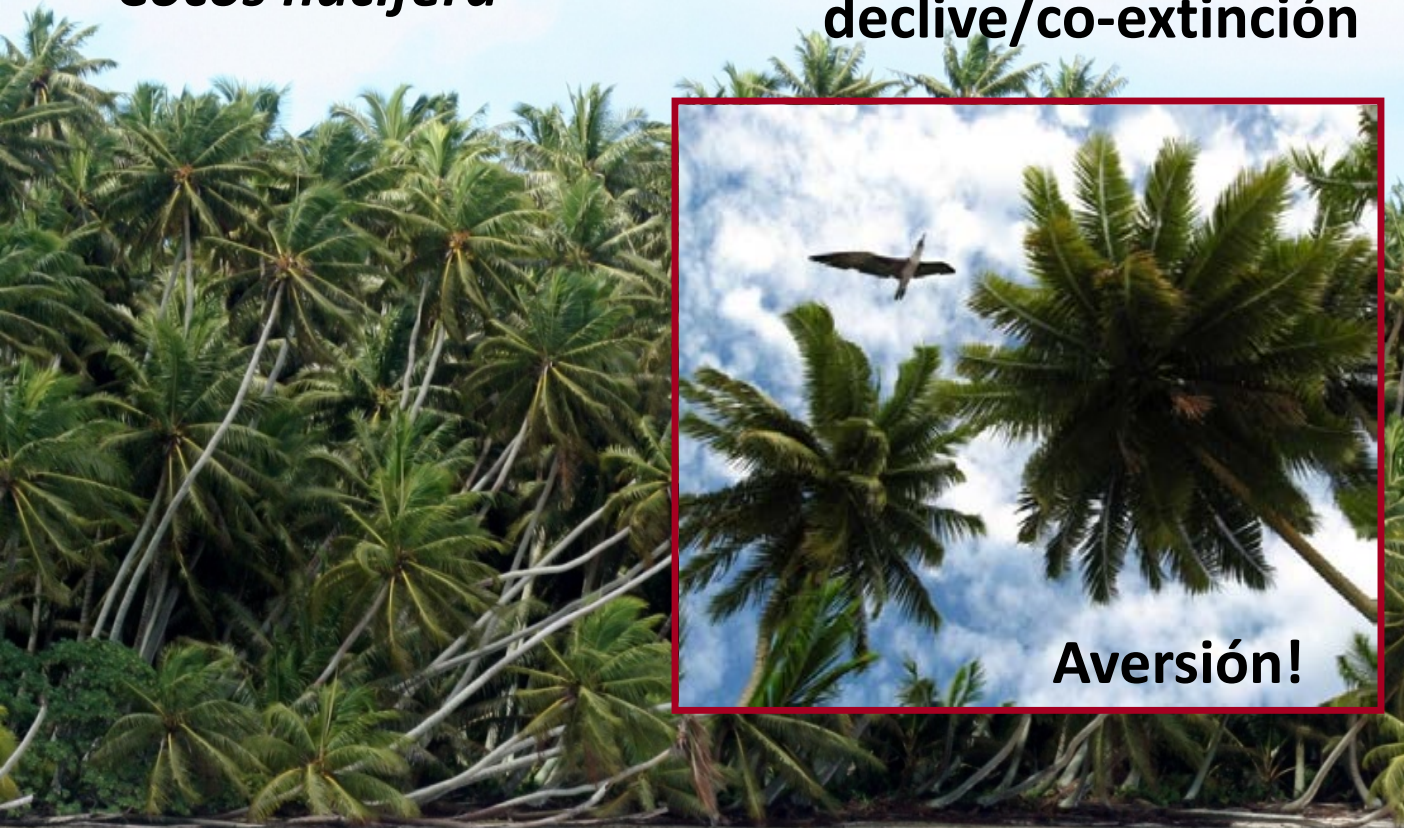
Defaunación: Proliferación de invasoras

(Palmyra Atoll, Central Pacific)

Cocos nucifera

Aves marinas nativas
declive/co-extinción

Bosque nativo
declive/extinción

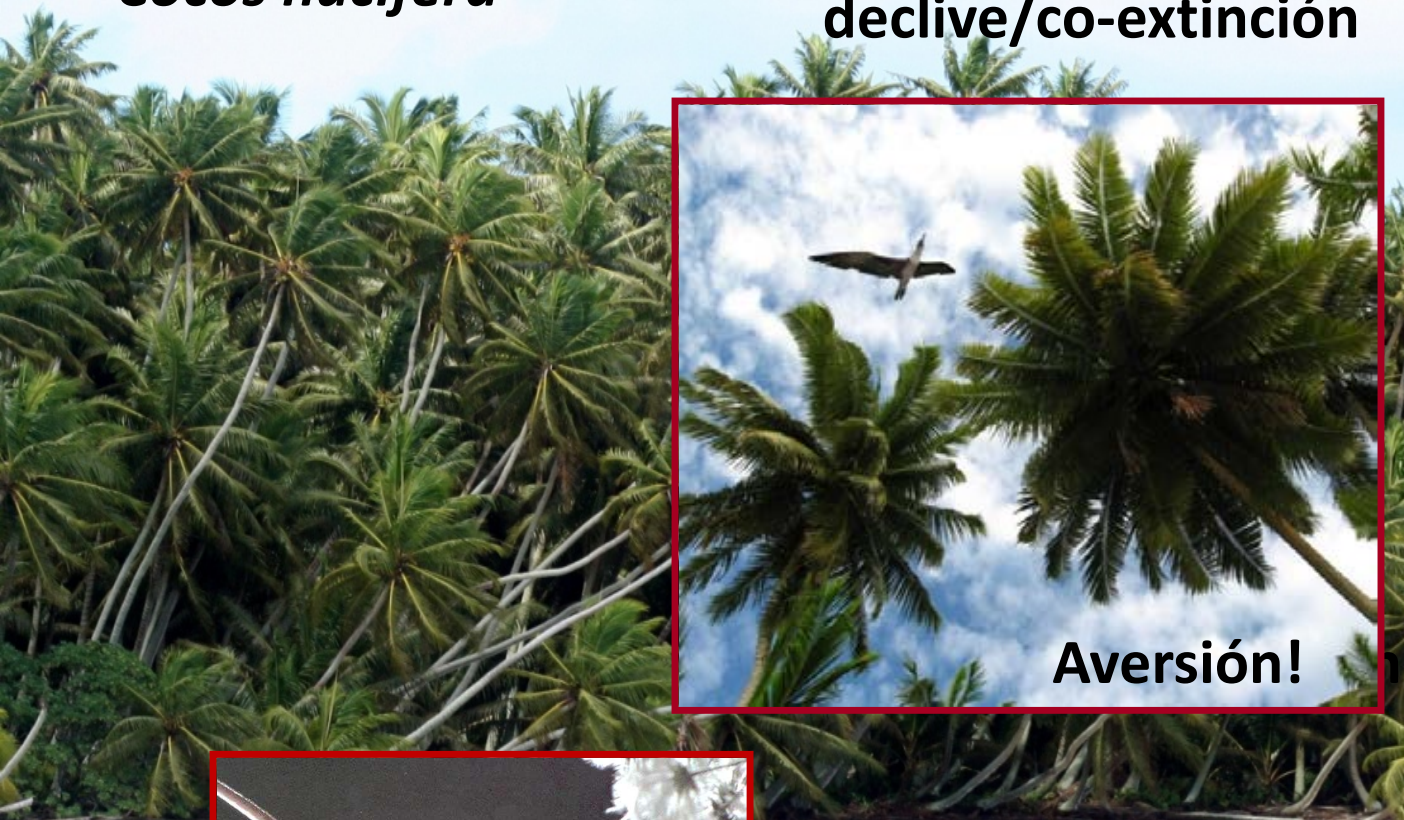


(Young et al., 2011)

Defaunación: Proliferación de invasoras

(Palmyra Atoll, Central Pacific)

