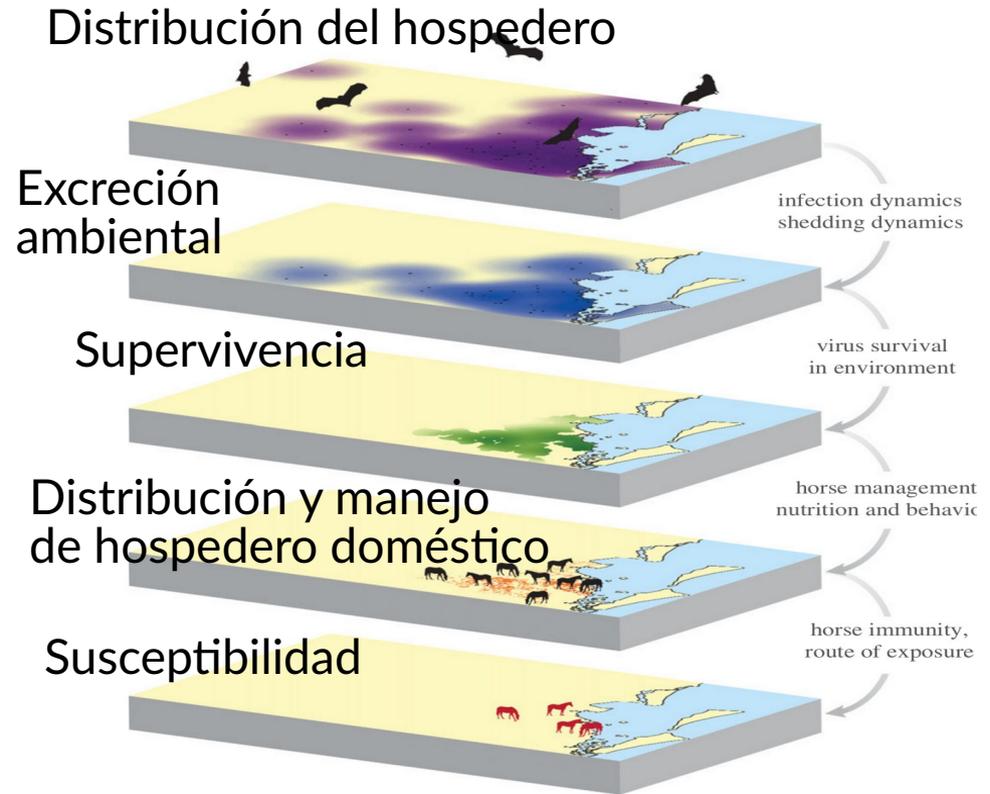


Aplicaciones de ecología espacial

Gerardo Martín

Diseminación de virus de murciélagos

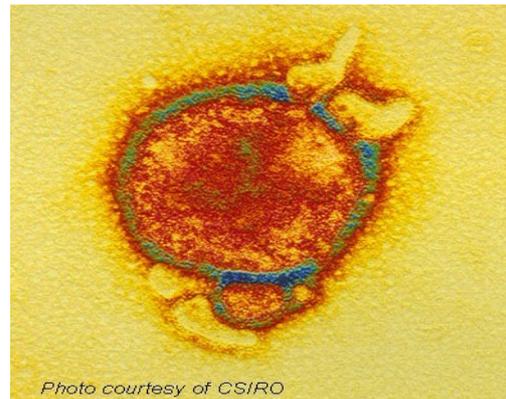
- Parásitos silvestres a domésticos
- Producto de procesos a distintos niveles de organización
 - Espacialmente explícitos



Hendra virus

1994, Hendra y Mackay

- 21 caballos y 2 personas murieron
- Paramyxovirus:
Henipavirus
 - Mobiliviruses
 - Moquillo, sarampión
- No ha causado epidemias
 - Nipah (otro Henipavirus)



Hospederos - Zorro volador (ZV)

P. alecto



P. poliocephalus



P. conspicillatus



P. scapulatus

¿Cómo pasa de un frugívoro a herbívoro?

Posibles escenarios

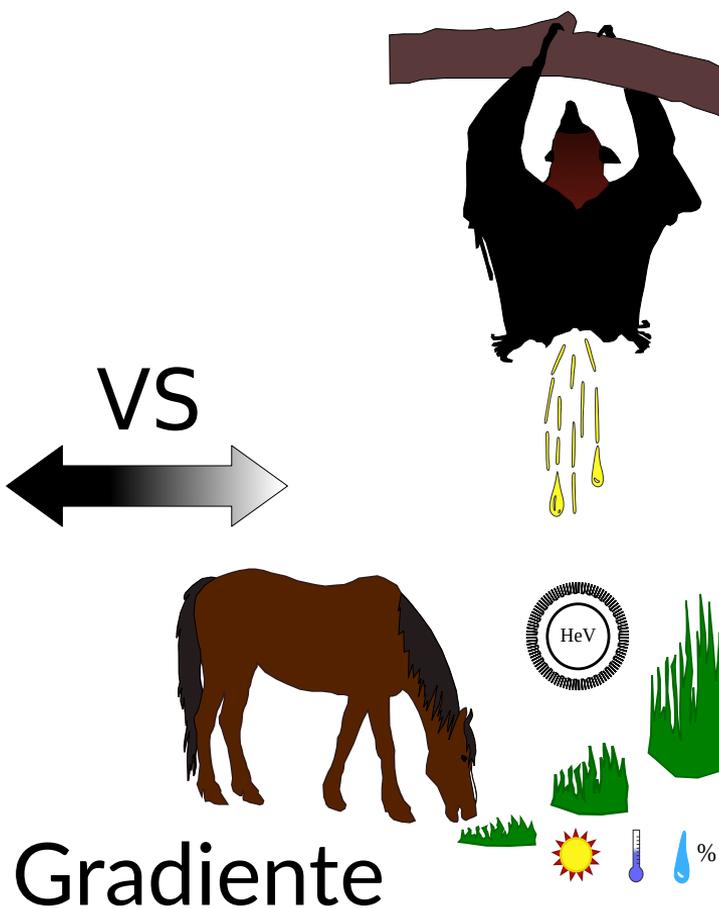
Directa:



