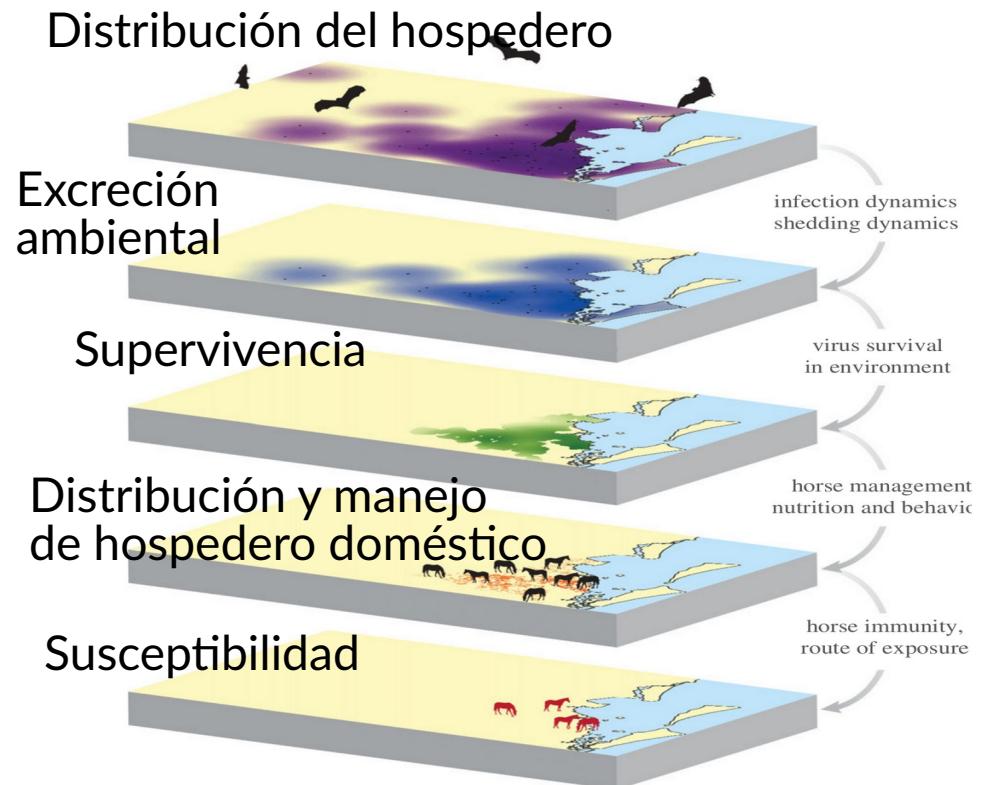


Aplicaciones de ecología espacial

Gerardo Martín

Diseminación de virus de murciélagos

- Parásitos silvestres a domésticos
- Producto de procesos a distintos niveles de organización
 - Espacialmente explícitos



Hendra virus

1994, Hendra y Mackay

- 21 caballos y 2 personas murieron

- Paramyxovirus:
Henipavirus
 - Mobiliviruses
Moquillo, sarampión
- No ha causado epidemias
 - Nipah (otro Henipavirus)



Source: The Courier Mail

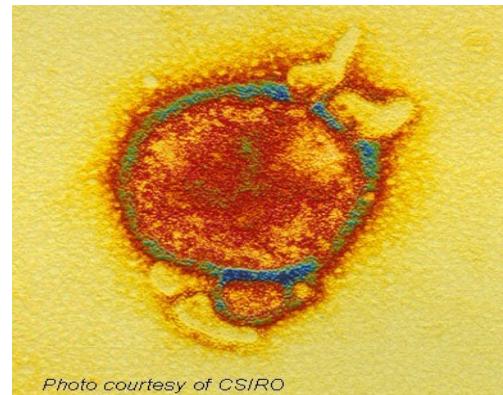


Photo courtesy of CSIRO

Hospederos - Zorro volador (ZV)

P. alecto



P. poliocephalus



P. conspicillatus



P. scapulatus



¿Cómo pasa de un frugívoro a herbívoro?

Posibles escenarios

Directa:



VS



Gradiente

Indirecta:

Modelo de supervivencia ambiental de HeV

- Inactivación constante o cambiar con el tiempo
- Solución analítica a distribución de tiempos
- Simple y flexible:
 - Weibull

$$\frac{dS}{dt} = \rho \kappa t^{\kappa-1} \exp(-\rho t^\kappa)$$

La distribución del tiempo ocurrido hasta la inactivación de una proporción S de HeV

- Experimentos de supervivencia → 4, 22 & 56 °C
 - BSL4 en AAHL (Paul Selleck)
 - TCID₅₀ Concentración de virus (t)