Cocos nucifera



Aves marinas nativas
declive/co-extinción



Bosque nativo
declive/extinción



*Rattus
rattus*

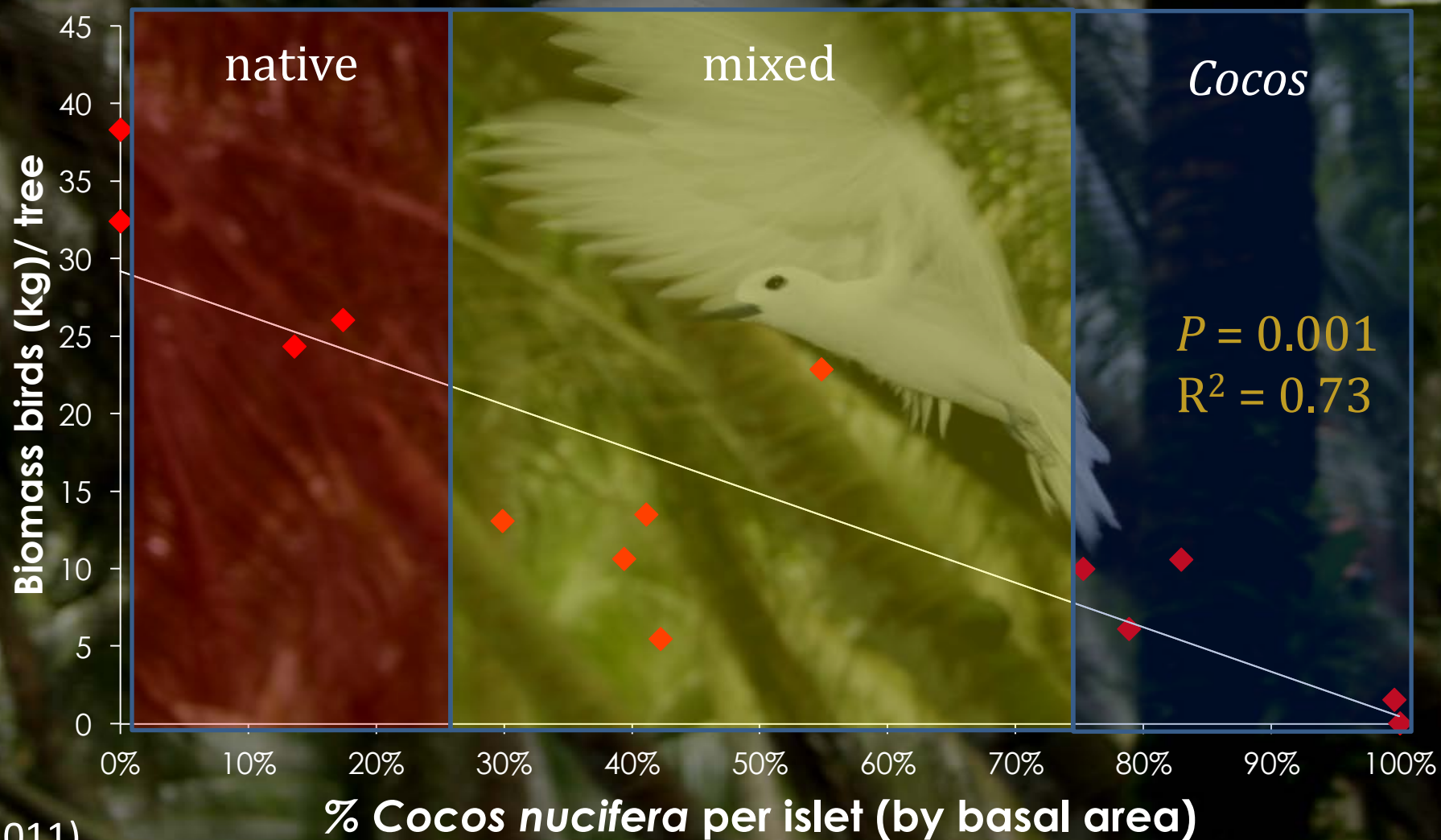


(Young et al., 2011)

Preferencia–Feliz!

Aves marinas decaen con la abundancia de Cocos

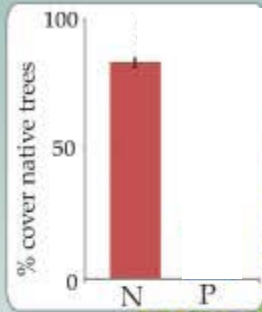
Un “experimento natural” en Palmyra!



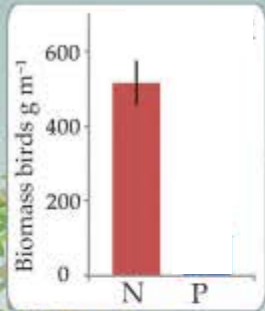
(Young et al., 2011)

Defaunación de aves: Efectos cascada en el ecosistema

A) Abundance of native trees

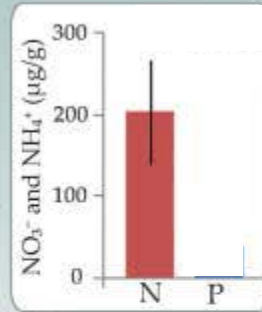


B) Bird abundance



Guano!

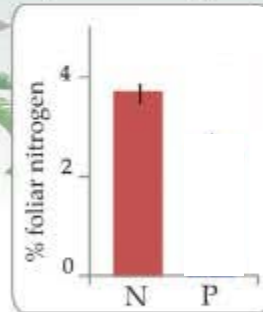
C) Soil nitrogen



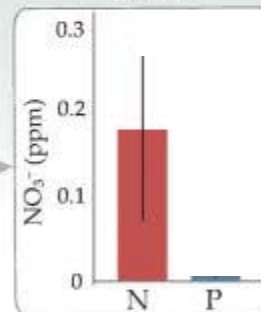
Birds vector nutrients from the pelagic environment

Native forest (baseline)

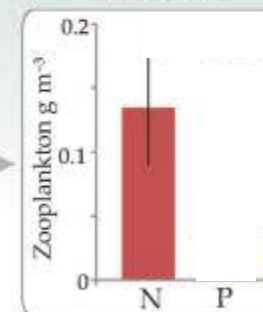
D) Foliar nitrogen



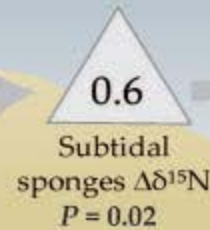
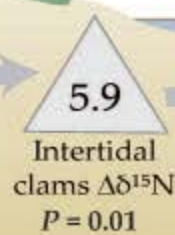
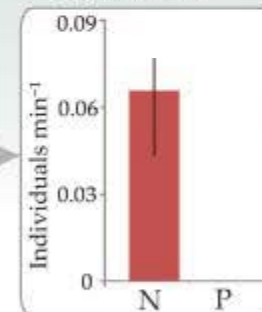
E) Nitrogen in runoff



F) Zooplankton abundance

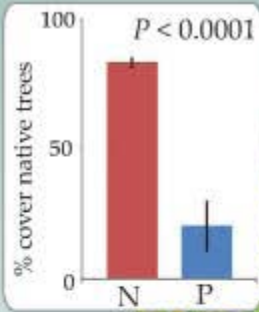


G) Manta abundance

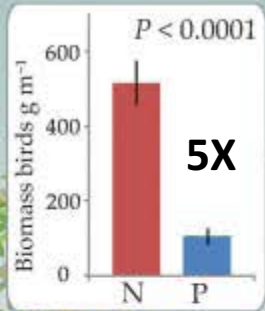


Defaunación de aves: Efectos cascada en el ecosistema

A) Abundance of native trees

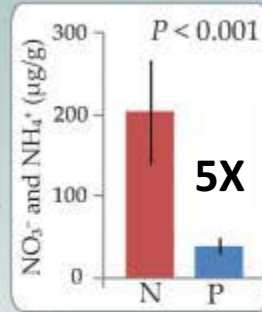


B) Bird abundance



~~Giant!~~

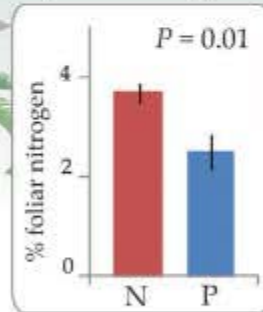
C) Soil nitrogen



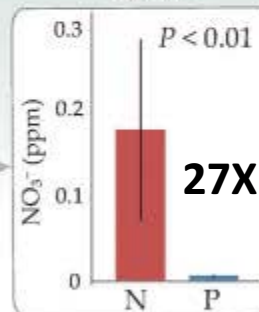
Birds vector nutrients from the pelagic environment

Native forest
Palm forest

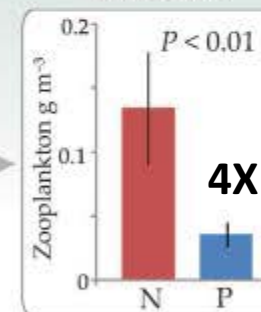
D) Foliar nitrogen



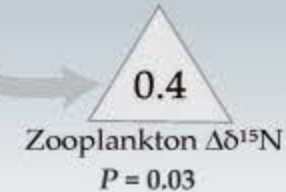
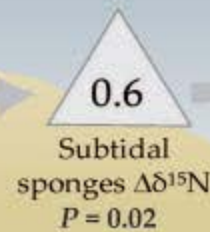
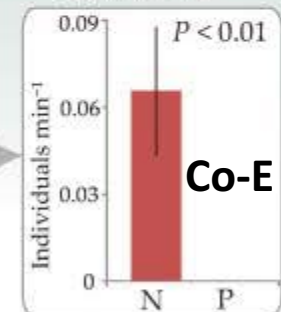
E) Nitrogen in runoff



F) Zooplankton abundance



G) Manta abundance



INVASION DE COCOS-RATIZACION EN SISTEMAS DE ISLAS

- **Invasión de Cocos → extinción de plantas de bosque nativo**
- **Co-extinción de aves marinas**
- **Efectos en cascada llevan a la co-extinción de diversas interacciones bióticas y abióticas**
- **Efectos sobre procesos en tierra y mar!
(desde aves a mantarrayas)**

DEFAUNACION EN EL ANTROPOCENO

Dos temas de interés:

A. Patrones: Escala, magnitud, variación interspecífica

- 1. Declines en abundancia local*
- 2. Contracción del rango: extinción de poblaciones*
- 3. Extinciones globales*

B. Consecuencias sobre ecosistemas: procesos y servicios

- 1. Estructura y diversidad de la selva tropical (México)*
- 2. Ciclaje de nutrientes, cadenas tróficas (Atolón Palmyra)*
- 3. Regulación de riesgos de zoonosis (savanas de Africa)*