VS



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 →

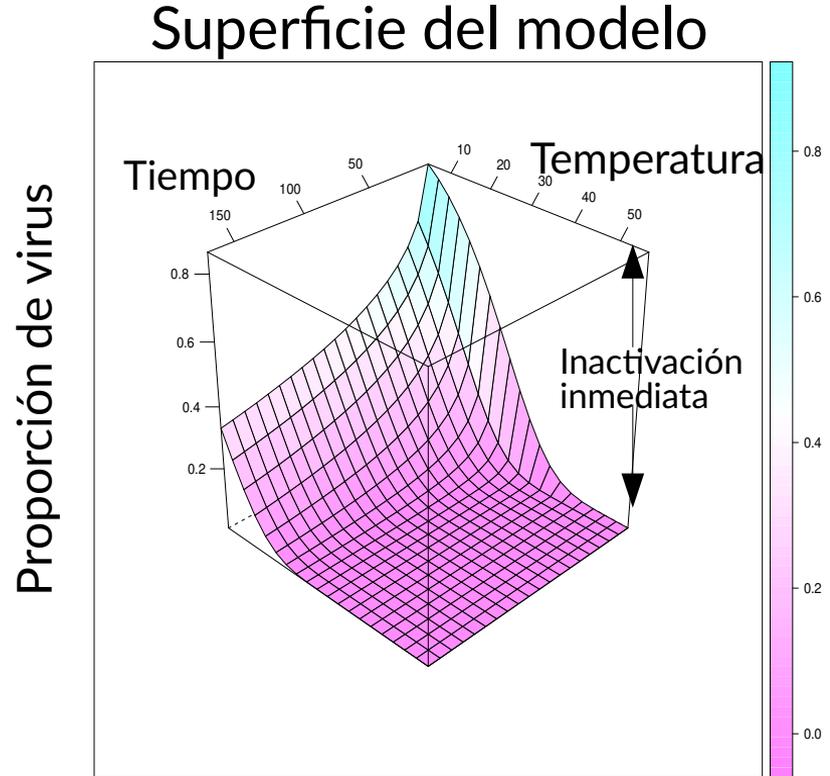
$$\rho(T) = \exp(\alpha_\rho + \beta_\rho T)$$

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

T = Temperatura

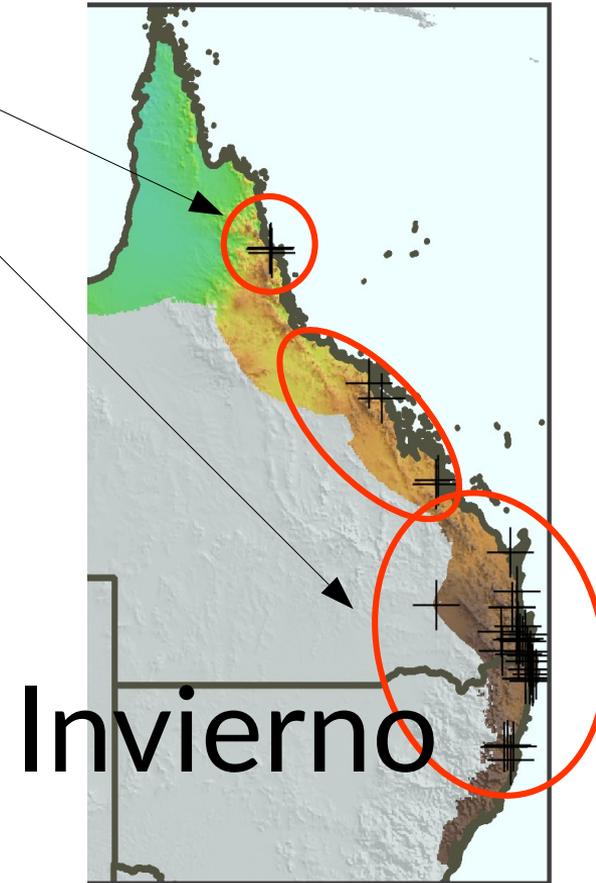
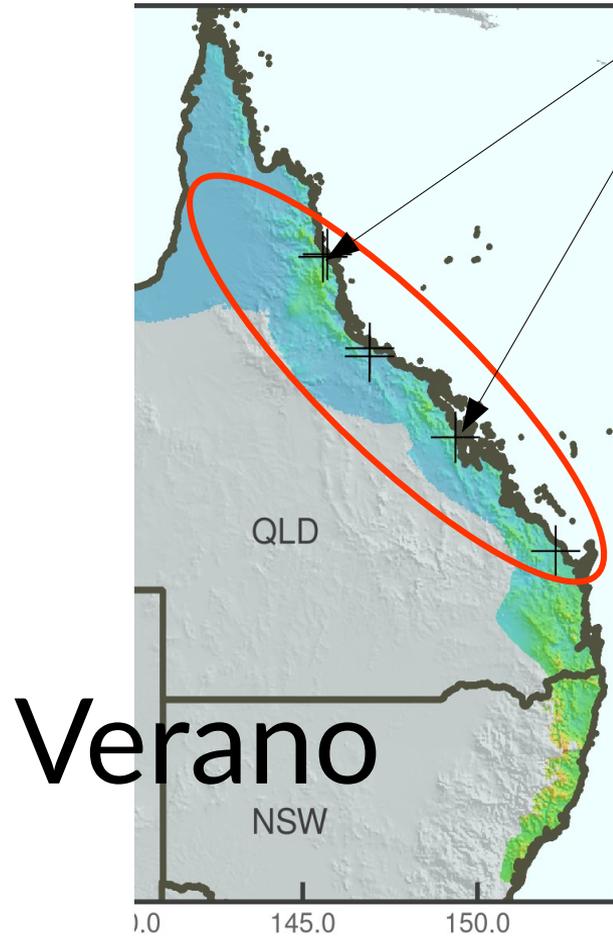
El modelo ajustado

