



# Integridad ecológica para depredadores superiores



Franz Mora

Sistema de Información Espacial para el Soporte de Decisiones sobre  
Impactos a la Biodiversidad  
SIESDIB-CONABIO





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

# Crisis de la biodiversidad en el antropoceno

- Procesos de transformación de las áreas naturales da como resultado la **defaunación**
- Áreas remanentes tienen un alto valor ecológico en la medida que mantengan la **capacidad de auto-organizarse, mantenerse estables, y de mantener su condición natural**
- Los métodos de evaluación requieren información de la **condición de los ecosistemas**
- La **integridad ecológica** es la condición de interés para evaluar impactos humanos





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

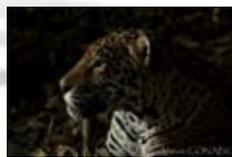
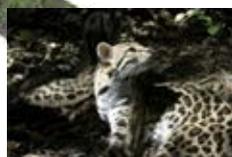
## La integridad ecológica como condición de los ecosistemas

**Integridad ecológica** es la capacidad para mantener procesos ecológicos, auto-organizados y estables en sistemas naturales



La **integridad ecológica** se manifiesta a través de:

- La organización de sus elementos, particularmente animales grandes (mamíferos y aves) y depredadores superiores
- La cantidad y fuerza de las interacciones entre especies (p.e., interacciones depredador-presa)
- La diversidad y complejidad de sus componentes (complejidad estructural)
- La calidad e integridad espacial del hábitat





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

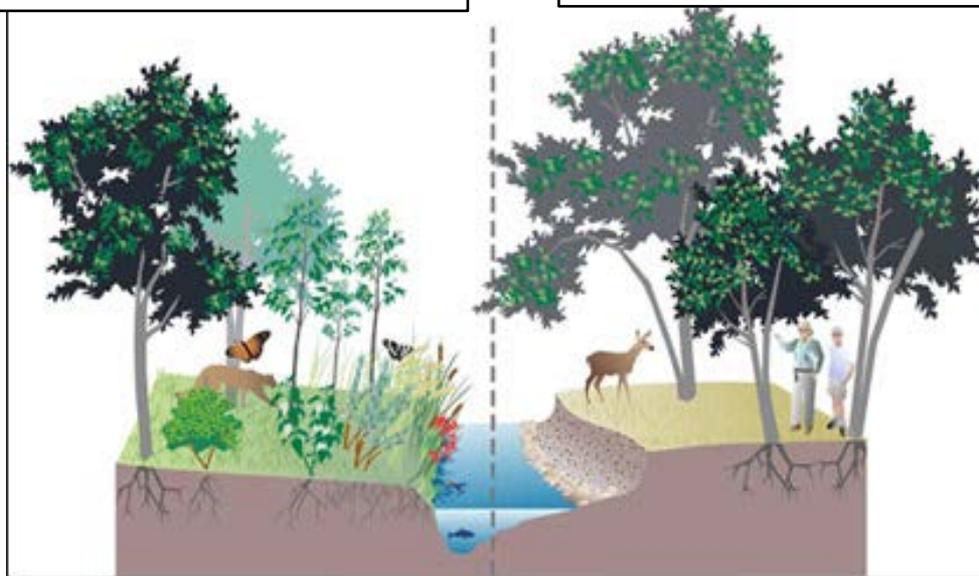
# La integridad ecológica e impactos humanos

## Ecosistemas íntegros

## Ecosistemas degradados

Ecosistemas con depredadores

Ecosistemas sin depredadores



Impacto humano = Degradación de Ecosistemas

## Eliminación de depredadores superiores: Cascadas tróficas

CC Antes

19  
XXV



- Mezcla de depredadores grandes y pequeños
- Alta diversidad de comunidades de plantas
- Alta diversidad de aves
- Pocos herbívoros grandes

Después



- Sin depredadores grandes
- Dominan los depredadores pequeños
- Menor diversidad de plantas
- Menor diversidad de aves
- Muchos herbívoros grandes



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

La mayor amenaza a la integridad ecológica son los impactos humanos



La deforestación y la pérdida de hábitat es el factor principal que promueve la pérdida de la integridad ecológica



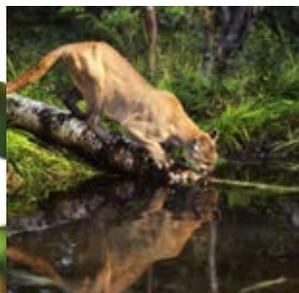


CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

# Impactos humanos en los ecosistemas

## Pérdida de hábitat

- Reducción del hábitat natural que mantiene la viabilidad de las especies (depredadores y presas)
- Viabilidad de acuerdo al tamaño mínimo del hábitat que sostiene una población viable



## Fragmentación de hábitat

- La desintegración de patrones geográficos debido a la introducción de nuevos elementos o estructuras, de tal manera que se alteran las funciones prevaletentes.
- Ocurre cuando grandes extensiones continuas se dividen en pequeños bloques por la construcción de caminos, aclareo para la agricultura, urbanización o otro tipo de infraestructura o desarrollo provocado por la actividad humana.





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Integridad ecológica: Se manifiesta en la estructura, composición y función en los ecosistemas