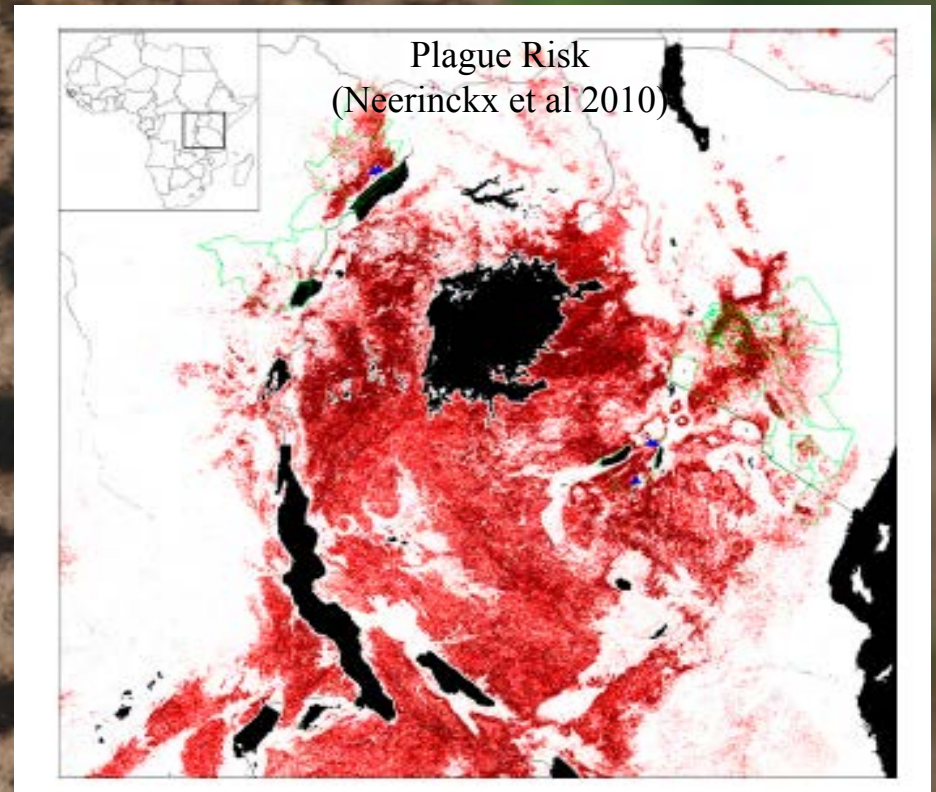
Los ecosistemas sanos aportan servicios



**Regulación de riesgos
a la salud via megafauna?**

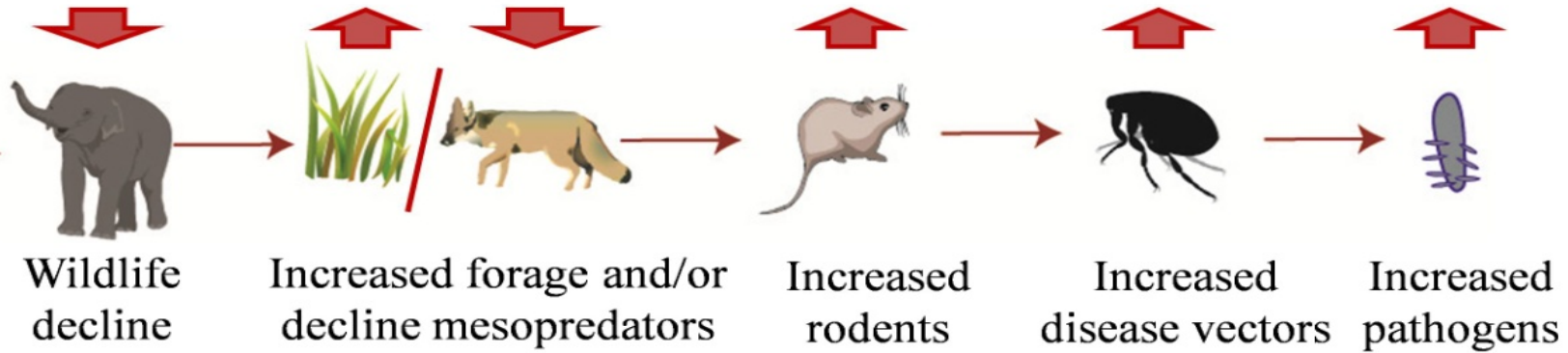
EcoServicios de la fauna?

Tiene que ver con la salud humana?



Hipótesis: Una cascada de defaunación

A.

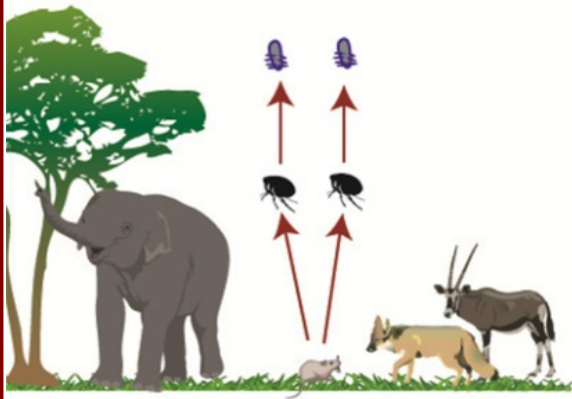


B.

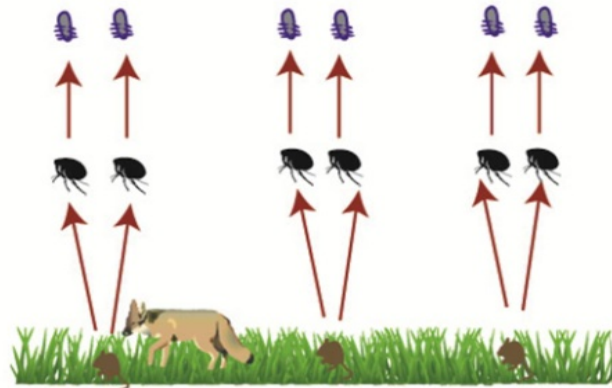
Low disease risk

Moderate disease risk

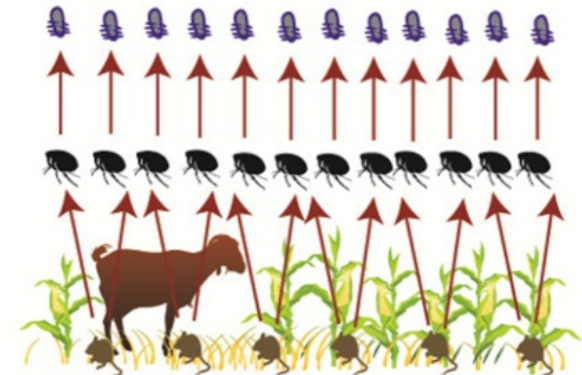
High disease risk



Intact landscape



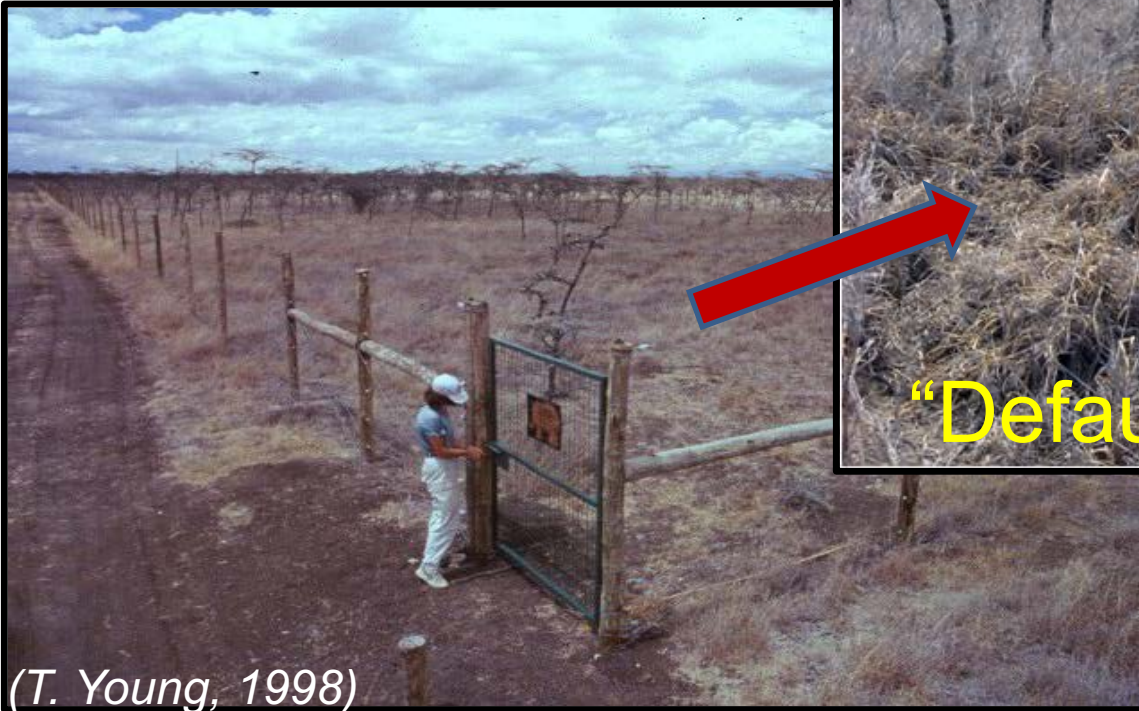
Defaunated landscape



Converted land

Enfoque I: Exclusiones experimentales

(Mpala Research Station, Kenya: KLEE)



Acacias, pastos, arbustos
Reducción de dispersion de semillas
→ Parches densos de semillas

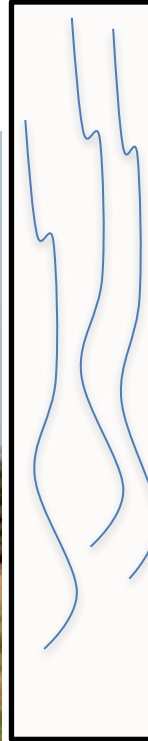
(T. Young, 1998)

Enfoque 2: Sitios en paisajes del mundo real

**Barreras físicas
(río, etc.)**



Reserva protegida



Adyacente, no protegida



Muestreos de vegetación, foto-trampas, excretas



Programa de captura de roedores (N=2500)

De cada animal....