- **Modelo jerárquico**

- Parámetros de Weibull como función de temperatura experimental

$$S(t) = \exp(-\rho(T) t^{\kappa(T)})$$

Probabilidad de
sobrevivir →
hasta tiempo t

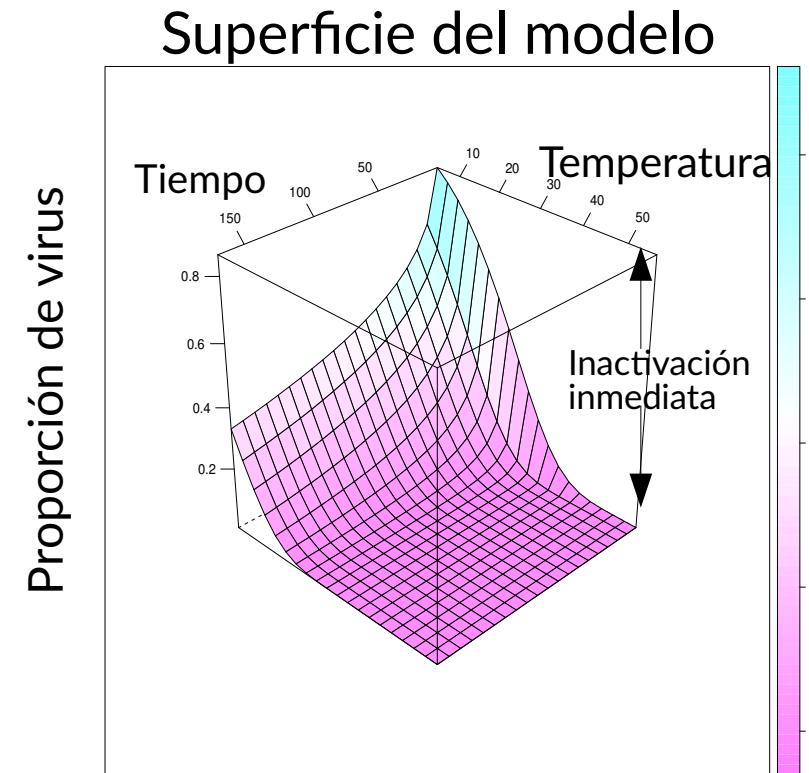
T = Temperatura

$$\rho(T) = \exp(\alpha_\rho + \beta_\rho T)$$

$$\kappa(T) = \alpha_\kappa + \exp(\beta_\kappa T)$$

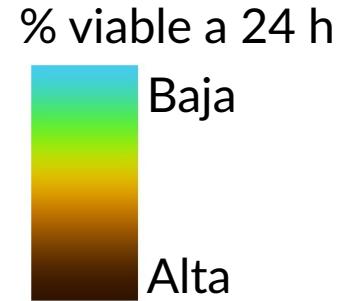
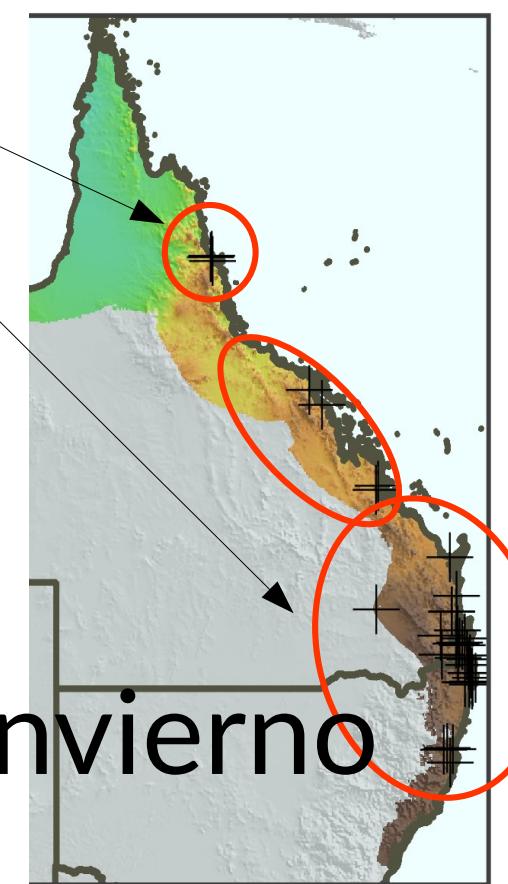
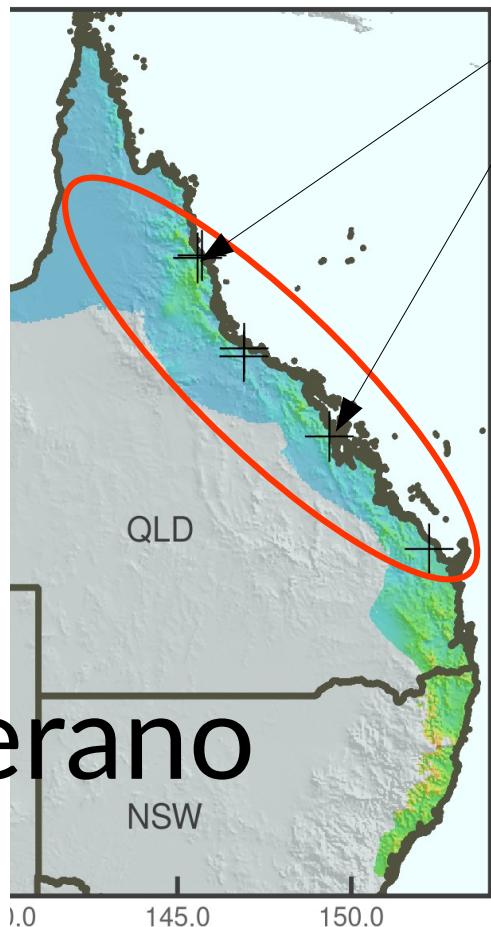
El modelo ajustado

- $R^2=0.98$
- Todos los parámetros afectados por temperatura ($P < 0.05$)
- Inactivación inmediata
 - ↑ a ↑ temperaturas
 - Desacelera con tiempo