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

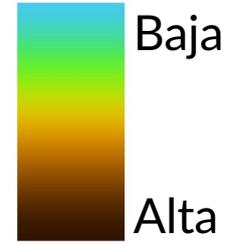


Espacio-tiempo

Eventos de diseminación



% viable a 24 h

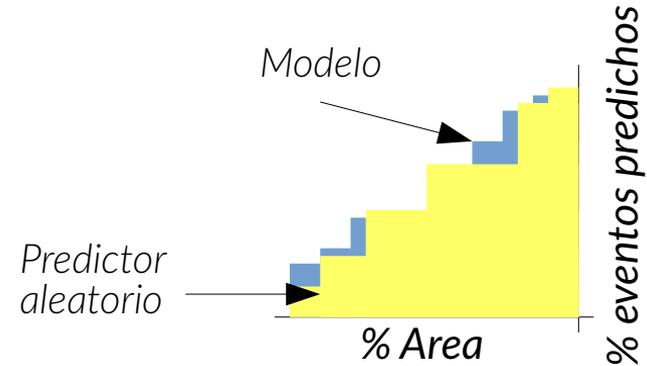


Capacidad predictiva

- Prueba de ROC parcial

- Proporción de AUC ≈ 1 ($P > 0.05$)
- Todas las temporadas

- Viabilidad ambiental no predice riesgo

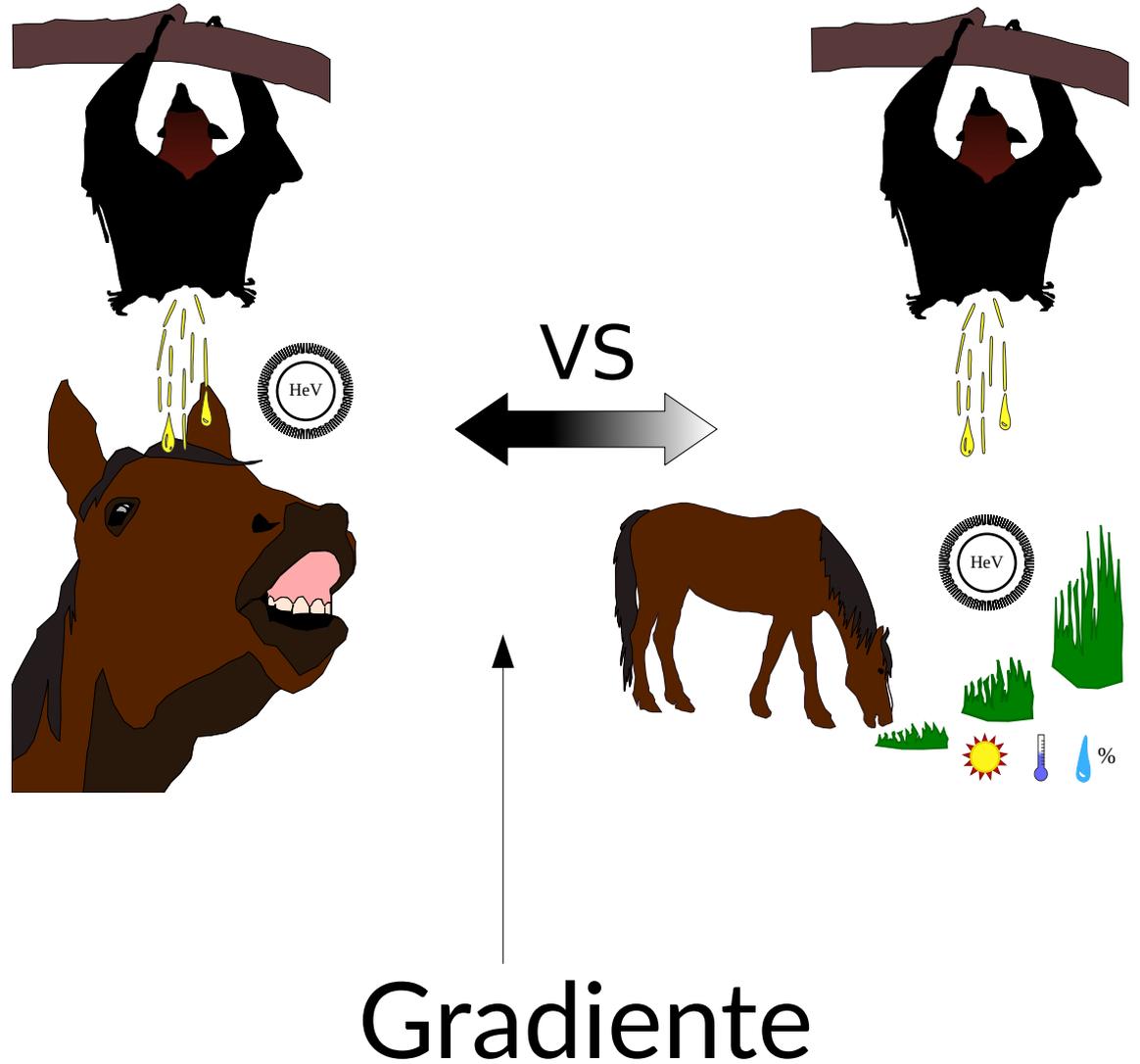


$$\text{Cuadrado azul} / \text{Cuadrado amarillo} \approx 1 \quad \times$$

- 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 también 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 zoonótica
 - 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)