Ectoparasitos...

Sangre...

Pelo...

Heces...

Orina...

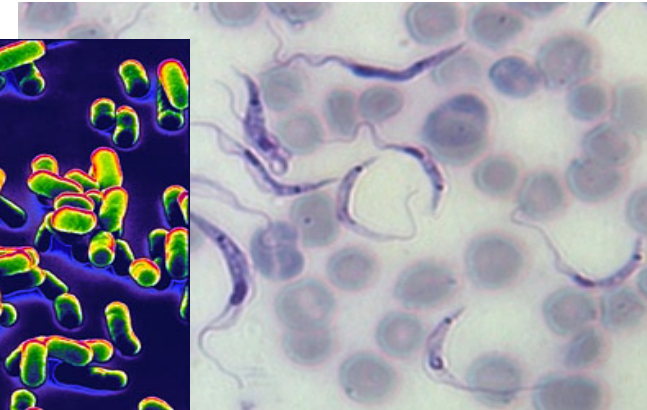
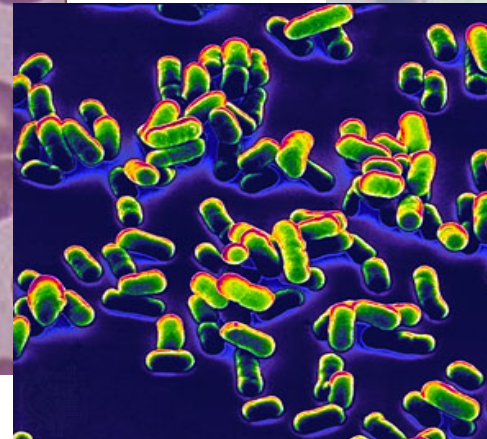
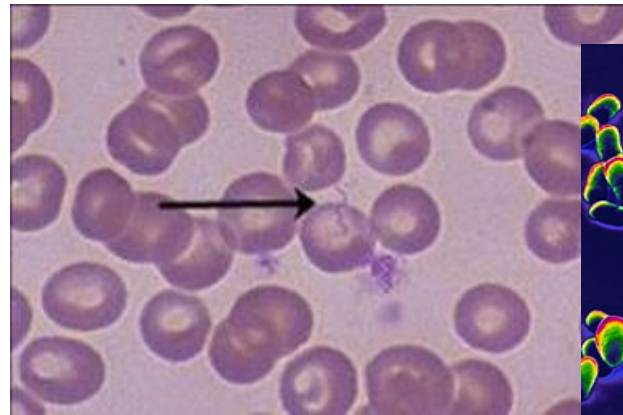
Morfometria...

Aretes...



Extracción de ADN (sangre y pulgas)

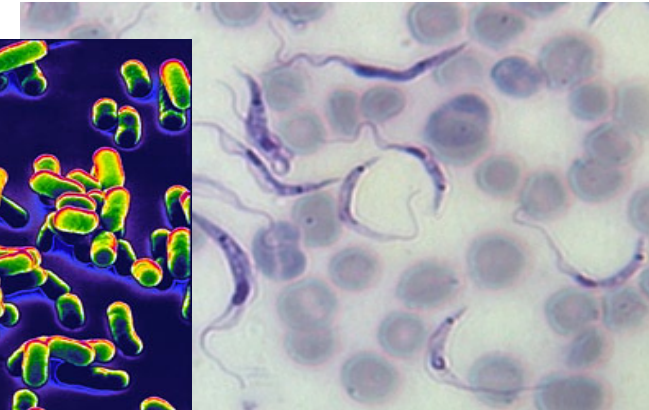
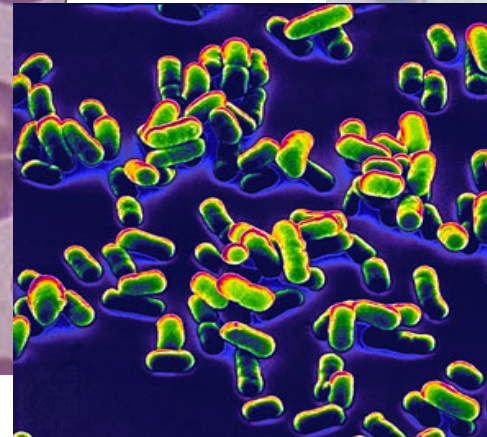
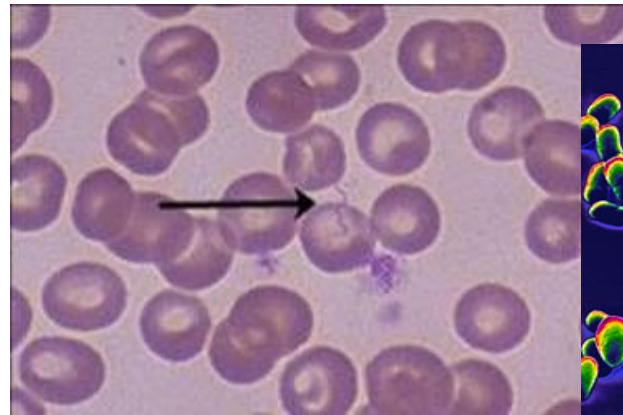
Análisis molecular: patógenos (CDC)



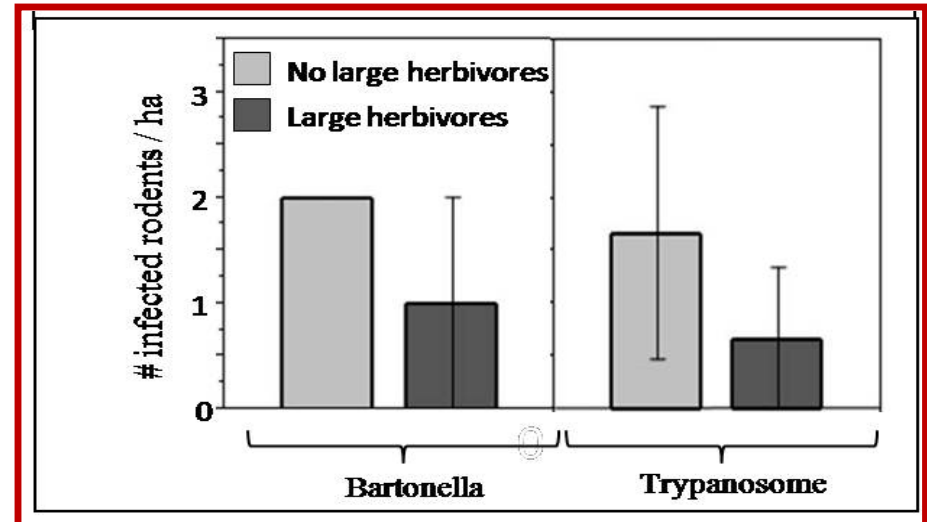
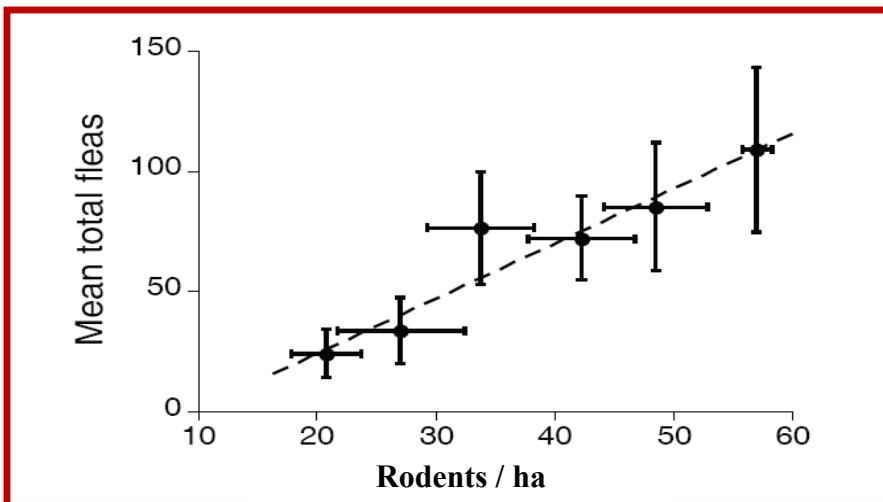
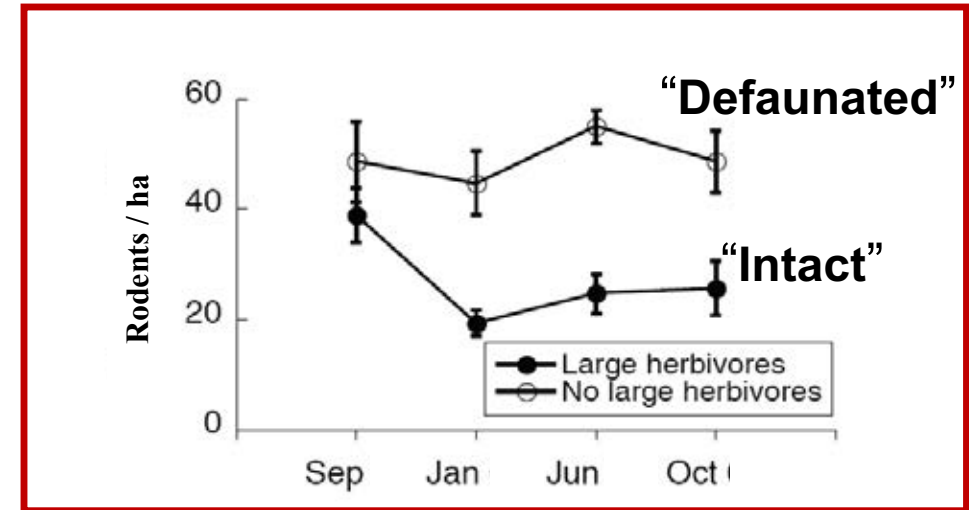
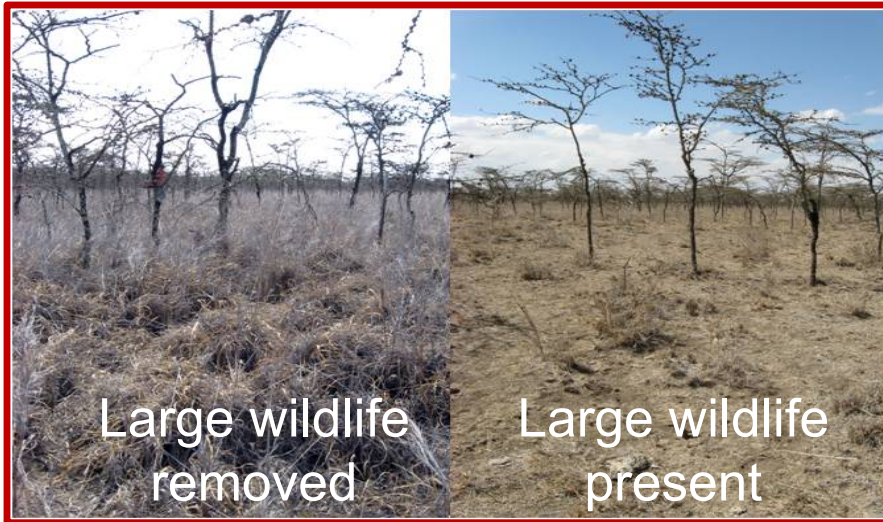
Extracción de ADN (sangre y pulgas)