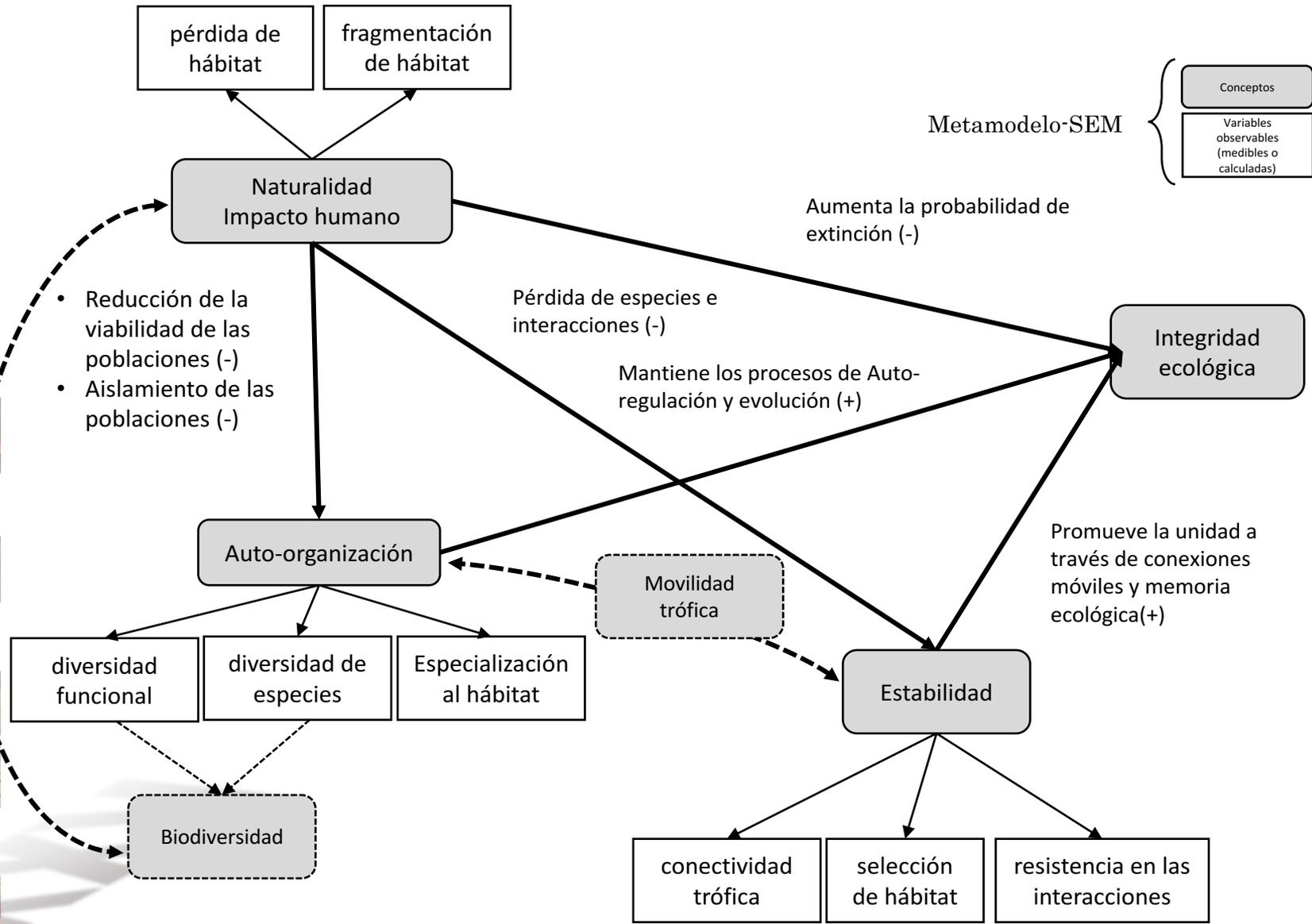


- Riqueza de depredadores y presas
- Diversidad funcional
- Especialización y selección de hábitat
- Cantidad y conectividad del Hábitat
- Complejidad de interacciones

- Biodiversidad (depredadores y presas)
- Calidad del hábitat remanente
- Integridad espacial
- Funciones del hábitat
- Conectividad trófica
- Conexiones móviles

**Integridad ecológica** es la capacidad de los ecosistemas para sostener procesos de auto-organización y estabilidad, mientras mantienen su condición natural,..

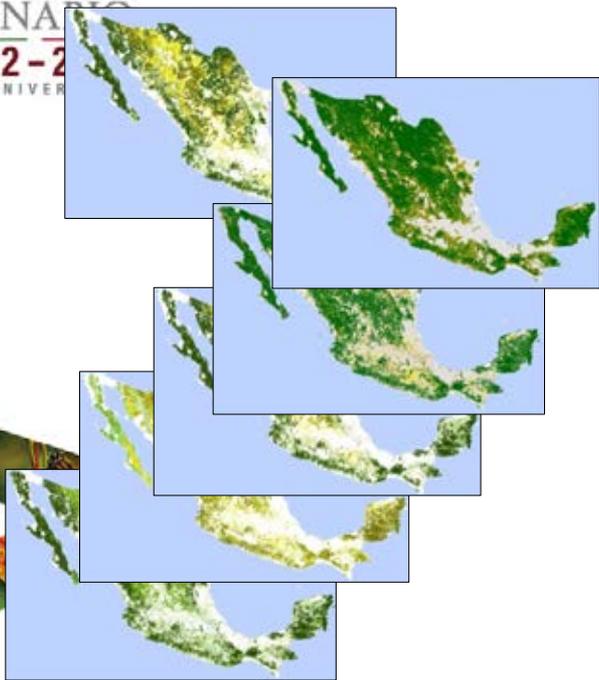
# Desarrollo del concepto de integridad ecológica: modelo conceptual



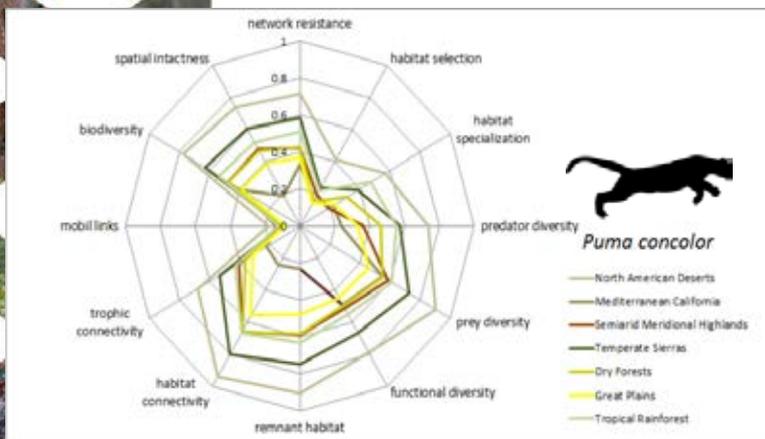
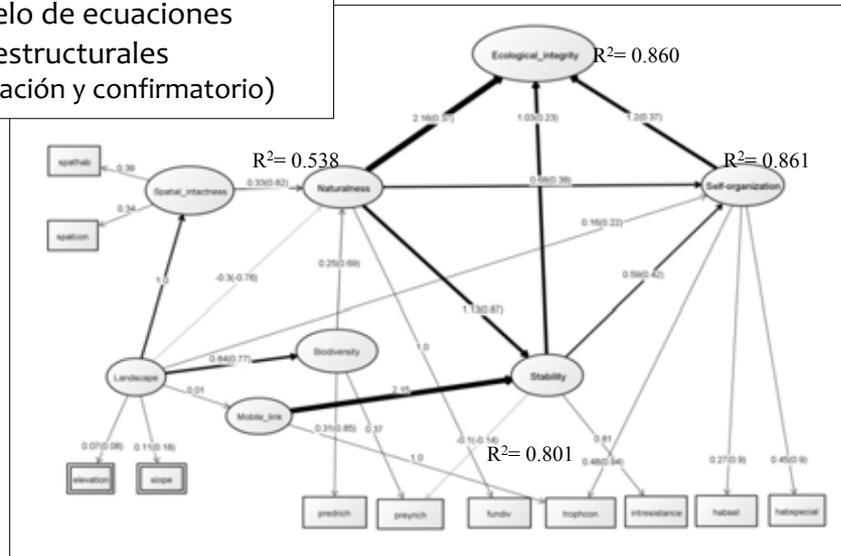


Manifestaciones de integridad  
(medidas observables)

CONANP  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



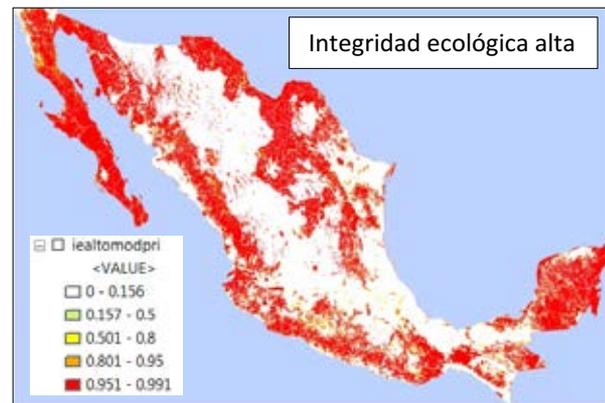
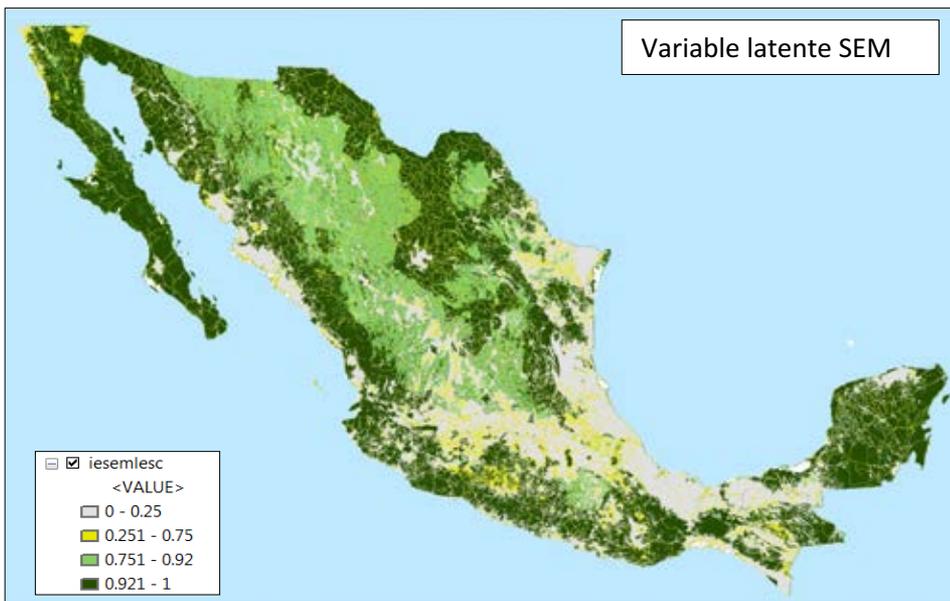
Modelo de ecuaciones  
estructurales  
(formalización y confirmatorio)