Trimeresurus trigonocephalus

– Estimar S



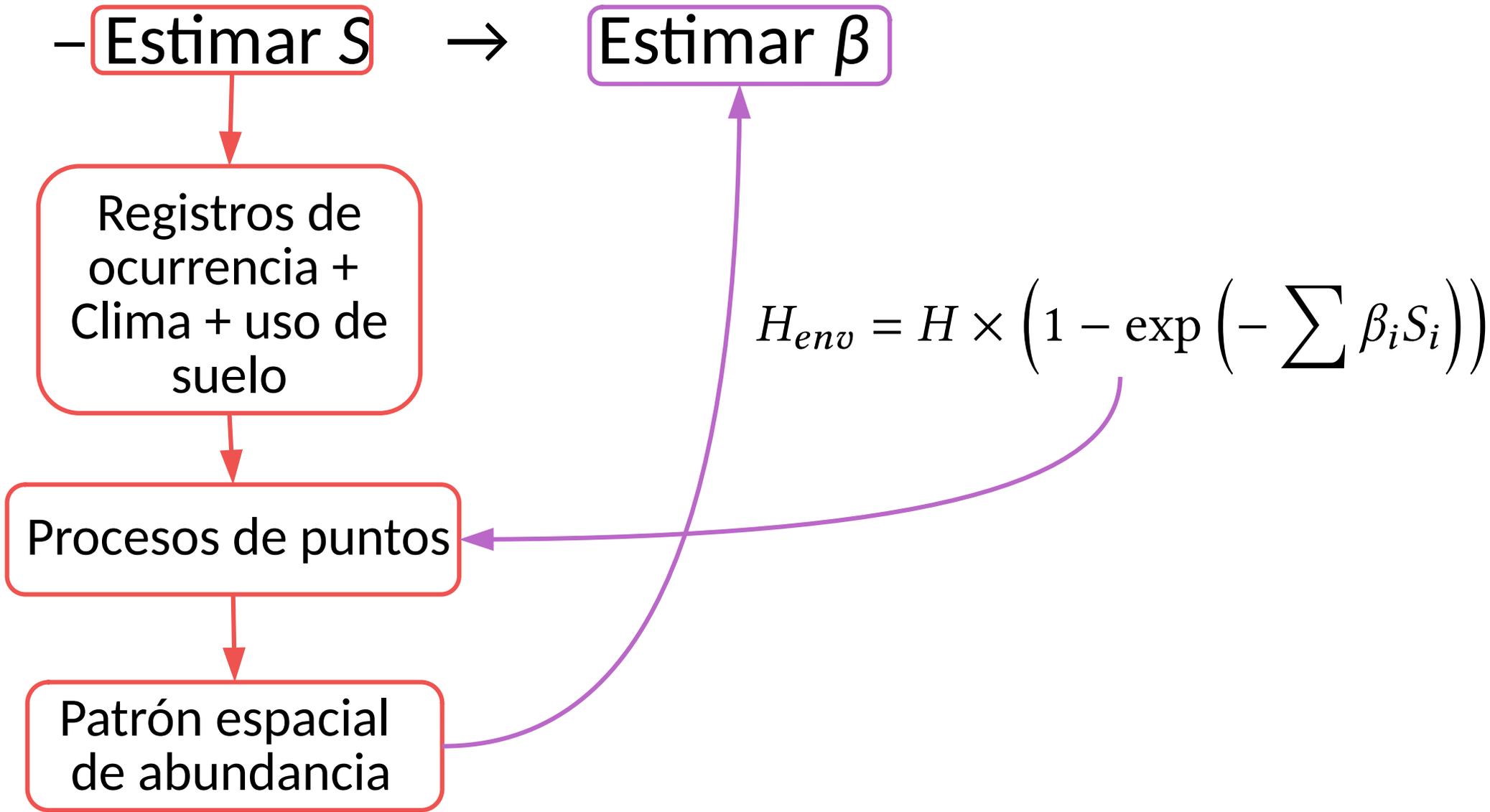
Estimar β

Registros de
ocurrencia +
Clima + uso de
suelo

Procesos de puntos

Patrón espacial
de abundancia

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



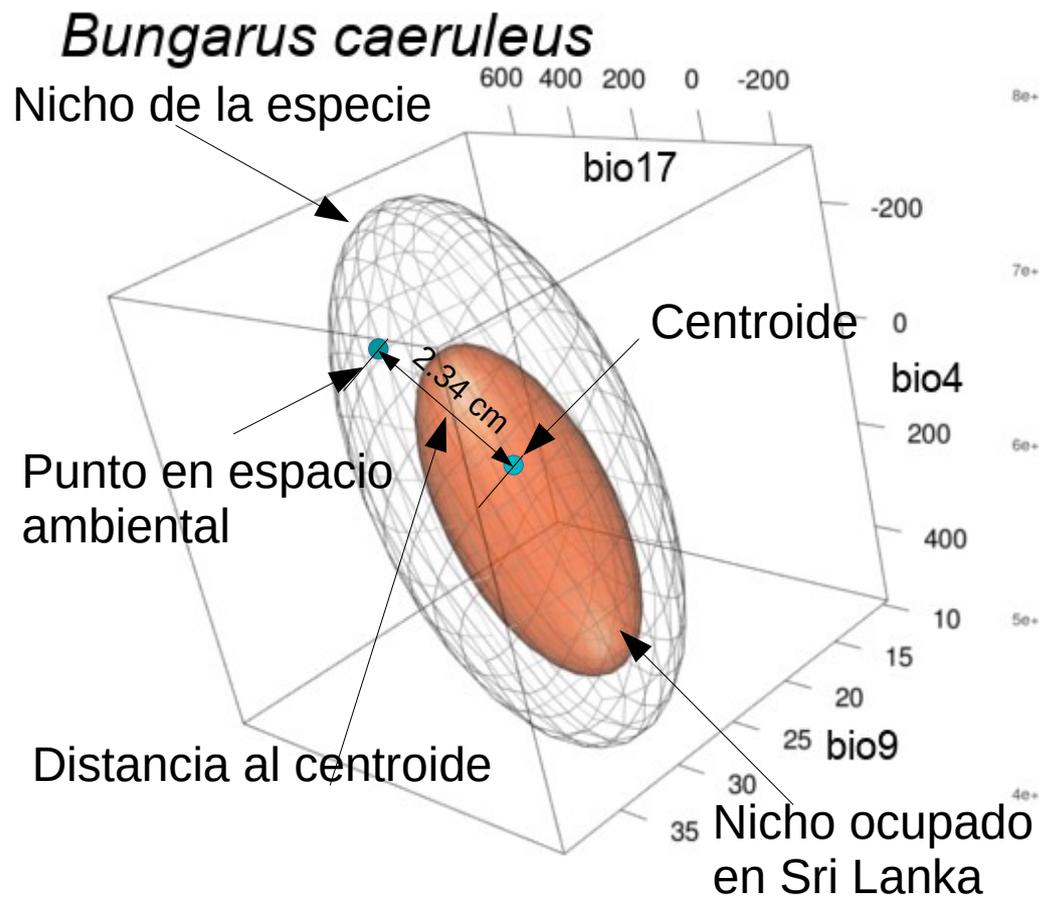
Modelos de nichodistribución de serpientes

- 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



Point intensity



min

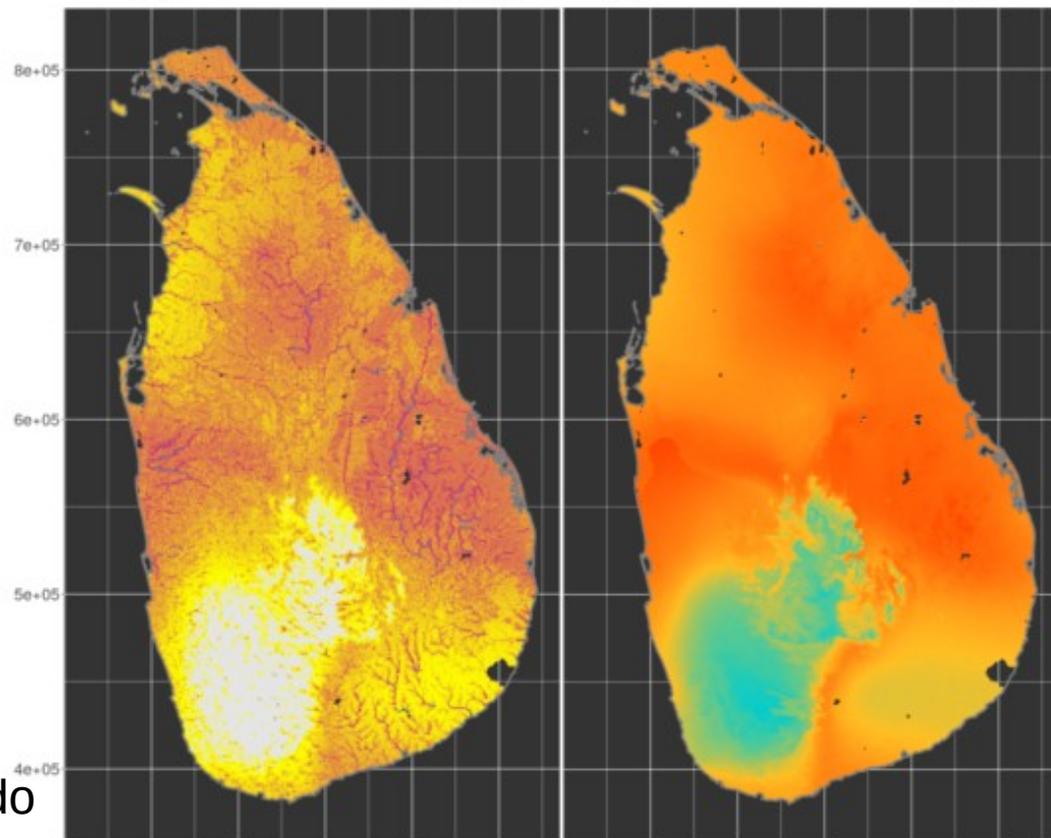
max

Distance to centroid (\log_{10})