Análisis molecular: patógenos (CDC)

- *Bartonella* spp
- *Borellia recurrentis*
- *Anaplasma*
- *Theileria*
- *Coxiella*
- *Hepatozoon*
- *Rickettsia africae*
- *Trypanosoma* sp.
- *Leishmania* sp.
- *Orthopox* virus
- *Yersinia pestis*



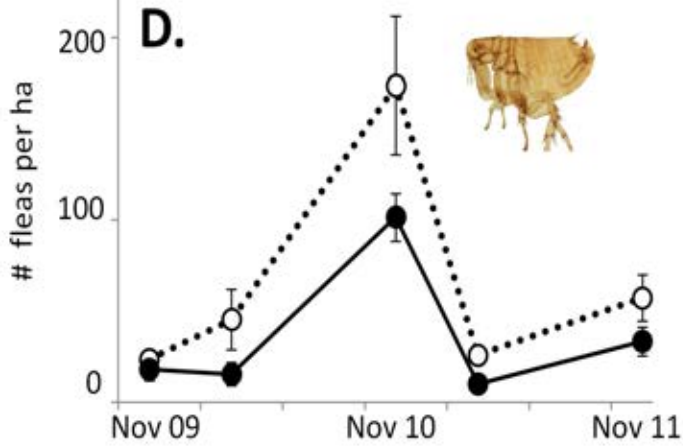
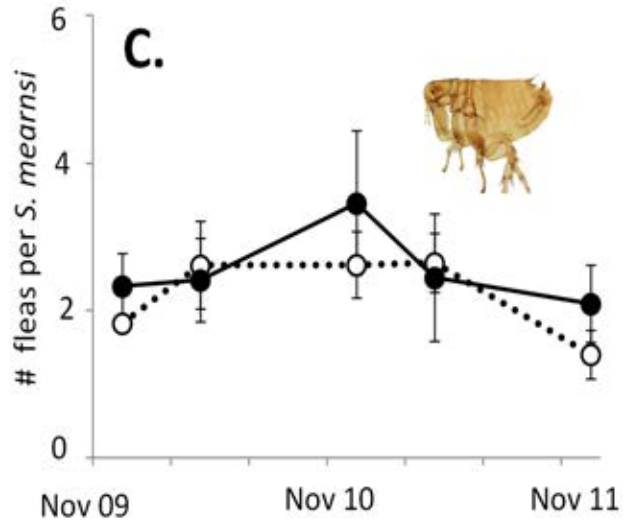
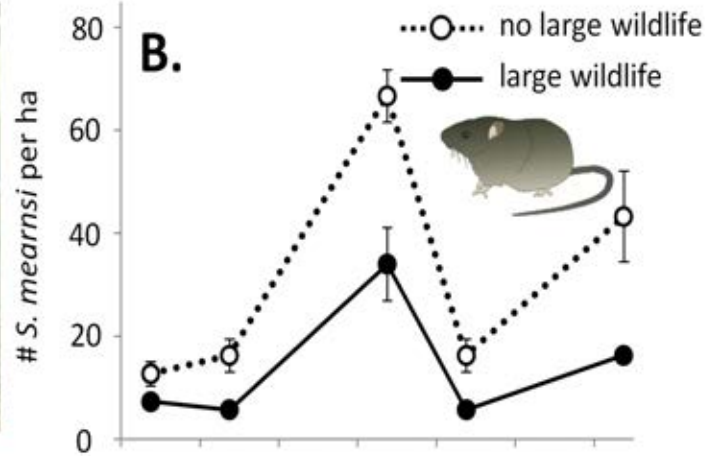
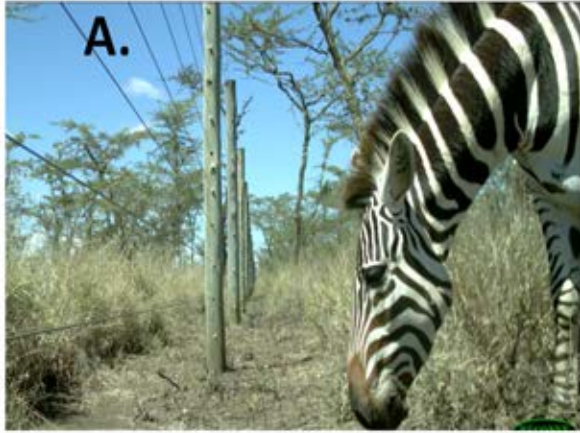
Resultados iniciales en sitios experimentales



Un ejemplo de Ratización/riesgo de zoonosis—Bartonellosis
Sitios experimentales—*Saccostomus mearnsei*

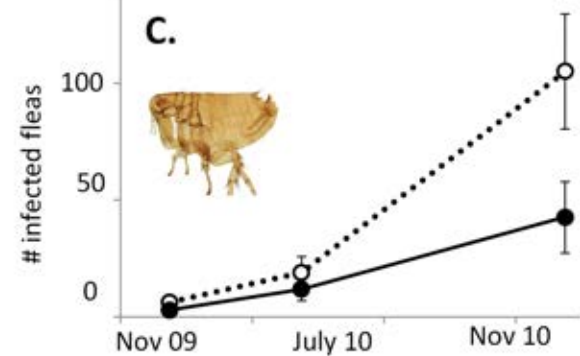
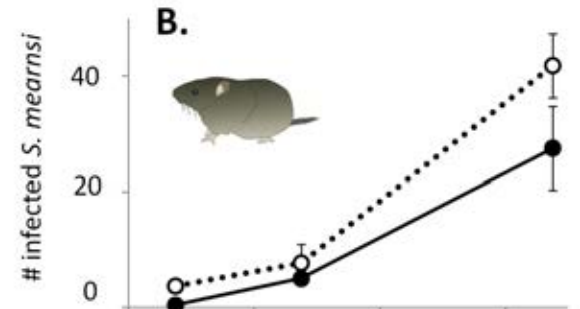
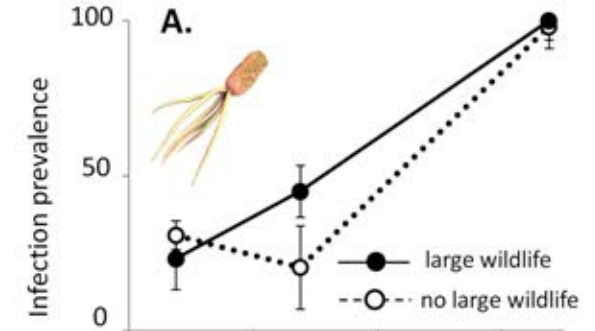
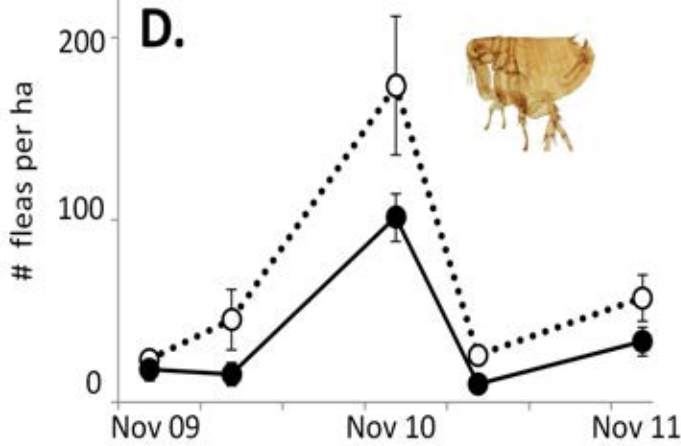
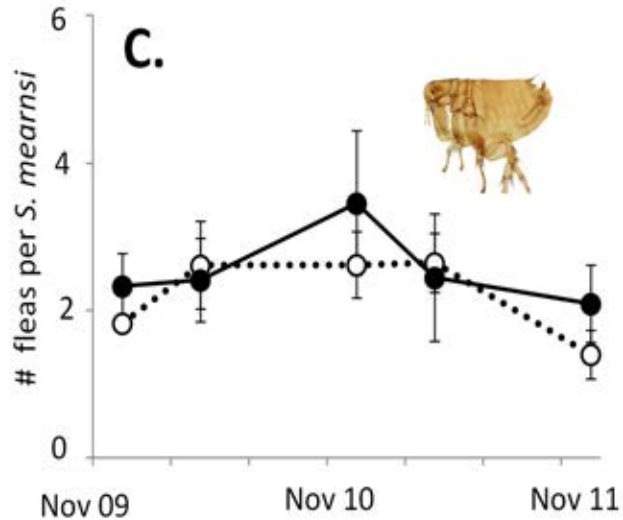
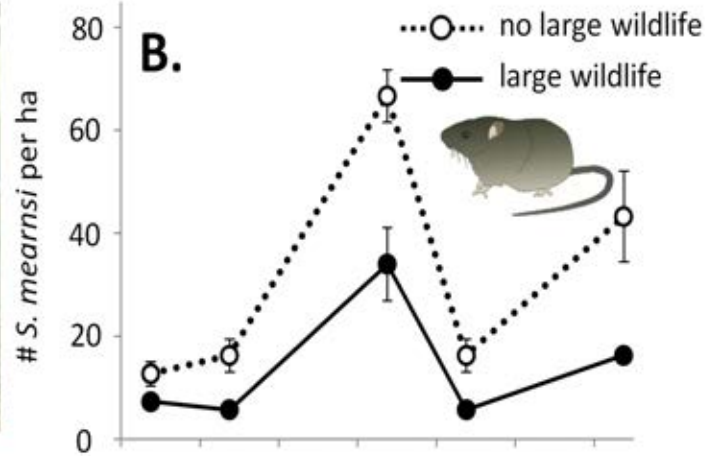
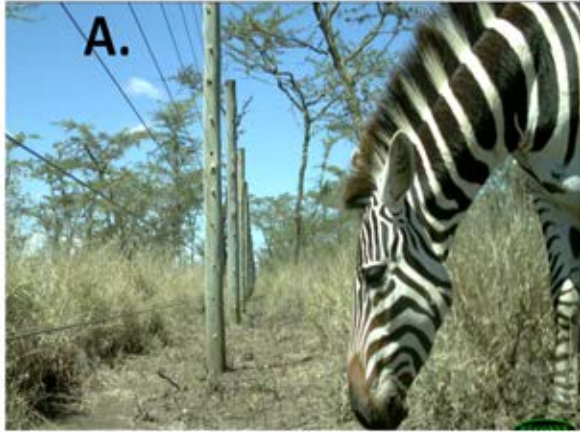
Un ejemplo de Ratización/riesgo de zoonosis—Bartonellosis