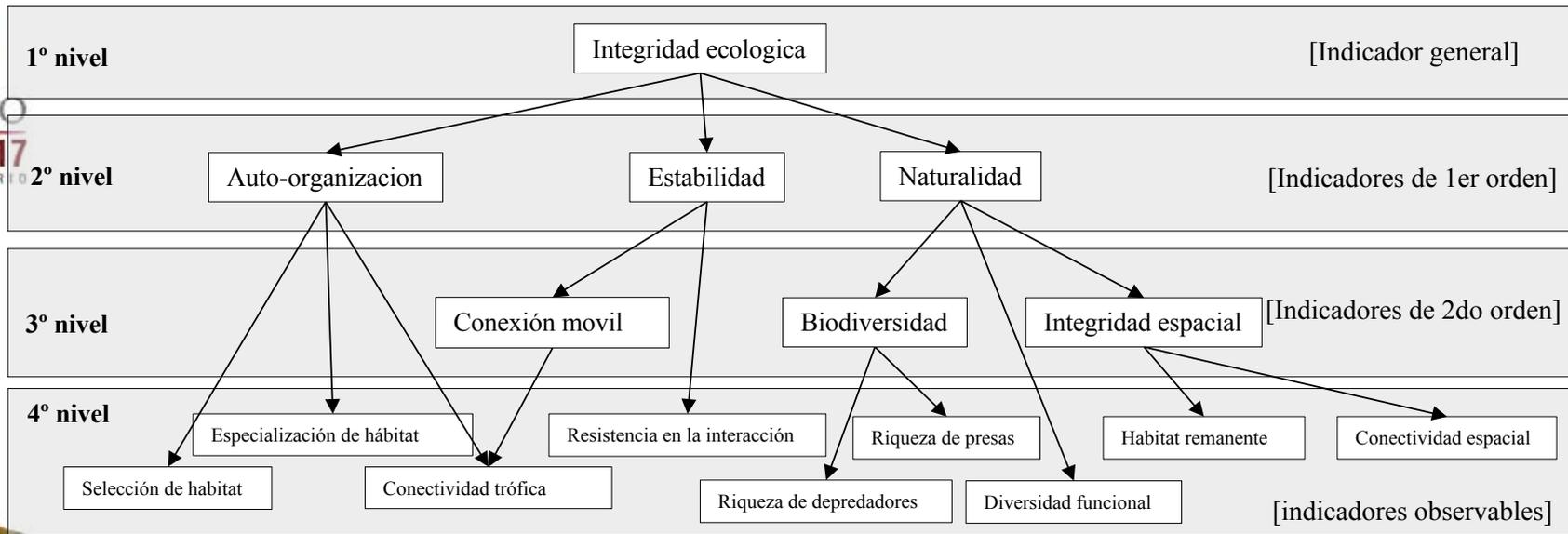
# Precisión del modelo de integridad ecológica (red bayesiana)



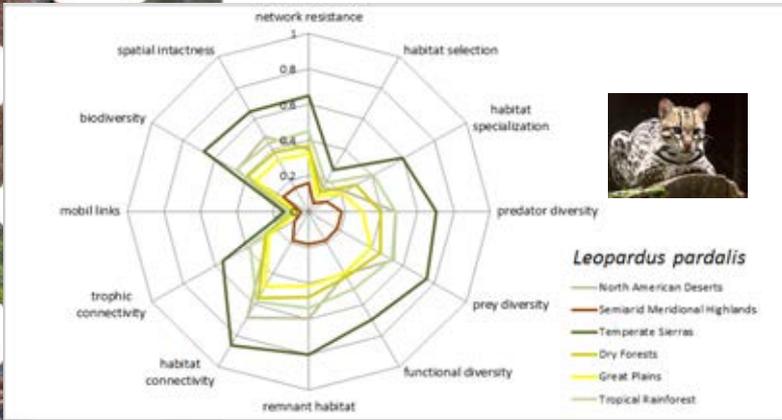
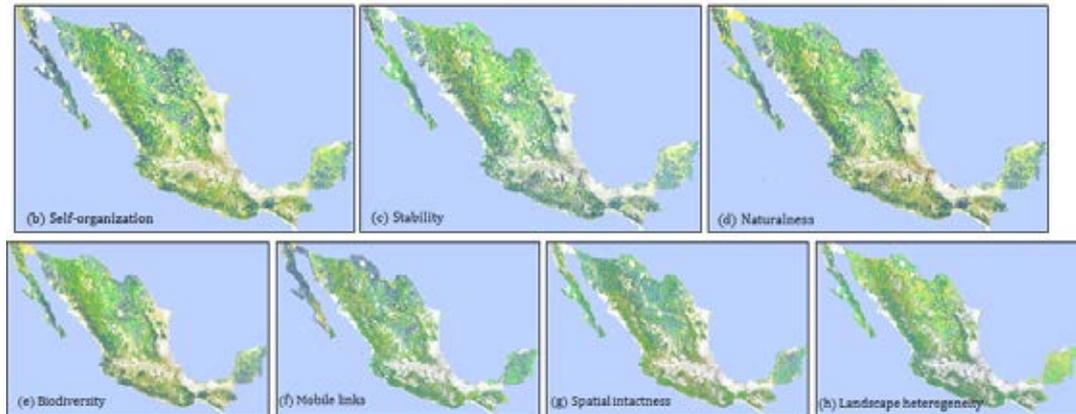
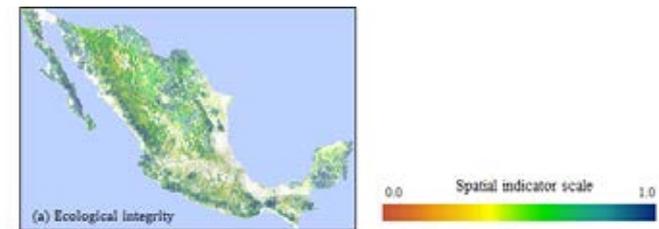
CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