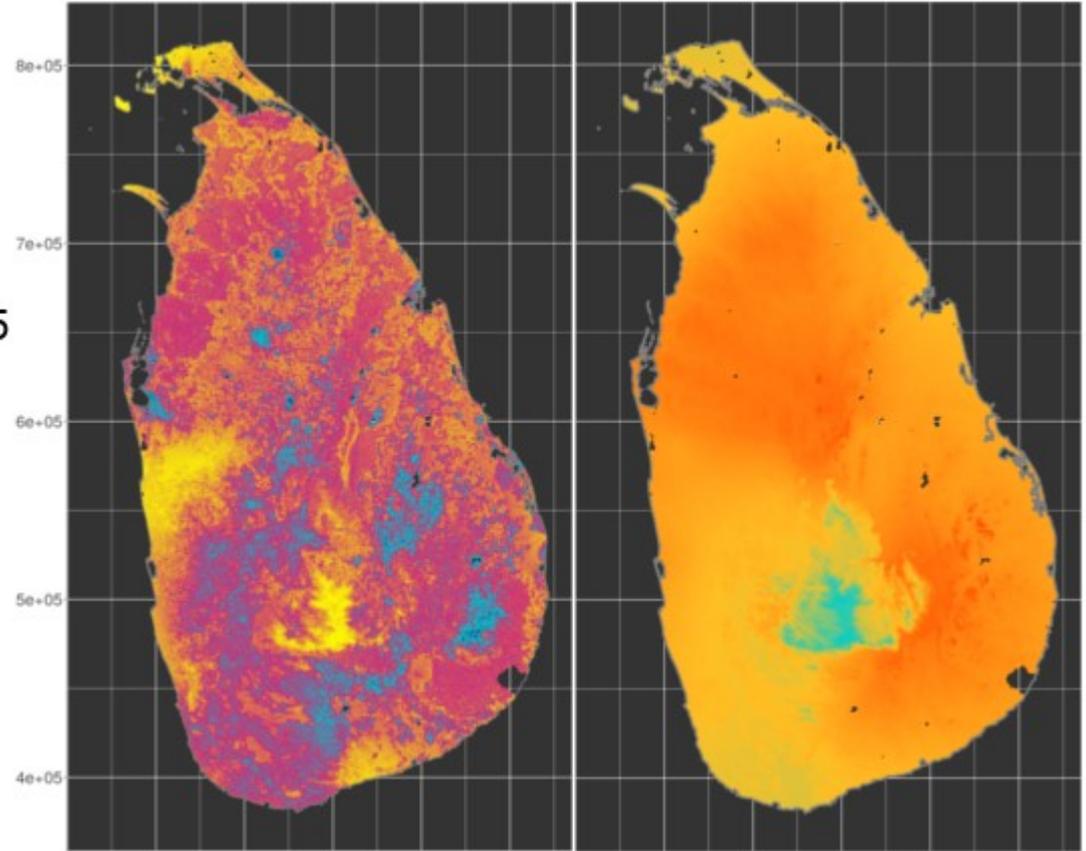
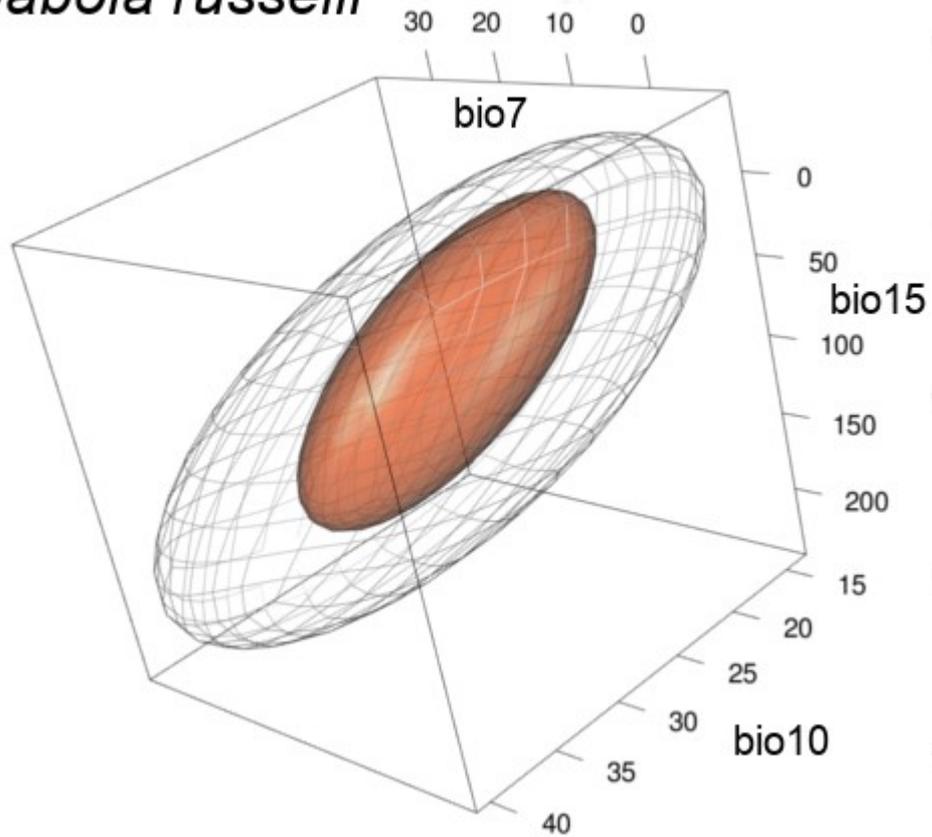
min

max



bio4 = Temperature seasonality, bio9 = Mean temp of driest $\frac{1}{4}$,
 bio17 = Precipitation of driest $\frac{1}{4}$

Daboia russelli



- bio7 = Rango anual de temperatura (14.7)
- bio10 = Temp promedio del $\frac{1}{4}$ más cálido (27.0)
- bio15 = Estacionalidad de temperatura (99.1)