Sitios experimentales—*Saccostomus mearnsi*



Un ejemplo de Ratización/riesgo de zoonosis—Bartonellosis

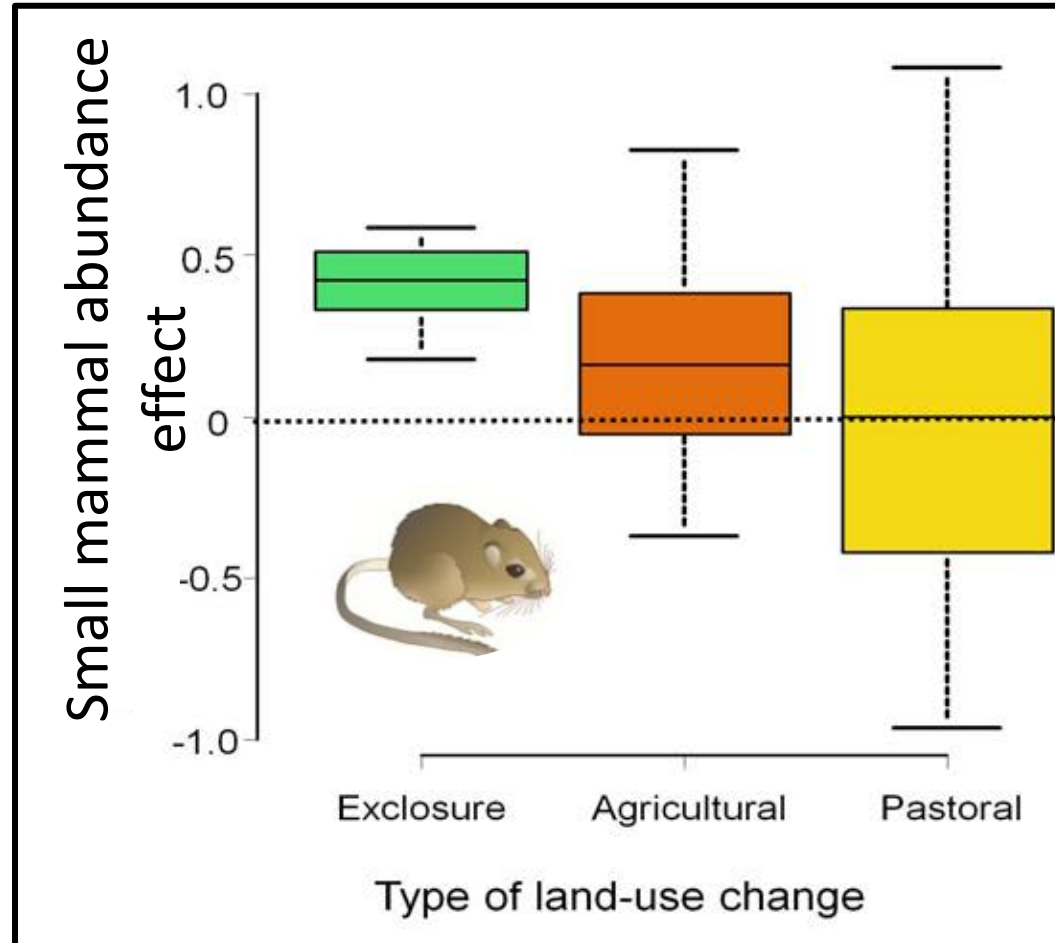
Sitios experimentales—*Saccostomus mearnsi*



Roedores en parcelas experimentales: efectos marcados

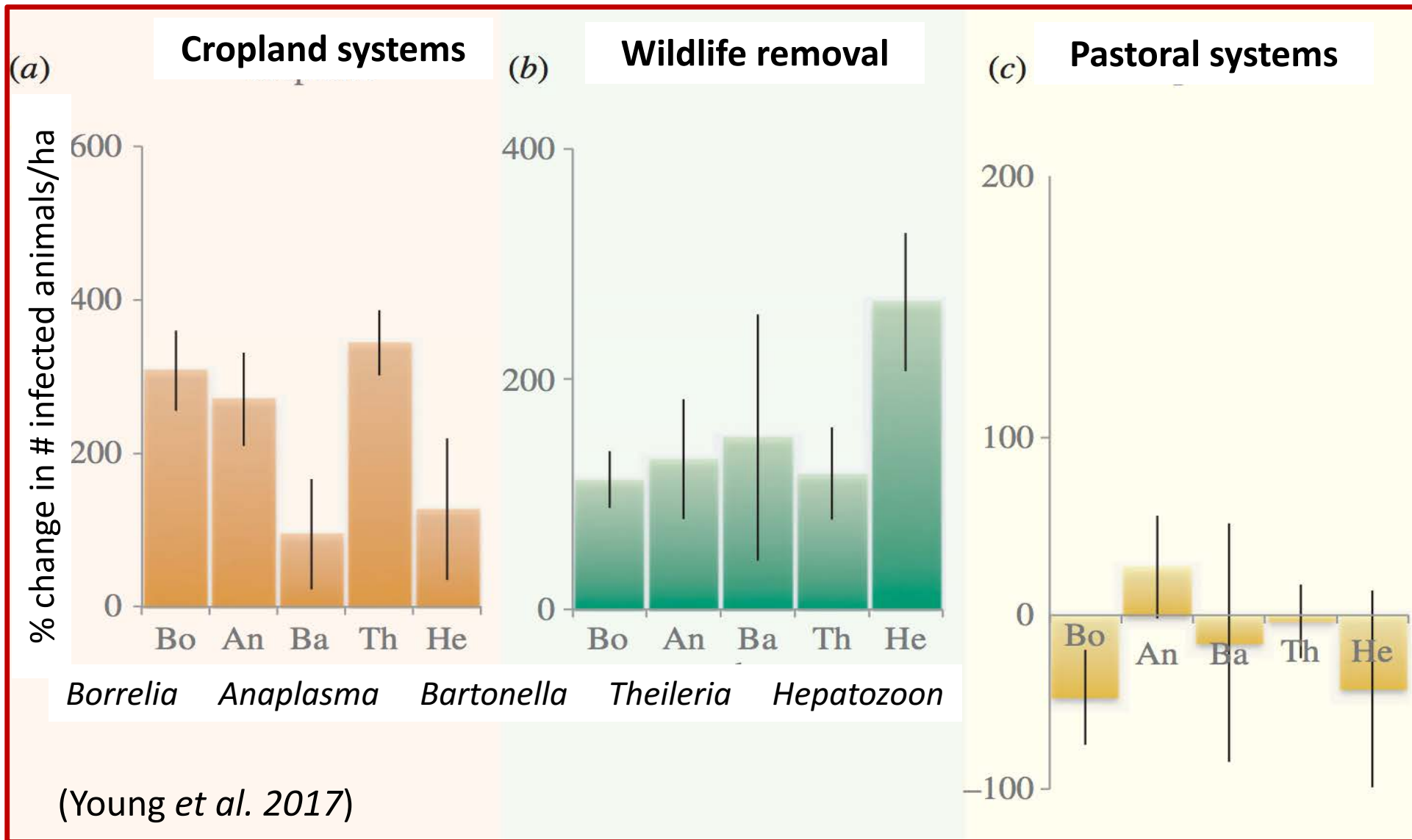
Efectos en sitios antrópicos: más complejos