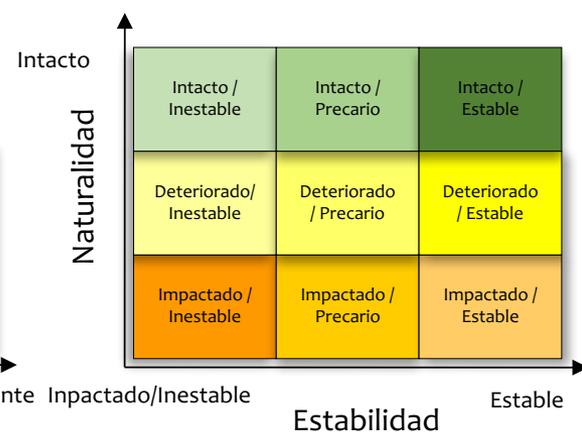
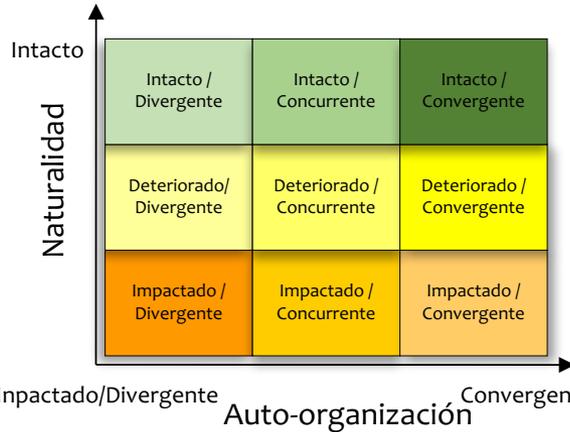
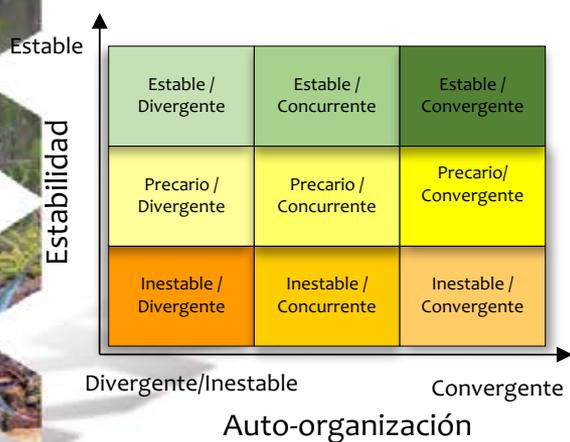
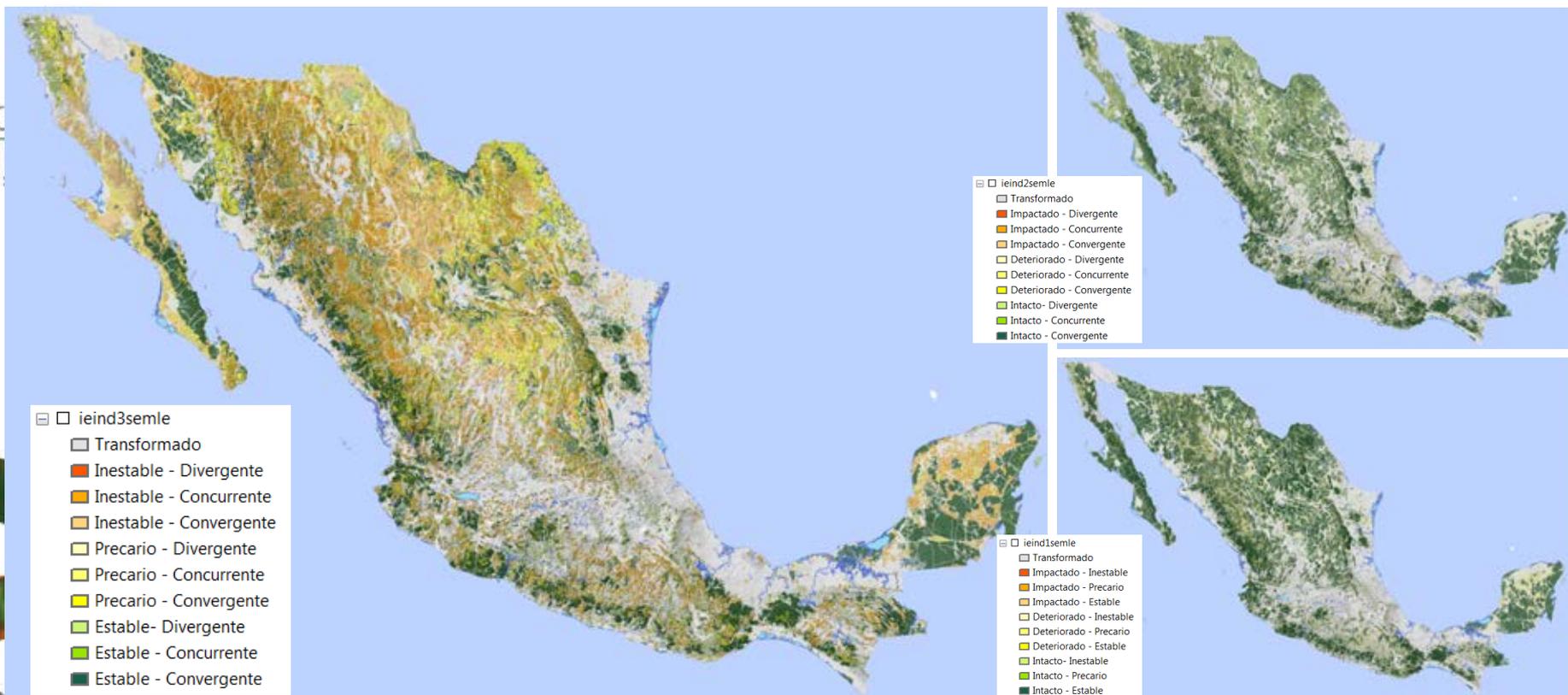
# Sistema jerárquico de evaluación de la integridad ecológica



## Indicadores latentes de integridad ecológica



# Interacción entre la estabilidad, auto-organización y naturalidad: indicadores de degradación



## Indicadores ecológicos de degradación ecológica



- ieind1semle
- Transformado
  - Impactado - Inestable
  - Impactado - Precario
  - Impactado - Estable
  - Deteriorado - Inestable
  - Deteriorado - Precario
  - Deteriorado - Estable
  - Intacto - Inestable
  - Intacto - Precario
  - Intacto - Estable

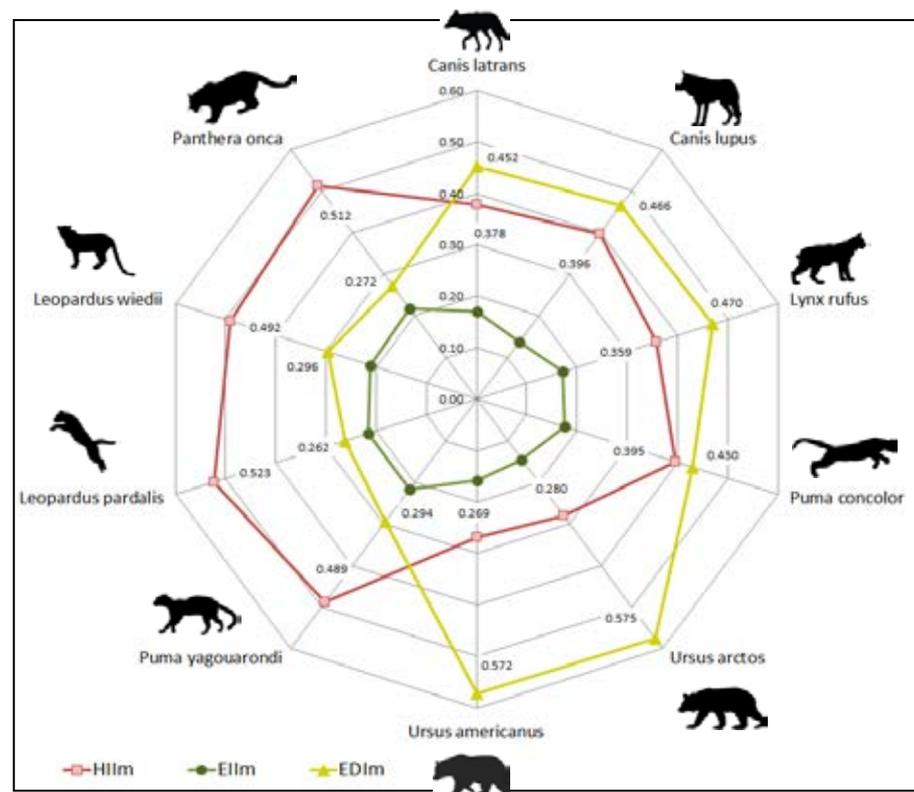


- ieind2semle
- Transformado
  - Impactado - Divergente
  - Impactado - Concurrente
  - Impactado - Convergente
  - Deteriorado - Divergente
  - Deteriorado - Concurrente
  - Deteriorado - Convergente
  - Intacto - Divergente
  - Intacto - Concurrente
  - Intacto - Convergente