Modelo de ofidismo

Incidencia = Mordidas \times Probabilidad Envenenamiento

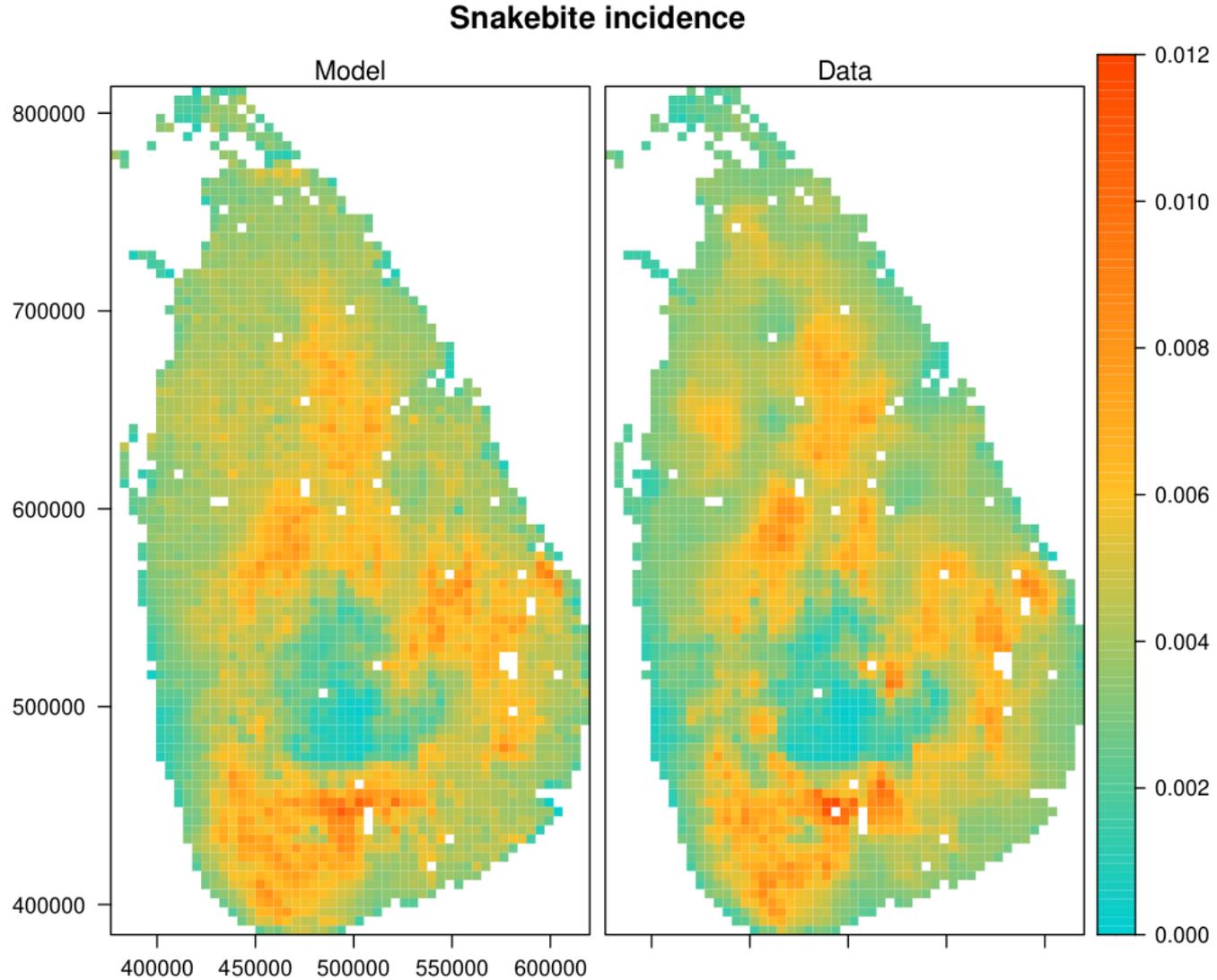
Mordidas = $\beta(LC)$ No Serpientes \times Humanos