Mean abundance of all species



Efecto de tipos de perturbación (relativo a sitios conservados)

animales infectados por 5 patógenos comunes




DEFAUNACION, RATAS-RIESGOS DE ZOONOSIS

- **Exclusiones** → defaunación selectiva: declive de megafauna, ratización 2X → riesgos de zoonosis 2X
- **Defaunación y uso de la tierra:** efectos más *impredecibles*; pastoralismo: efecto compensatorio? Sinergia con otros disturbios? (en proceso)
- **Papel de la megafauna:** regulación de riesgos de zoonosis; y otros servicios (ecoturismo)
- **Pasos siguientes?** Trabajo en clínicas; Plan de estudios similares en Latinoamérica

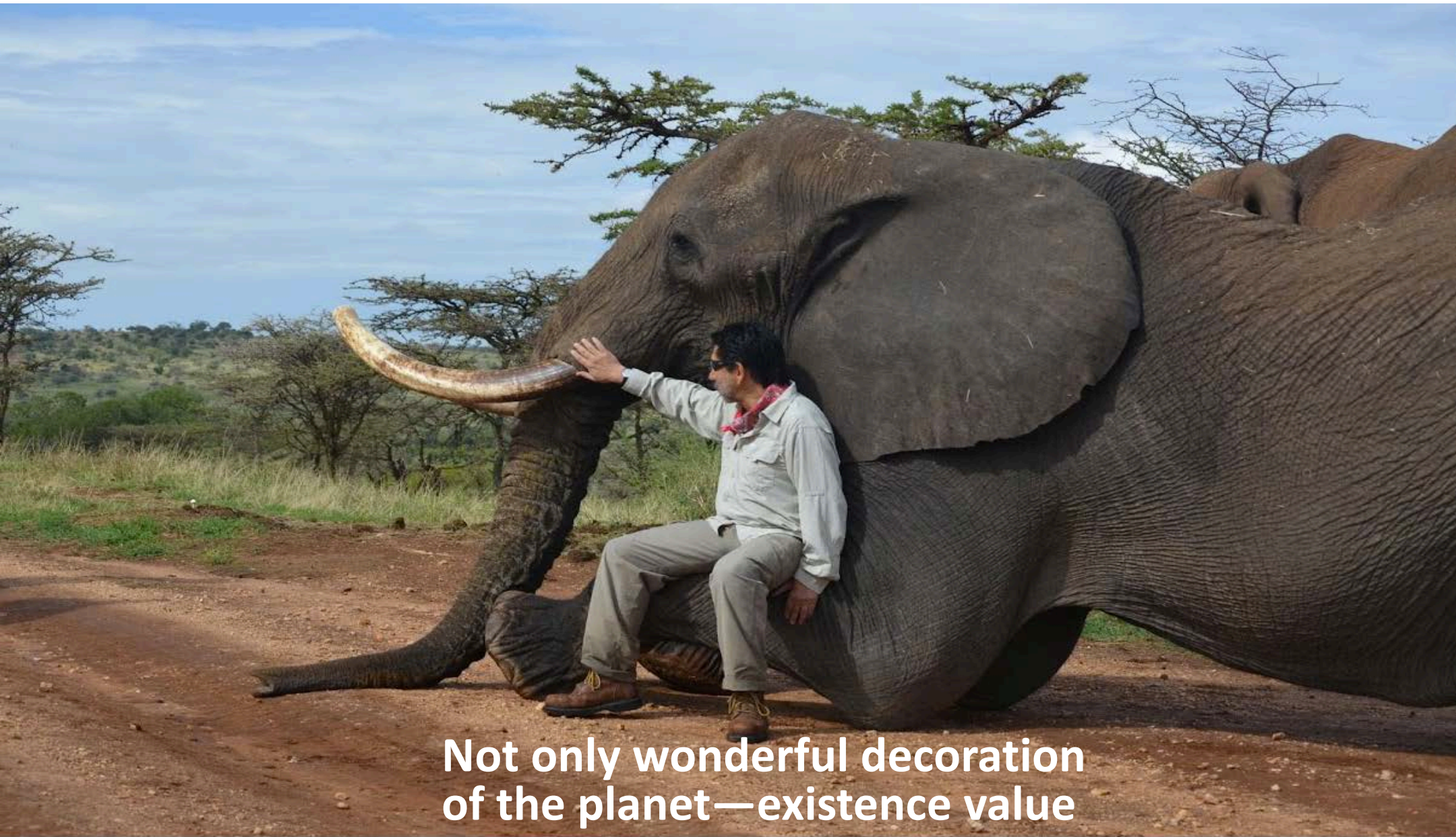
**DISCUSION,
MENSAJES,
ACCIONES**

Posible atenuar la defaunación??

- 
- A photograph of three giraffes walking along a dirt road in a savanna landscape. The giraffes are in the foreground, moving from left to right. The background shows a vast, open plain with scattered trees and distant mountains under a cloudy sky.
- Reducir/detener pérdida de hábitats
 - Controlar/detener sobre-explotación
 - Promover trabajo multi-disciplinario
 - Desarrollar programas de refaunación

TU QUE PUEDES HACER?

- Difunde el valor de la biodiversidad; involucra a otr@s; participa en la ciencia ciudadana
- No compres productos de animales silvestres
- Apoya las ANPs
- Bájale al consumo de carne
- Apoya líderes que se comprometan con la BD
- Contribuye a estabilizar la tasa de fertilidad (empoderamiento de las mujeres!)
- Disfruta la biodiversidad!



**Not only wonderful decoration
of the planet—existence value**

RELACION CON CONABIO?

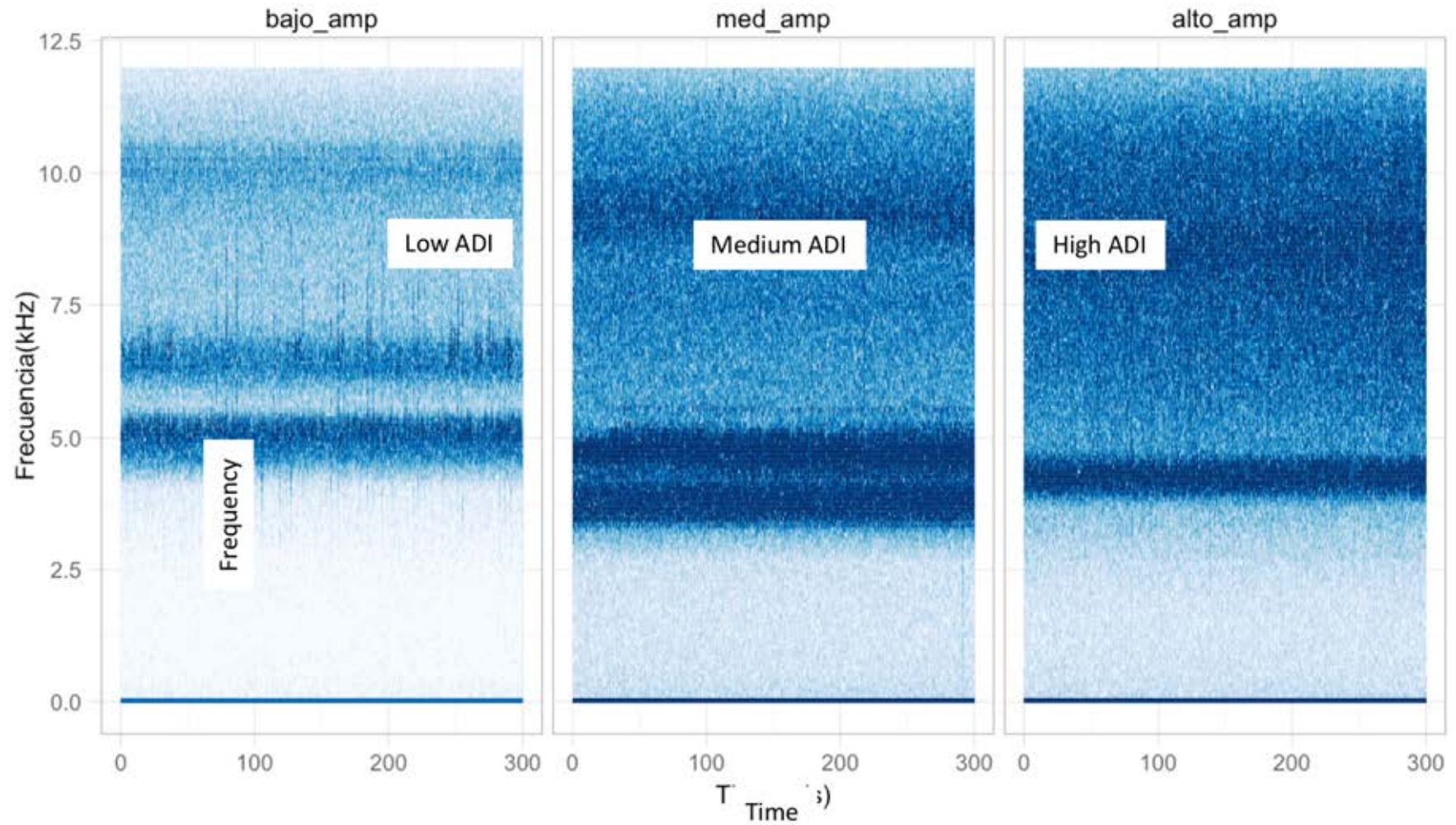
- **Interacción directa desde la génesis**
- **Participación en proyectos:** eg, Volumen 2 del Capital Natural
- **Financiamiento:** estudios de defaunación en México
- **Actualmente en sabático:** Participación en Programa SNMB, el estado de la fauna y su papel en zoonosis