- ieind3semle
- Transformado
  - Inestable - Divergente
  - Inestable - Concurrente
  - Inestable - Convergente
  - Precario - Divergente
  - Precario - Concurrente
  - Precario - Convergente
  - Estable - Divergente
  - Estable - Concurrente
  - Estable - Convergente

## Condición de integridad para el paisaje de los depredadores tope



EII: índice de integridad ecológica

EDI: índice de degradación ecológica

HII: índice de impacto humano

# Indicadores ecológicos de degradación ecológica



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



Naturalidad-Estabilidad

$EII_1 = 0.214$   $HII_1 = 0.352$   $EDI_1 = -0.434$



Naturalidad-Auto-organización

$EII_2 = 0.187$   $HII_2 = 0.359$   $EDI_2 = -0.454$



Estabilidad-Auto-organización

$EII_3 = 0.111$   $HII_3 = 0.365$   $EDI_3 = -0.524$



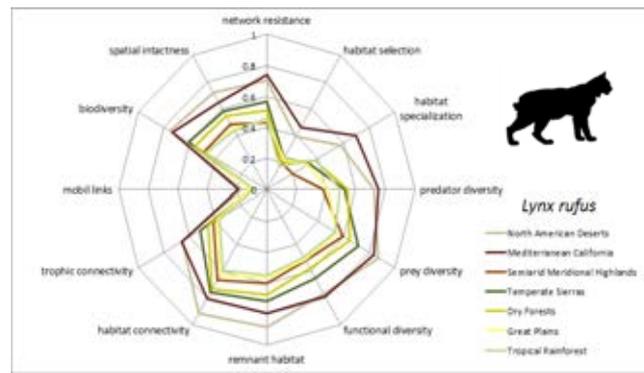
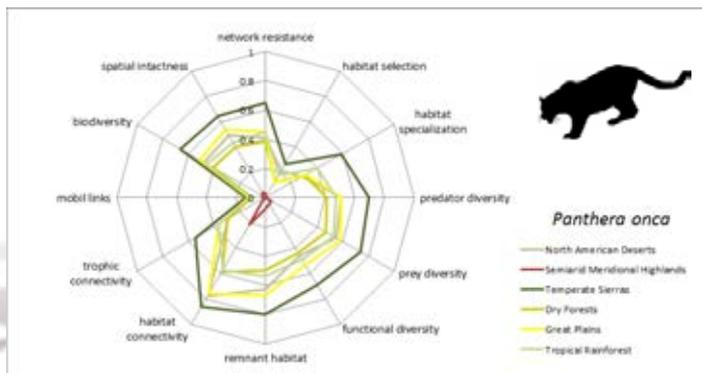
$EII_1 = 0.224$   $HII_1 = 0.520$   $EDI_1 = -0.256$



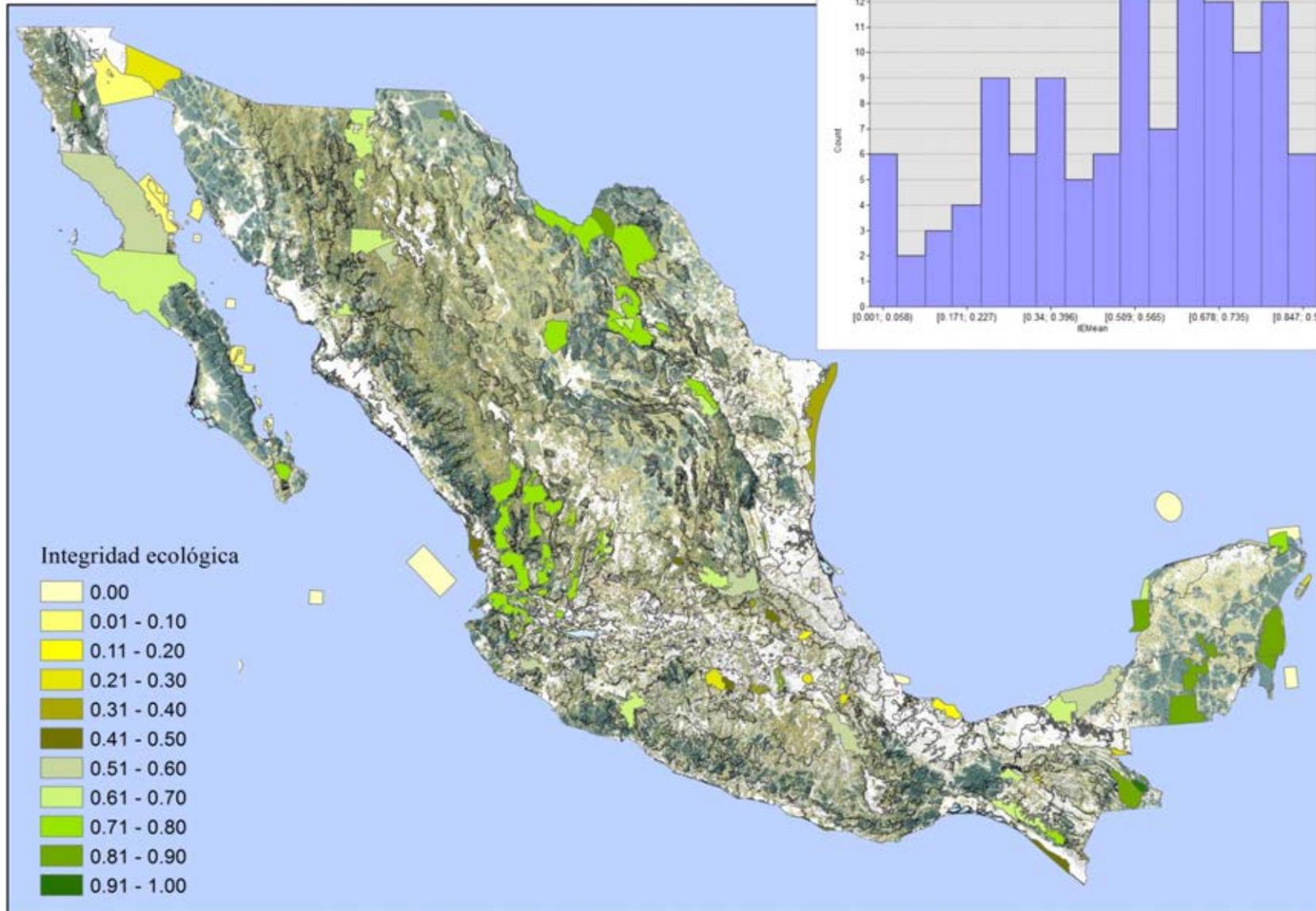
$EII_2 = 0.237$   $HII_2 = 0.494$   $EDI_2 = -0.269$



$EII_3 = 0.189$   $HII_3 = 0.521$   $EDI_3 = -0.290$



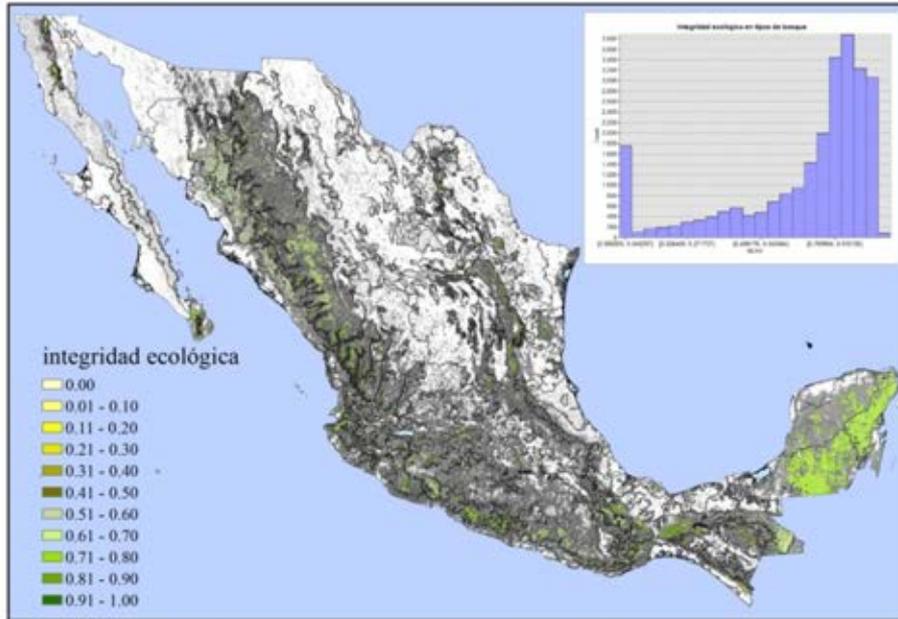
# Condición de integridad ecológica en áreas naturales protegidas