Probabilidad Envenenamiento = $Spp \times LC$

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

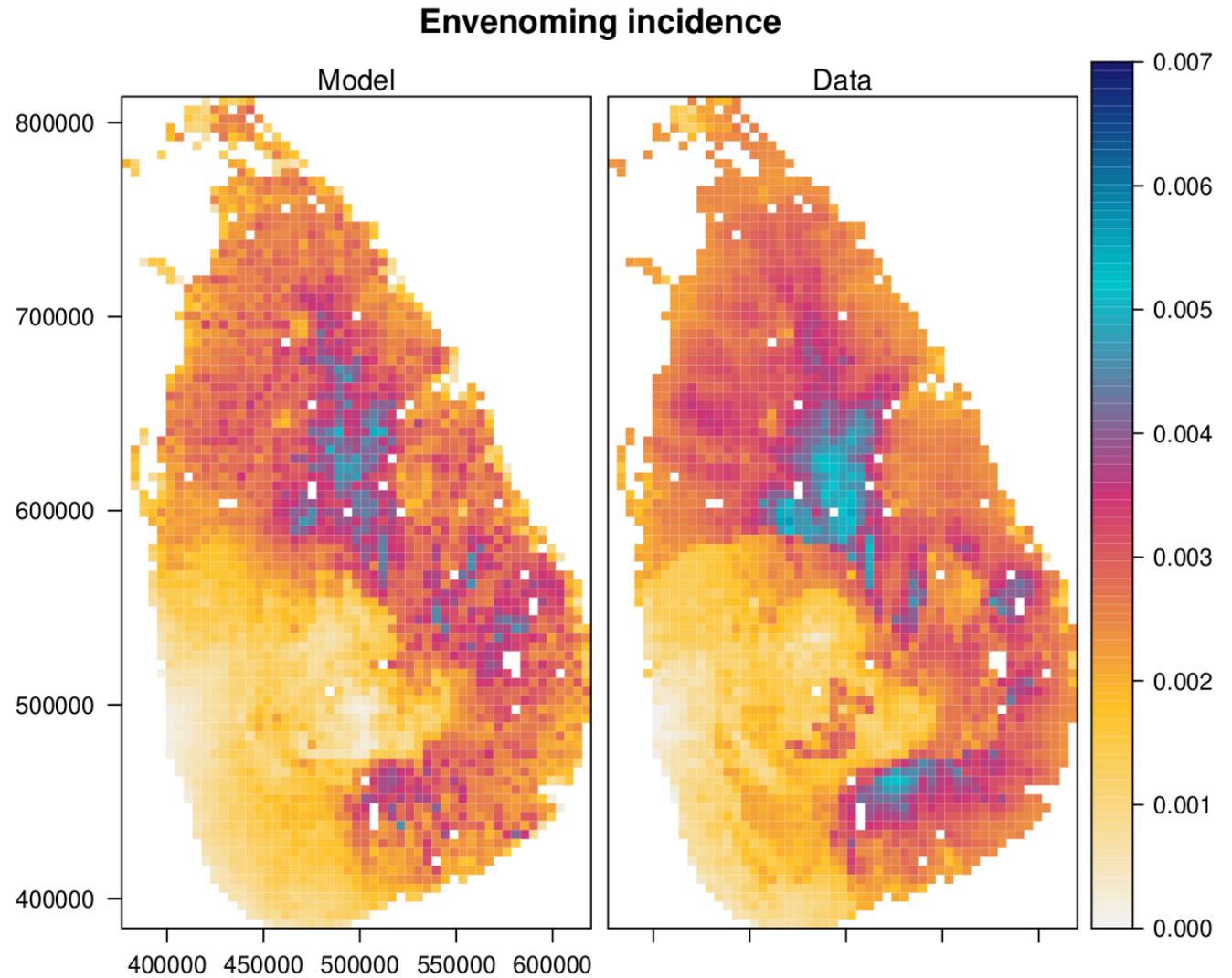
Incidencia de mordeduras
de serpientes

Función de todas las
especies

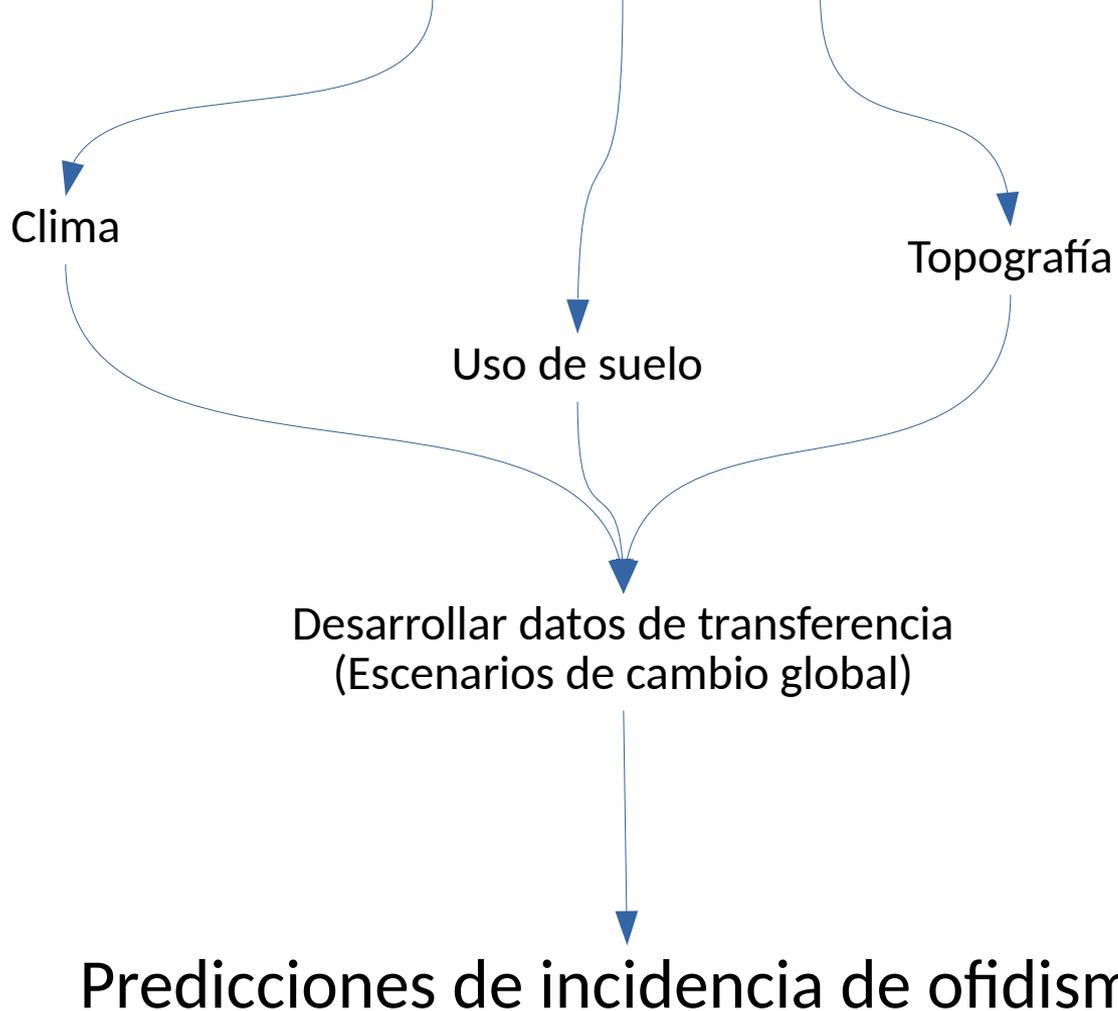


Incidencia de
envenenamientos

Función de todas las
especies y mordeduras



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



Implicaciones del cambio global

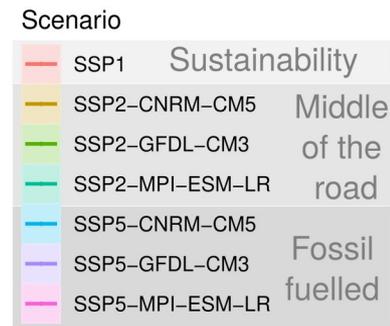
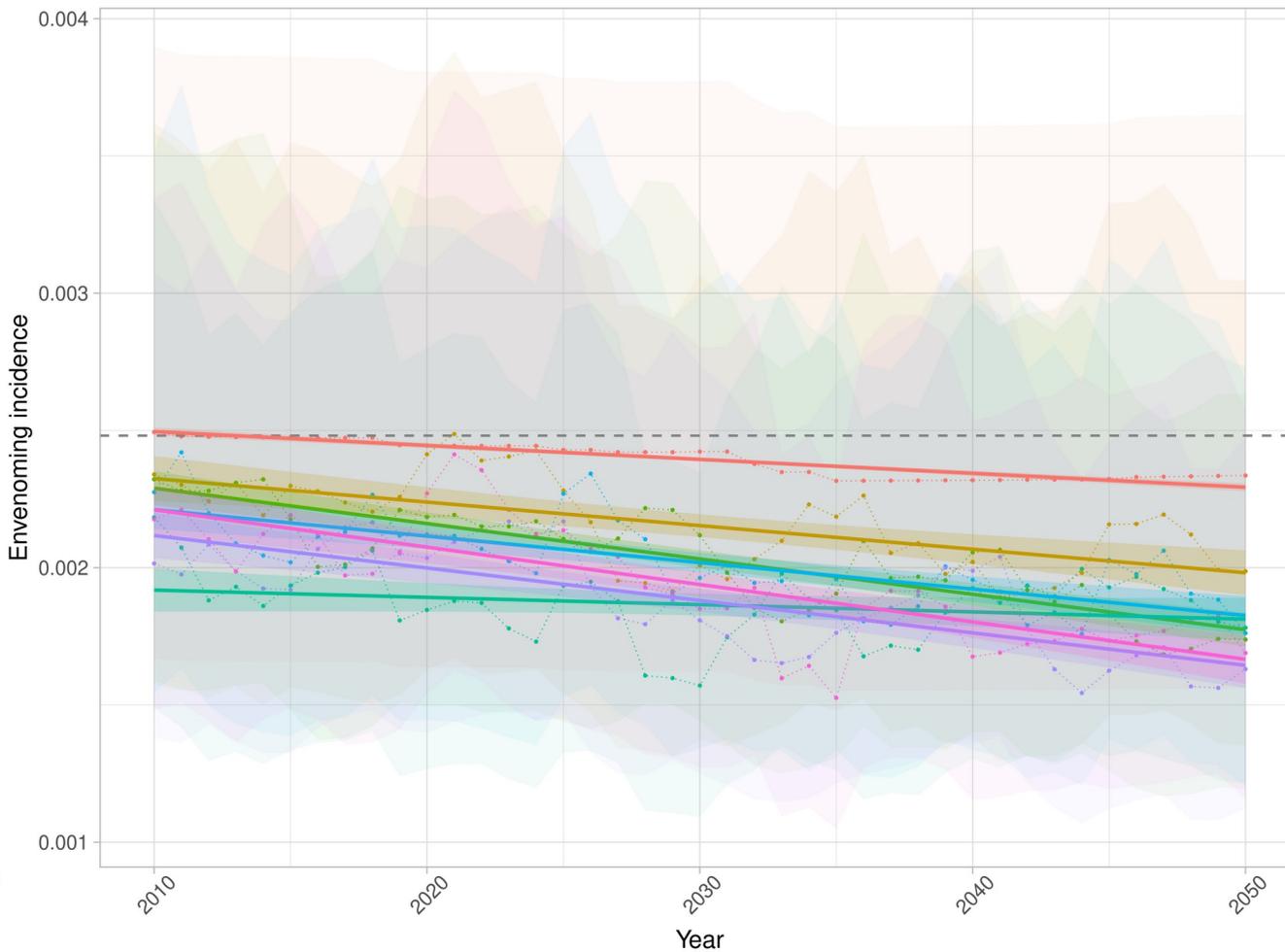
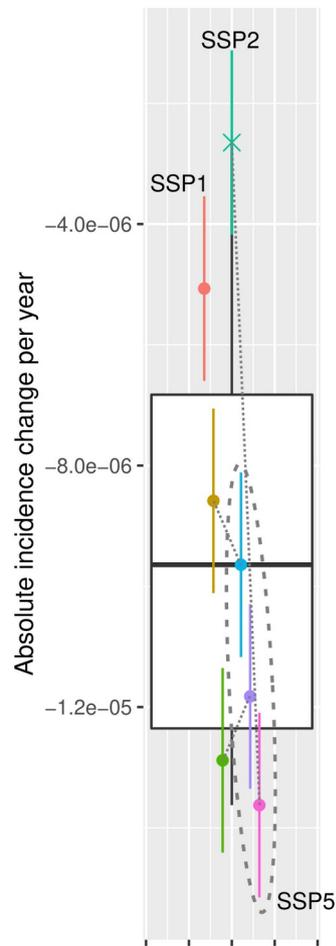
- Ejercicio de transferencia
 - Modelos de serpientes
 - Clima y Uso de suelo
 - Modelo de incidencia
 - Modelos de serpientes
 - Uso de suelo y crecimiento poblacional