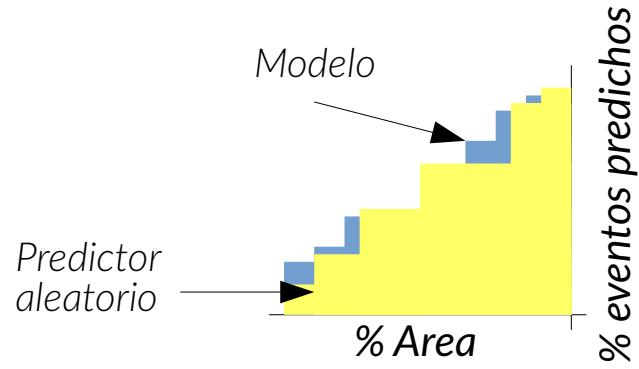
Espacio-tiempo

Eventos de diseminación



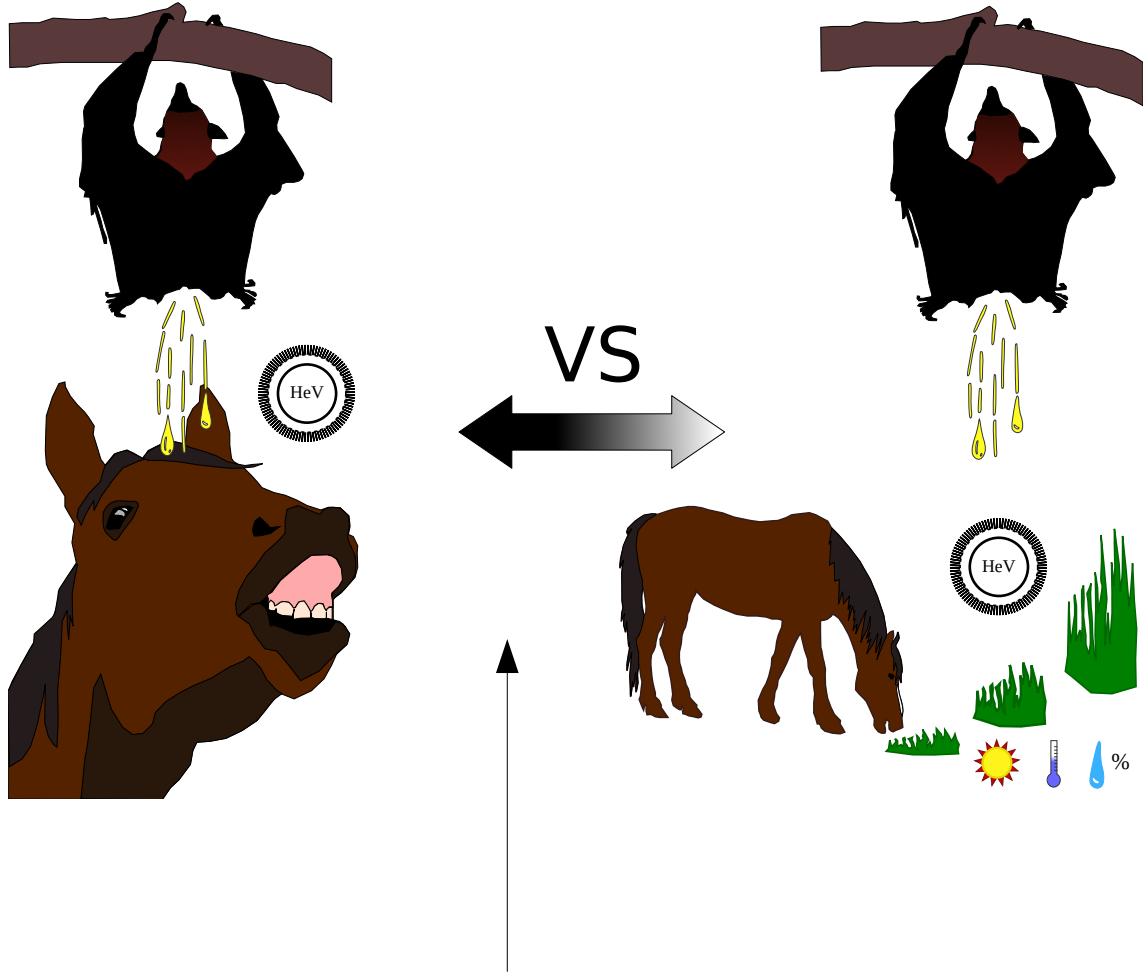
Capacidad predictiva

- Prueba de ROC parcial
 - Proporción de AUC ≈ 1 ($P>0.05$)
 - Todas las temporadas
- Viabilidad ambiental no predice riesgo



$$\text{Blue Square} / \text{Yellow Square} \approx 1 \quad \text{X}$$

- Transmisión relativamente directa:
 - Directa posible
 - Virus puede esperar contacto
- Cuánto tiempo?
- Es posible la acumulación?



Pero...

- Temperatura afecta otros procesos
 - Floración de eucaliptos y distribución de ZV
- Supervivencia es afectada tambien por:
 - UV, evaporación
- Transmisión es influenciada por demografía
- Viabilidad a 24 h podría ser alta ocasionalmente

Ecología del ofidismo

“The dynamic challenge of snakebite in South Asia in the face of global change”

- Similar a transmisión zoonotica
 - Desarrollar un modelo dinámico
 - Predicciones de cambio global

Modelo S - I

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI$$

Modelo matemático-estadístico para ofidismo:

$$H_{env} = H \times (1 - \exp(-\beta S))$$

H = Humanos

S = Serpientes

- Problema principal del modelo:

– Estimar S

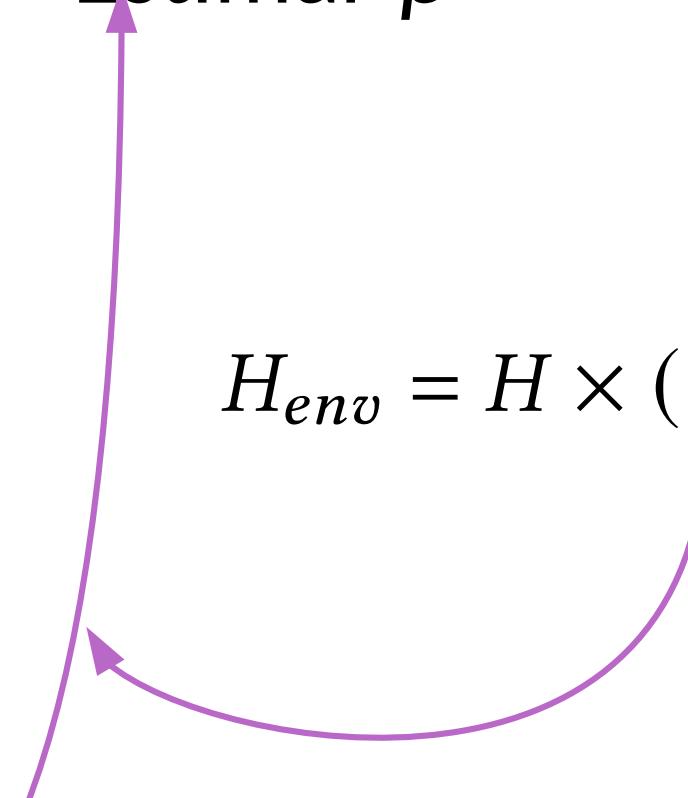


Estimar β

Registros de
ocurrencia +
Clima + uso de
suelo

Procesos de puntos

$$H_{env} = H \times (1 - \exp(-\beta S))$$



- Sri Lanka
 - 7 especies venenosas
 - Altísima incidencia
 - Datos muy buenos (para ofidismo)