# Condición de integridad ecológica en áreas forestales



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

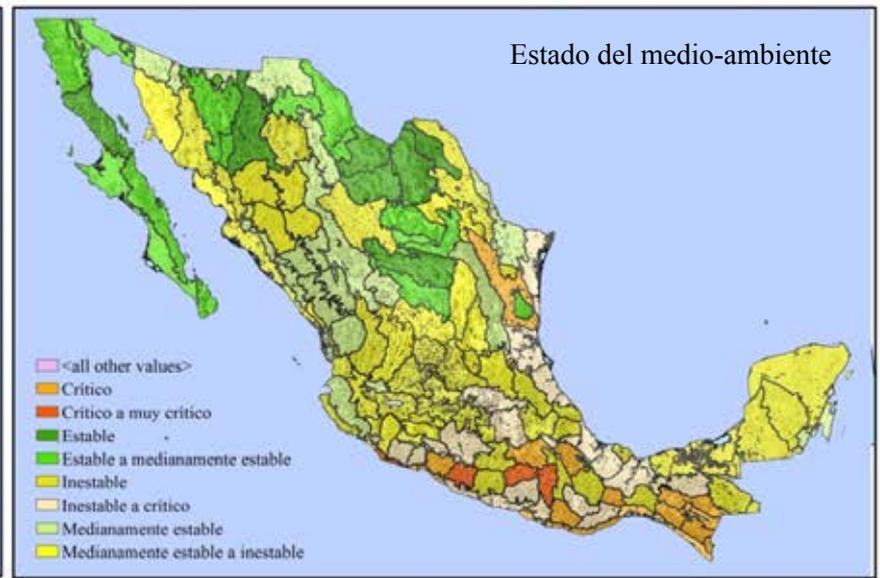
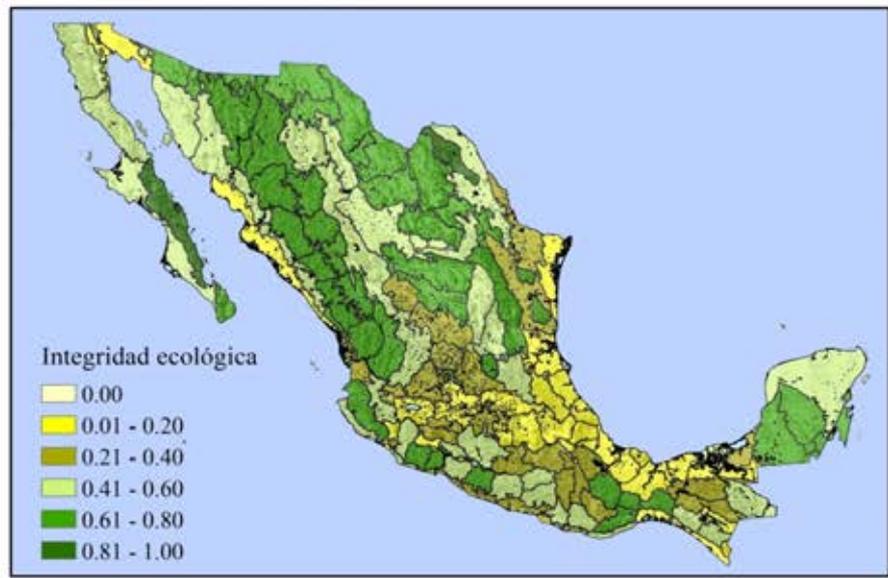
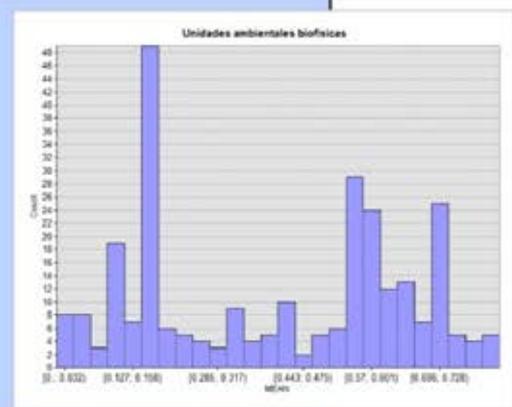
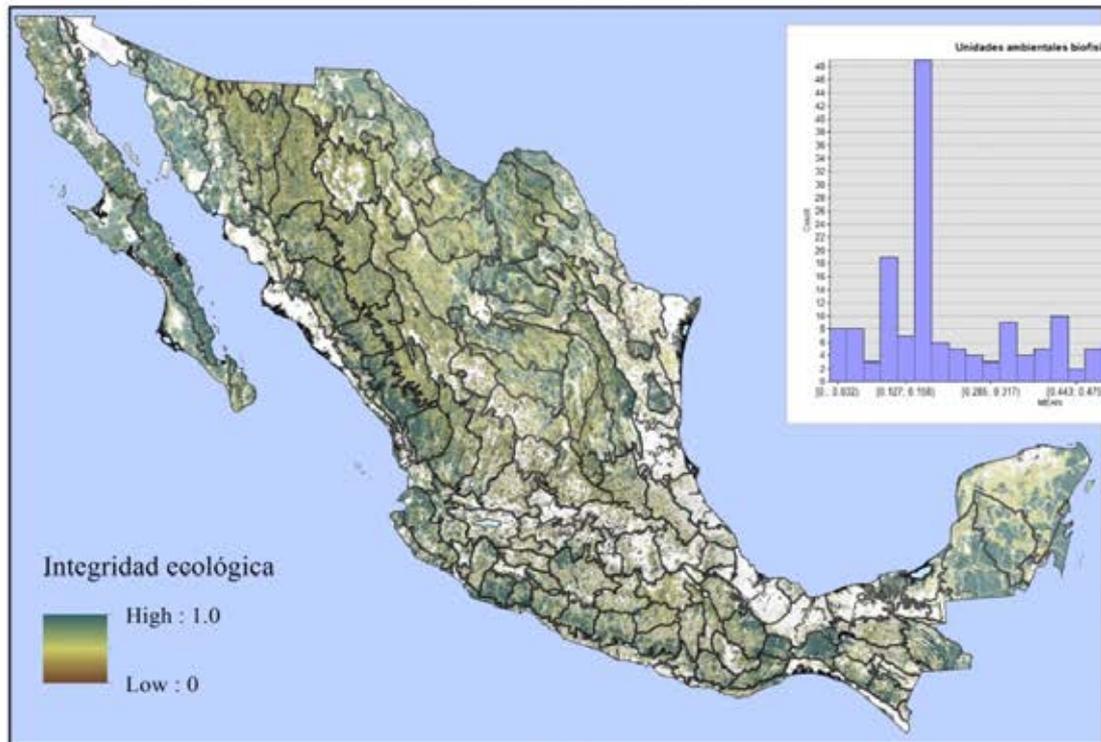


integridad ecológica

- 0.00
- 0.01 - 0.10
- 0.11 - 0.20
- 0.21 - 0.30
- 0.31 - 0.40
- 0.41 - 0.50
- 0.51 - 0.60
- 0.61 - 0.70
- 0.71 - 0.80
- 0.81 - 0.90
- 0.91 - 1.00