Sub-Proyecto 1:

***Patrones de incidencia bioacústica en México
en relación a:***

- Riqueza biológica (especies)***
- Reservas naturales (ANPs)***
- Integridad ecológica (IE)***

Acoustic Diversity Index (ADI)



Las hipótesis:

Hipótesis 1: El papel de la riqueza de especies

La variación en la distribución de ADI no es independiente de la distribución de la riqueza de especies de aves, anfibios, reptiles, mamíferos, y todos los vertebrados

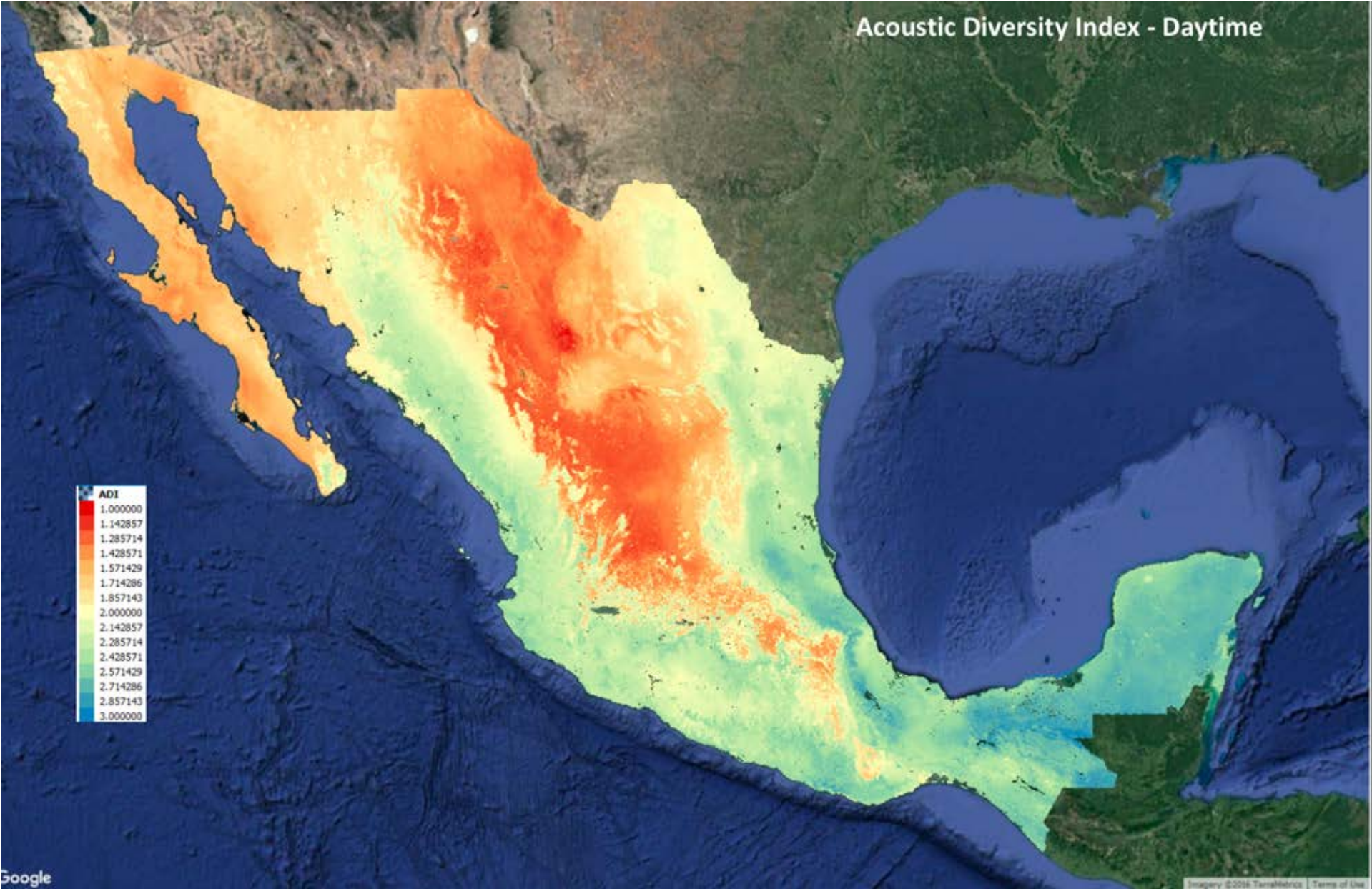
Hipótesis 2: El papel de las reservas naturales

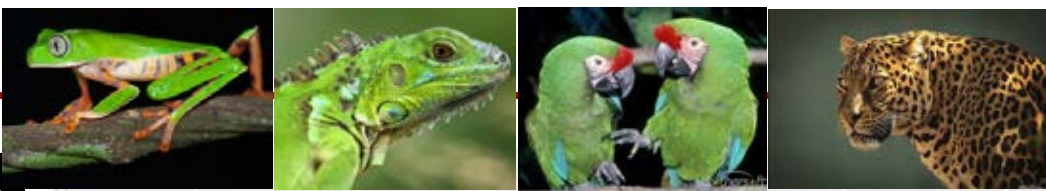
La variación en la distribución de ADI no es independiente de la presencia (y extensión) de las ANPs

Hipótesis 3: El papel del ambiente abiótico

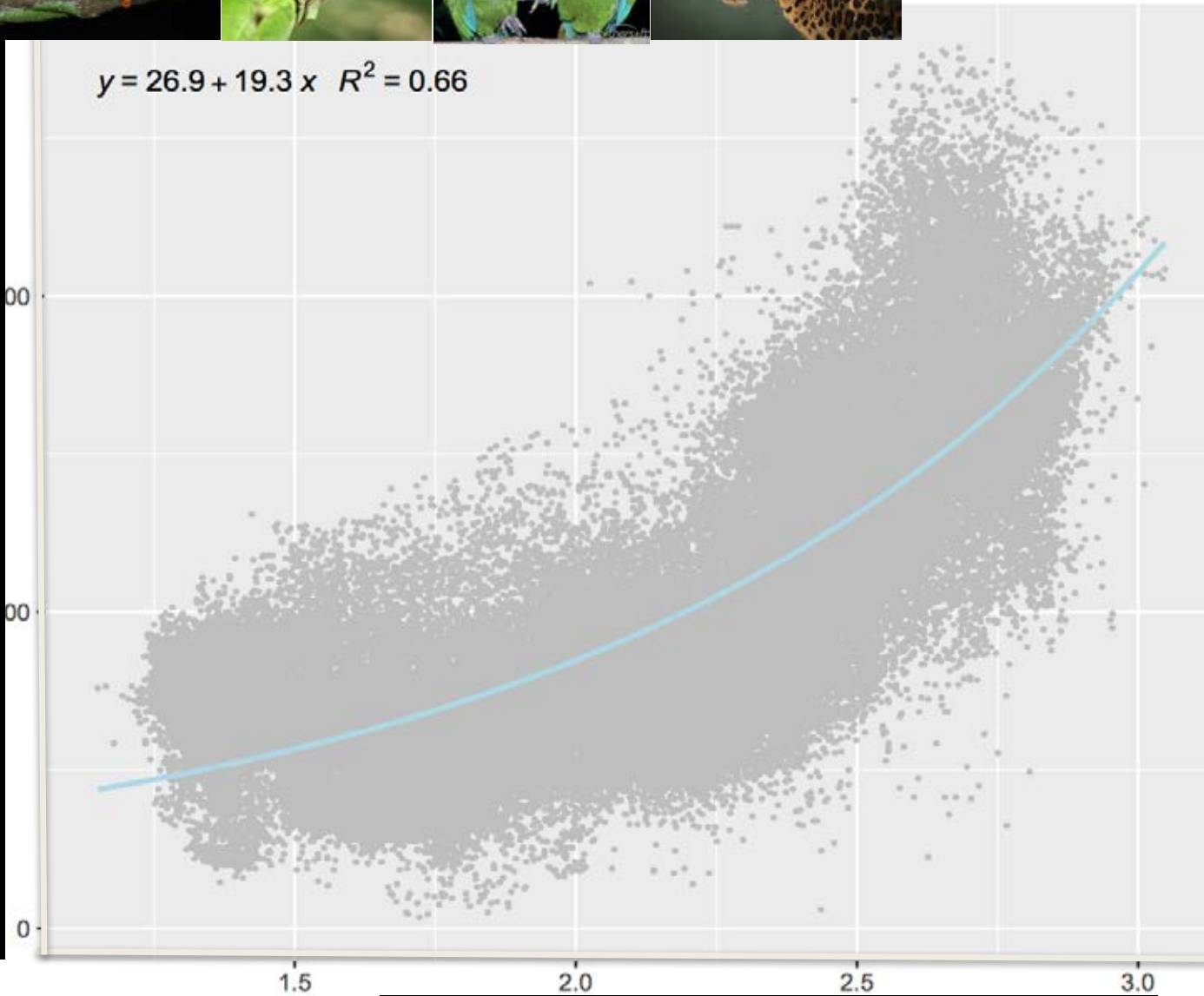
La variación en la distribución de la diversidad acústica no es independiente del Índice de Integridad Ecosistémica

Acoustic Diversity Index - Daytime





All Vertebrates Richness (No. species)



Acoustic Diversity Index (ADI)