- Estimar S



Estimar β

Registros de
ocurrencia +
Clima + uso de
suelo

Procesos de puntos

Patrón espacial
de abundancia

$$H_{env} = H \times \left(1 - \exp \left(- \sum \beta_i S_i \right) \right)$$



Modelos de nichodistribución de serpientes

- Clima → Bio N → Elipsoides
- Uso de suelo
 - Agricultura, bosque y cubierta arbórea
- Topografía
- Variable de sesgo

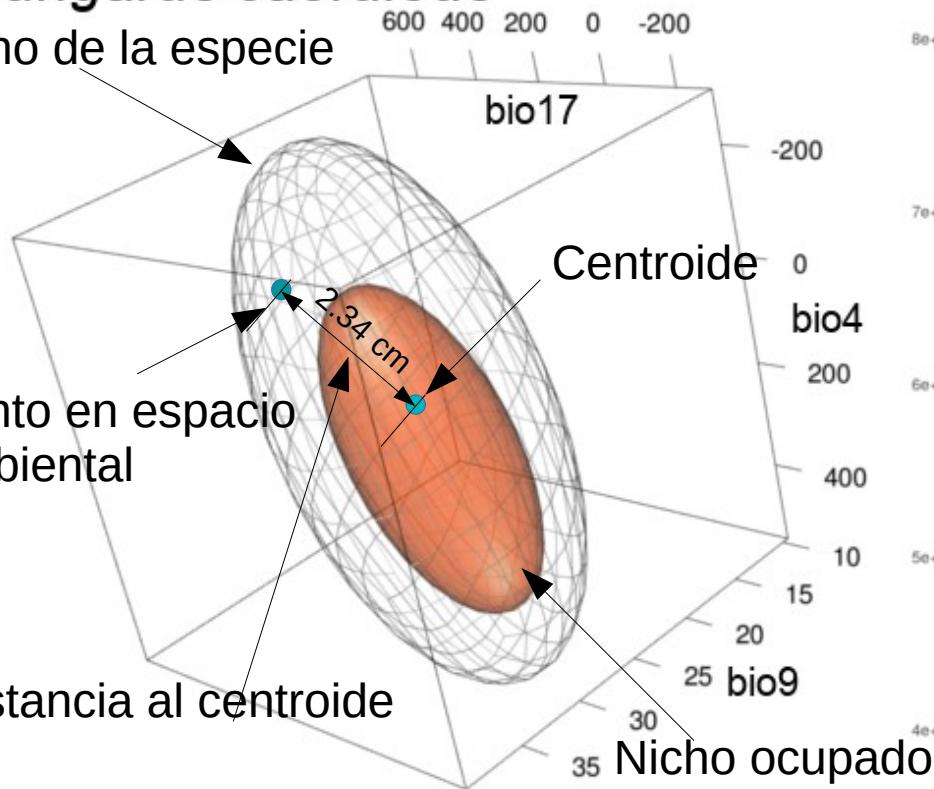
Métodos

- Patrones de abundancia: Procesos de puntos
 - Poisson → Interacción de Áreas → LGCP
 - Selección por AIC
- ~ 35 fórmulas + 9 elipsoides x 7 especies
- Validación con ROC Parcial
 - Particiones espaciales de ~ 50 km

Resultados

Bungarus caeruleus

Nicho de la especie



Punto en espacio ambiental

Distancia al centroide

Nicho ocupado en Sri Lanka

Point intensity



min

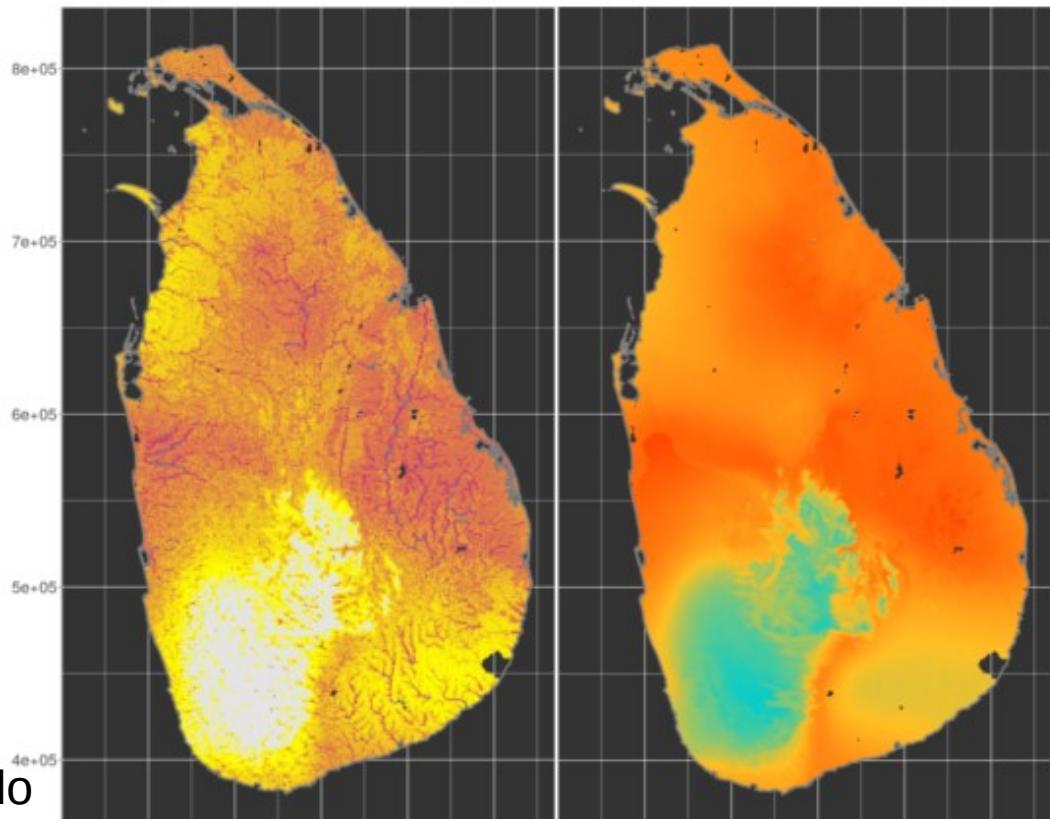
max

Distance to centroid (\log_{10})