# Condición de integridad ecológica en unidades ambientales biofísicas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio de México



# Integridad ecológica en el uso y conservación de la biodiversidad



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## INTEGRIDAD ECOLOGICA

### Conservación de la Biodiversidad

Complejidad estructural, diversidad de árboles, arbustos y hierbas, epífitas, flores, aves, mamíferos pequeños y grandes



### Ambiente

Hábitats, refugios, control de plagas, ambientes físicos estables (humedad, temperatura, cantidad de luz), protección de flujos de agua, reducción de escorrentía, captura de carbono

### PRODUCTOS

Alimentos, medicinas, madera, materiales para construcción, combustibles, forrajes, ornamentales



### MANEJO

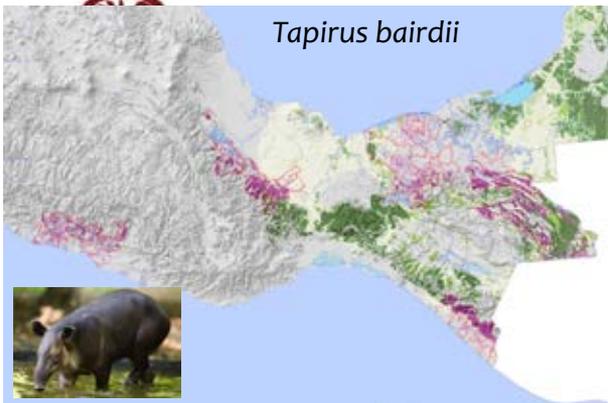
Flora y fauna silvestre, recursos hídricos, estructura de la vegetación (sistema agro-forestal)