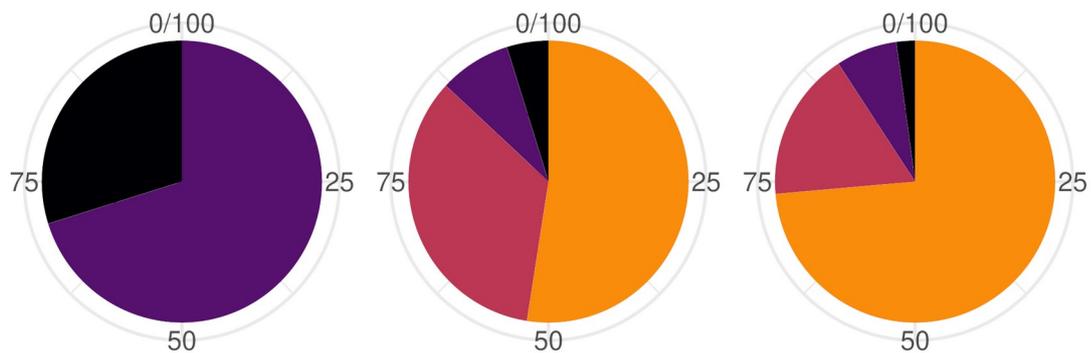
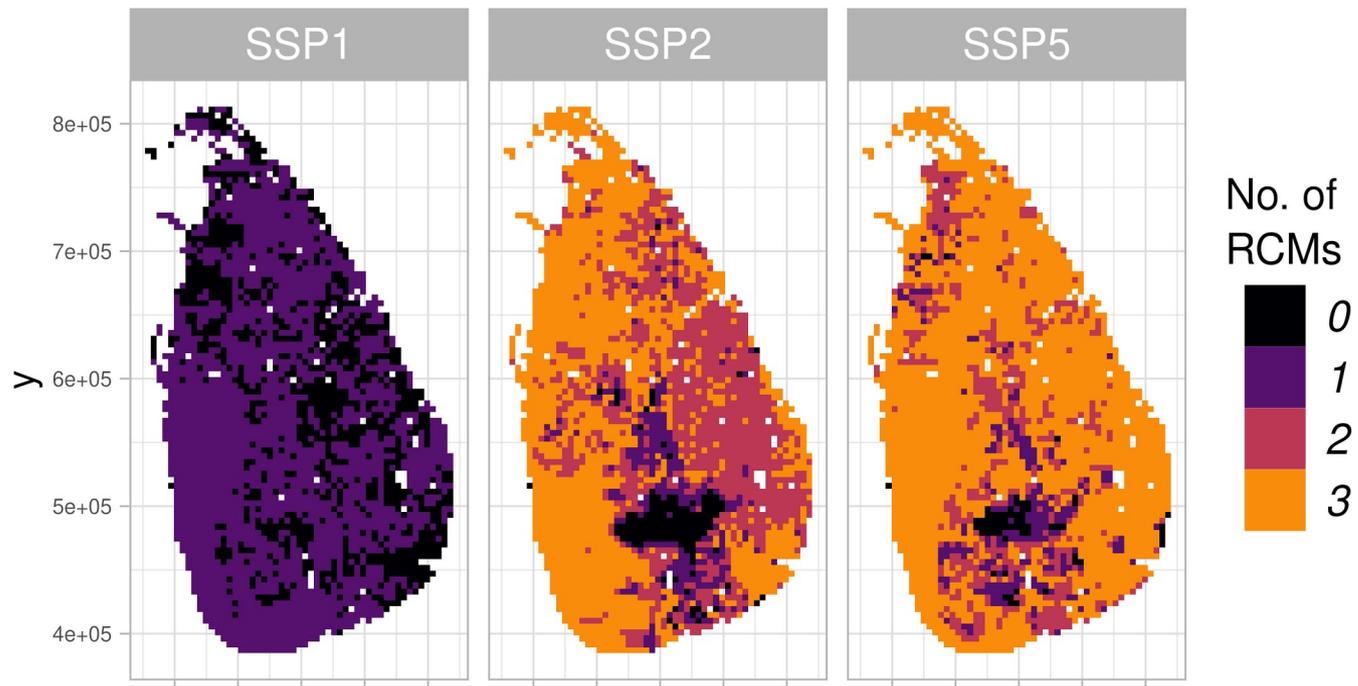
Disciplina	Contribución
Medicina - Epidemiología	Severidad de envenenamientos Estimaciones de incidencia
Biología	Comportamiento de especies Características de venenos
Ecología	Relaciones especies - clima Preferencias de hábitat Abundancias
Matemáticas	Modelos de transmisión de enfermedades
Estadística	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





% Area predicted to decrease incidence

Eso es todo, gracias!