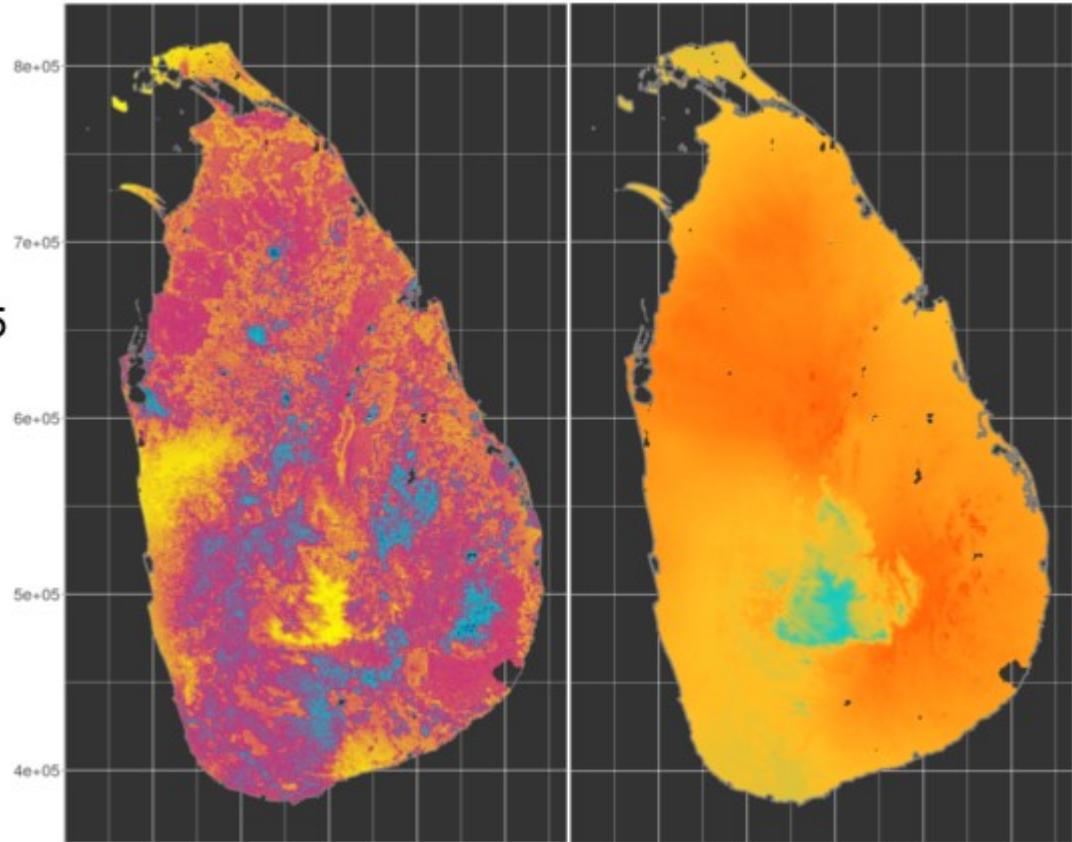
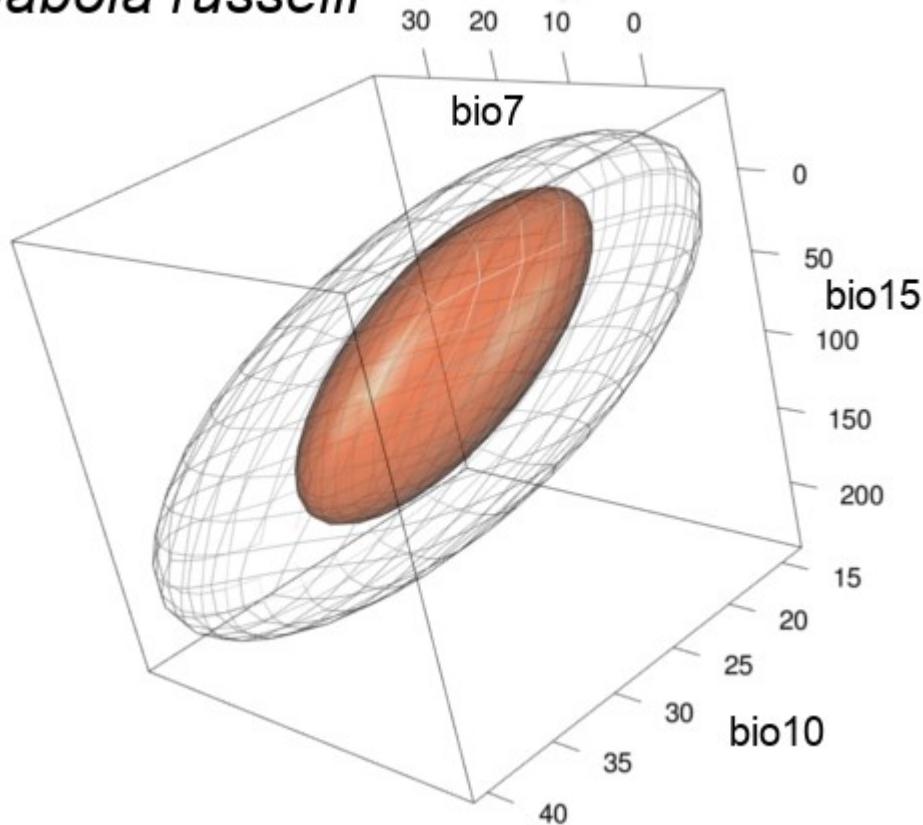
min

max



bio4 = Temperature seasonality, bio9 = Mean temp of driest 1/4,
bio17 = Precipitation of driest 1/4

Daboia russelli



bio7 = Rango anual de temperatura (14.7)

bio10 = Temp promedio del ¼ más cálido (27.0)

bio15 = Estacionalidad de temperatura (99.1)