## SISTEMAS AGRO-ECOLOGICOS FORESTALES (CACAO, CAFÉ)

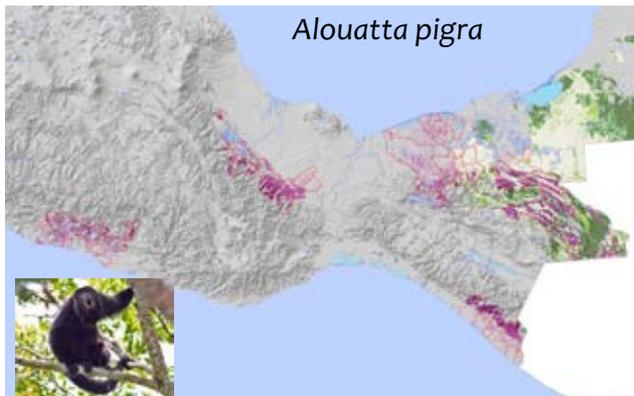


# Integridad ecológica y la distribución de otras especies

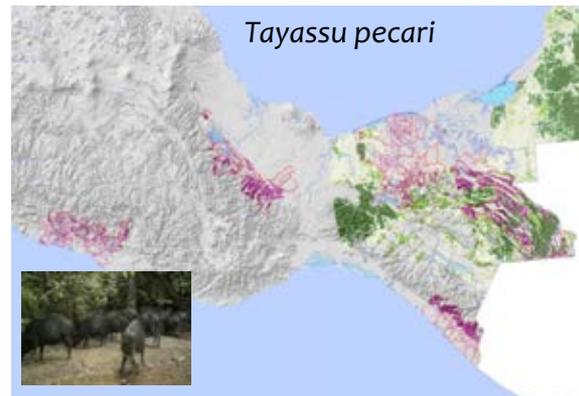
*Tapirus bairdii*



*Alouatta pigra*



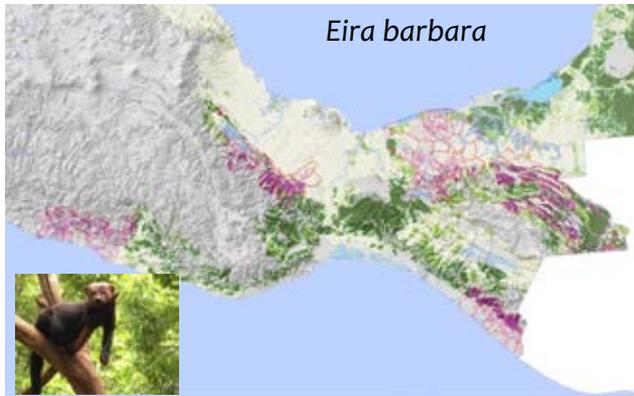
*Tayassu pecari*



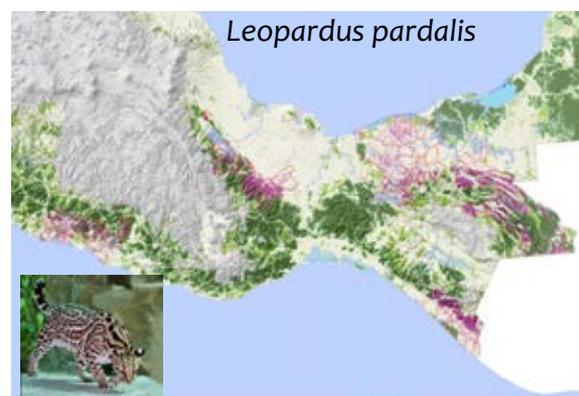
*Tamandua mexicana*



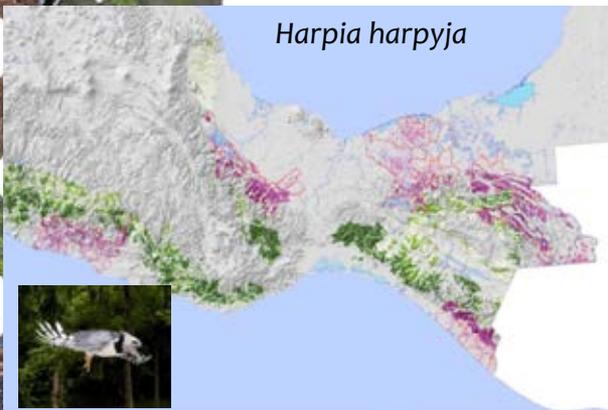
*Eira barbara*



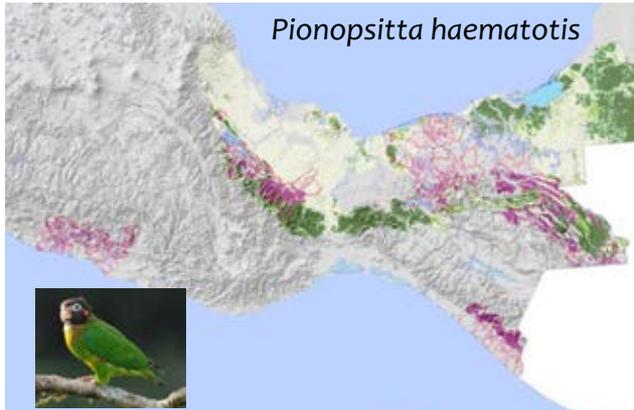
*Leopardus pardalis*



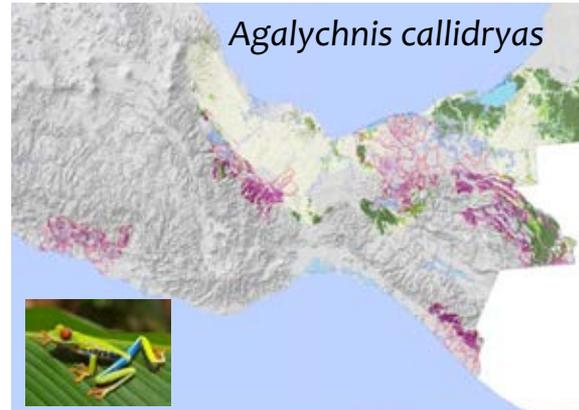
*Harpia harpyja*



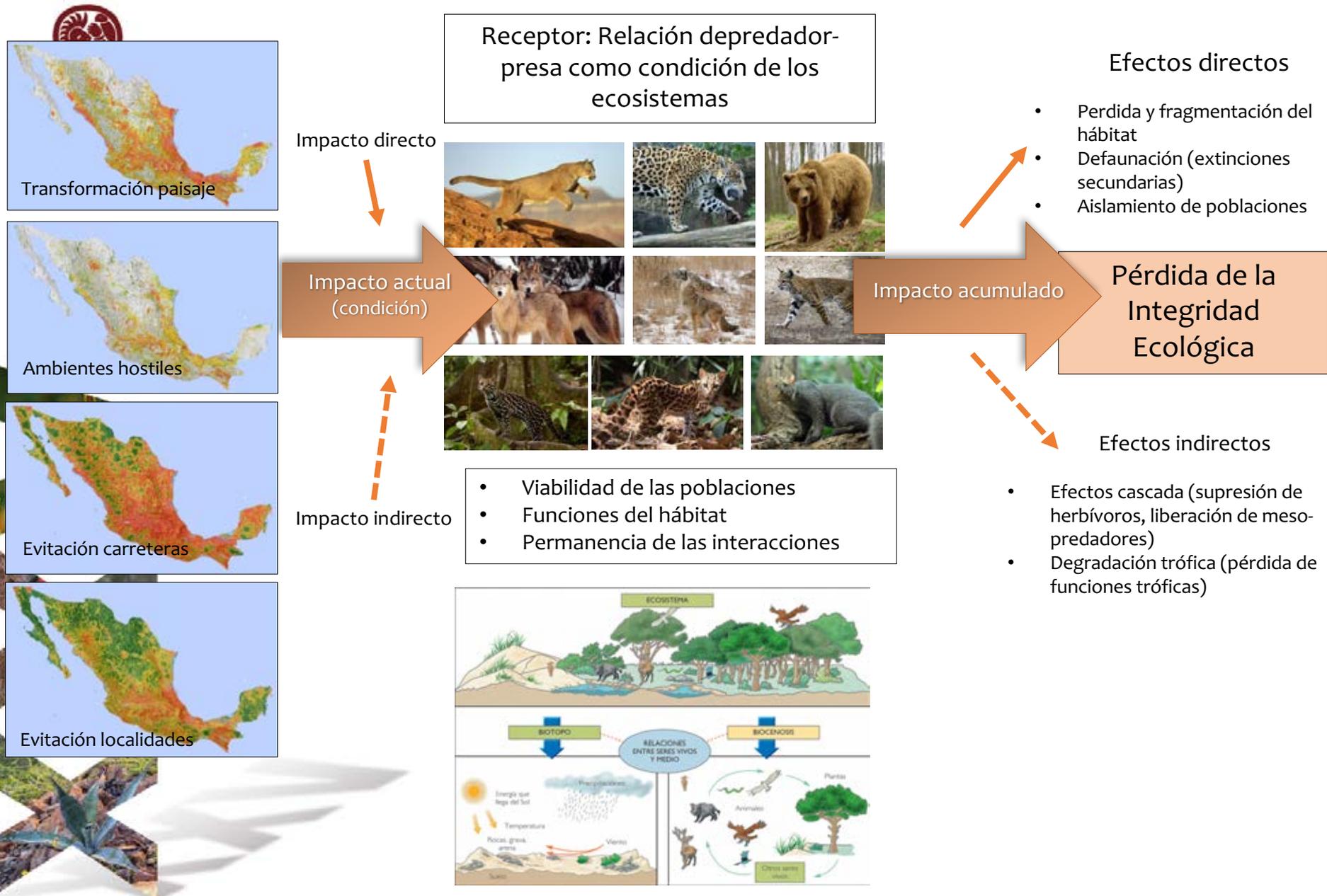
*Pionopsitta haematotis*



*Agalychnis callidryas*



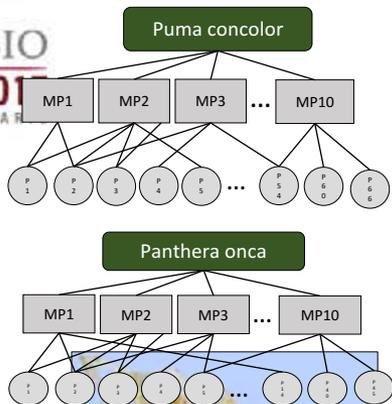
# Integridad ecológica en el marco conceptual del impacto en la defaunación





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Interacciones depredador-presa



## Manifestaciones de integridad ecológica



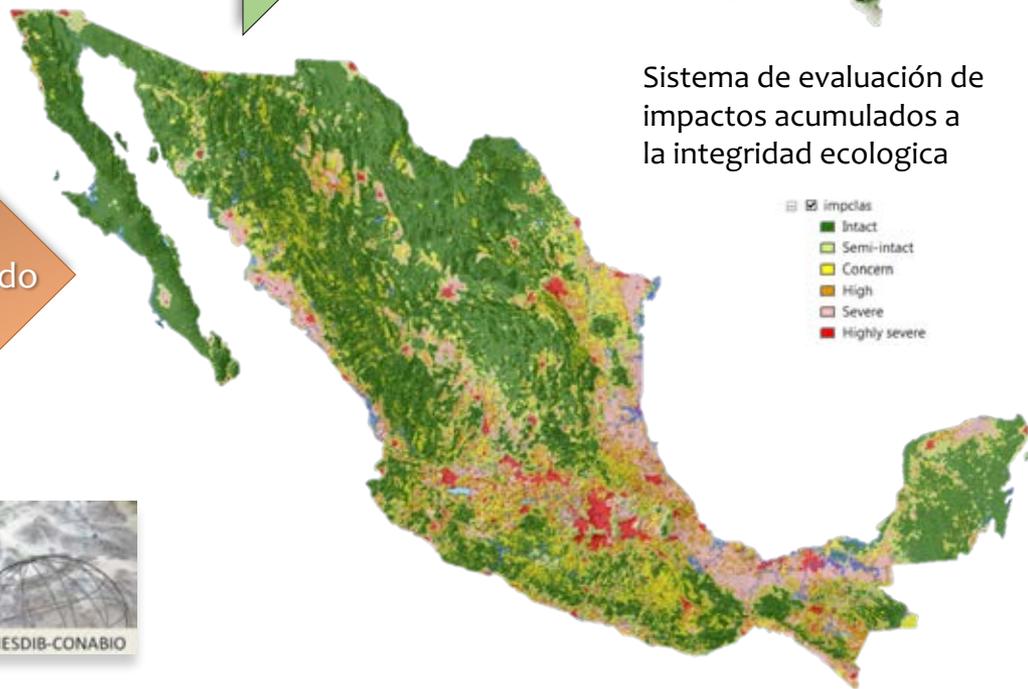
Depredadores superiores

Evaluación de la condición

Sistema jerárquico de evaluación de la integridad ecológica



Sistema de evaluación de impactos acumulados a la integridad ecológica



Transformación paisaje

Ambientes hostiles

Evitación carreteras

Evitación localida

Impacto acumulado



SIESDIB-CONABIO



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



“... vivimos los primeros días de la sexta extinción masiva de la Tierra”.

“... la defaunación es por tanto un componente dominante de la sexta extinción en masa del planeta y también un importante motor de cambio ecológico global.” — Dirzo et al., Defaunación en el Antropoceno (2014)



“Aunque podría ser bueno imaginar que hubo un tiempo en que el hombre vivió en armonía con la naturaleza, no es claro que realmente lo haya hecho.” — Elizabeth Kolbert, *The Sixth Extinction: An Unnatural History* (2014)