Modelo de ofidismo

Incidencia = Mordidas × Probabilidad Envenenamiento

Mordidas = $\beta(LC)$ No Serpientes × Humanos

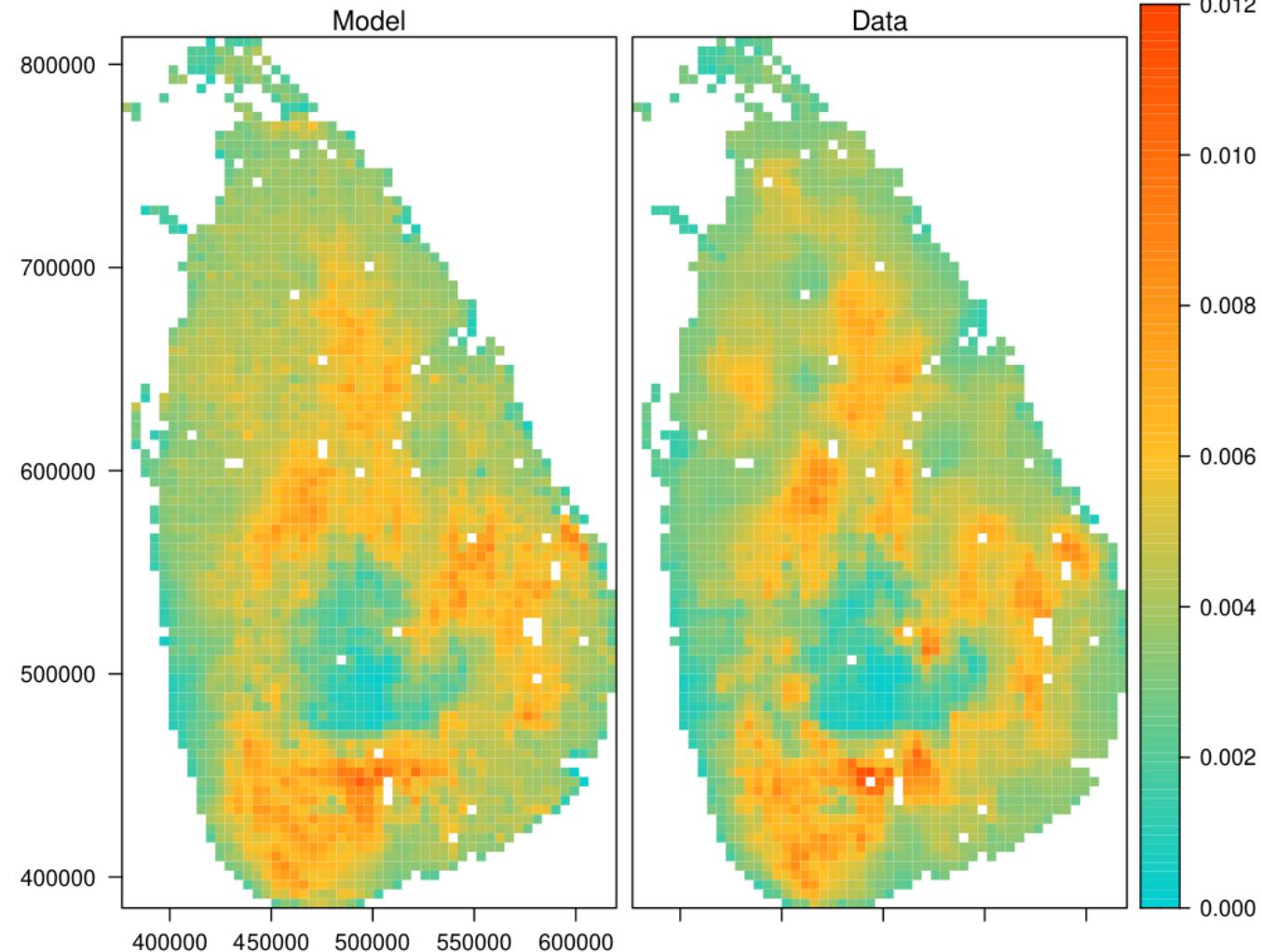
Probabilidad Envenenamiento = Spp × LC

No Serpientes (Clima, Suelo) = Clima + Suelo + γ

Incidencia de mordeduras
de serpientes

Función de todas las
especies

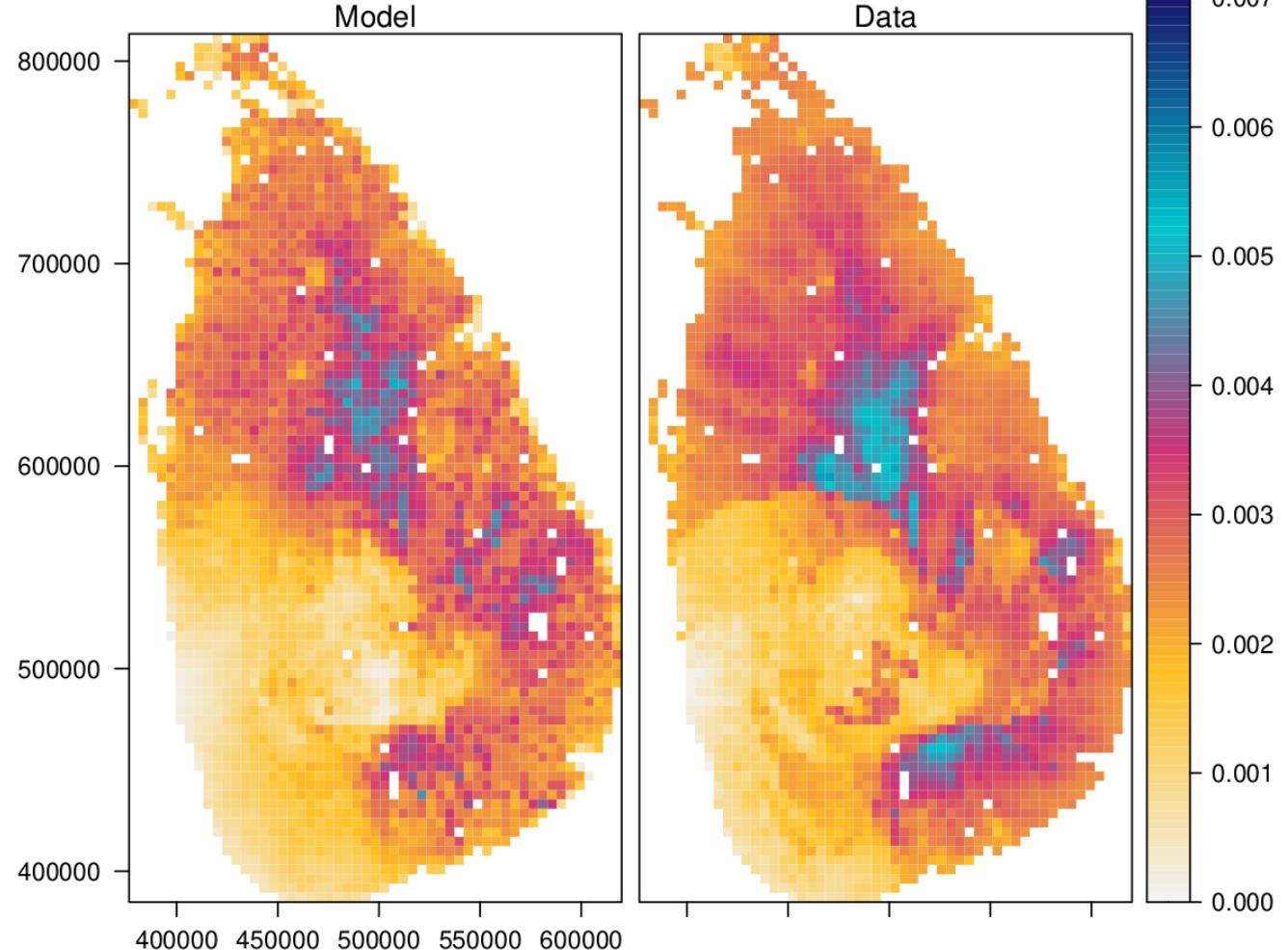
Snakebite incidence



Incidencia de
envenenamientos

Función de todas las
especies y mordeduras

Envenoming incidence



$$S_i = \exp(DNC + LC + Topo)$$

Clima

Topografía

Uso de suelo

Desarrollar datos de transferencia
(Escenarios de cambio global)

Predicciones de incidencia de ofidismo

Implicaciones del cambio global

- Ejercicio de transferencia
 - Modelos de serpientes
 - Clima y Uso de suelo
 - Modelo de incidencia
 - Modelos de serpientes
 - Uso de suelo y crecimiento poblacional

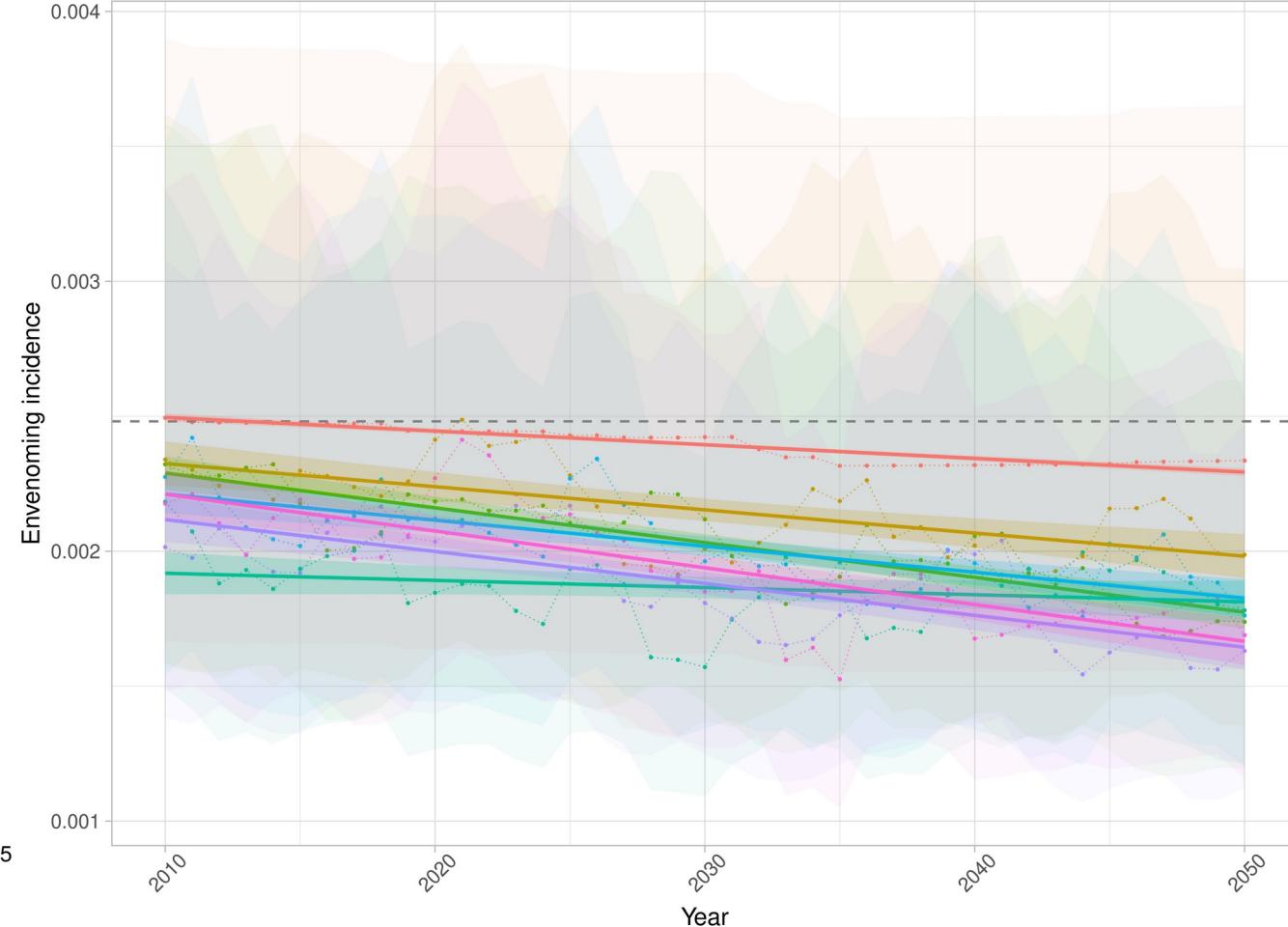
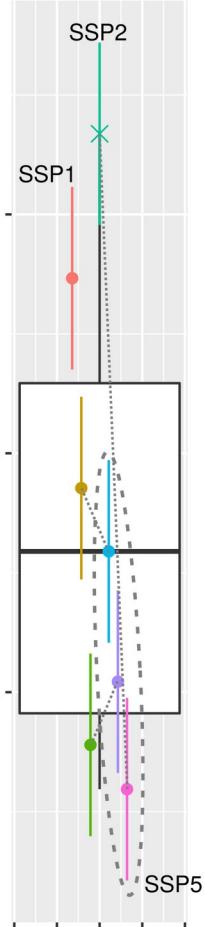
Disciplina	Contribución
Medicina - Epidemiología	Severidad de envenenamientos Estimaciones de incidencia
Biología	Comportamiento de especies Características de venenos
Ecología	Relaciones especies - clima Preferencias de hábitat Abundancias
Matemáticas	Modelos de transmisión de enfermedades
Estadística	Estimar parámetros de modelos Seleccionar modelo más apropiado Escalado de modelos climáticos
Ciencias sociales	Escenarios de proyección (shared socio-economic pathways) Crecimiento demográfico
Meteorología	Proyecciones cambio climático

- Shared socioeconomic pathways
 - Política, Economía mundial, Crecimiento → emisiones → clima
 - Población humana
 - Cambio de cobertura
 - Clima

Resultados generales

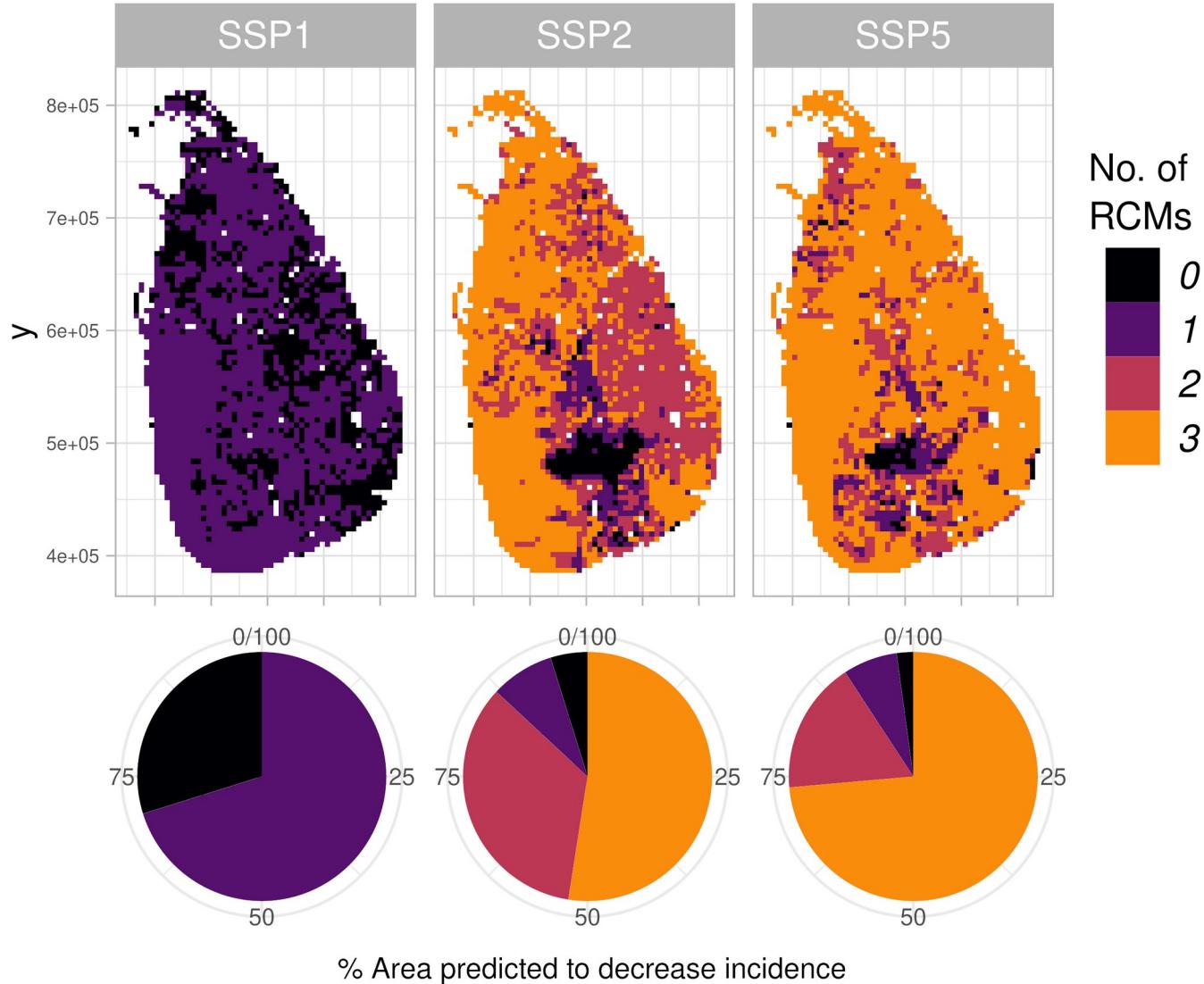
- Incidencia disminuye
 - Menor abundancia potencial de serpientes
 - Desplazamiento por humanos
 - Mayor declive en escenarios menos sustentables

Absolute incidence change per year



Scenario

SSP1	Sustainability
SSP2-CNRM-CM5	Middle of the road
SSP2-GFDL-CM3	Middle of the road
SSP2-MPI-ESM-LR	Middle of the road
SSP5-CNRM-CM5	Fossil fuelled
SSP5-GFDL-CM3	Fossil fuelled
SSP5-MPI-ESM-LR	Fossil fuelled



Eso es todo, gracias!