



DIMENSIÓN GEOGRÁFICA DE LOS RIESGOS EN SALUD

PROF. ADJ. GERMÁN BOTTO NUÑEZ, PHD

Dpto. Métodos Cuantitativos – FMed – UdeLaR



FACULTAD DE
CIENCIAS

UDELAR fcien.edu.uy

¿POR QUÉ LA DIMENSIÓN GEOGRÁFICA DE LA SALUD?

THE VALUE OF MAPPING: SUMMARY

‘Maps provide an efficient and unique method of demonstrating distributions of phenomena in space. Though [maps are] constructed primarily to show facts, to show spatial distributions with an accuracy which cannot be attained in pages of description or statistics, their prime importance is as research tools. They record observations in succinct form; they aid analysis; they stimulate ideas and aid in the formation of working hypotheses; they make it possible to communicate findings.’⁸



JHU Ceased Updates at:
10/3/2023, 10:2
See Terms of Use for more info

Total Cases
676.609.951

Total Deaths
6.881.951

Total Vaccine Doses Administered
13.338.833.191

28-Day Cases
4.035.254

28-Day Deaths
28.018

28-Day Vaccine Doses Administered
28.156.730

Cases | Deaths by
Country/Region/Sovereignty

US
28-Day: **959.794** | **9.451**
Totals: **103.804.263** | **1.123.836**

Japan
28-Day: **418.671** | **2.804**
Totals: **33.329.551** | **73.046**

Germany
28-Day: **355.168** | **2.275**
Totals: **38.249.060** | **168.935**

Russia
28-Day: **350.549** | **989**
Totals: **22.086.064** | **388.521**

Korea, South
28-Day: **290.039** | **396**
Totals: **30.615.522** | **34.093**

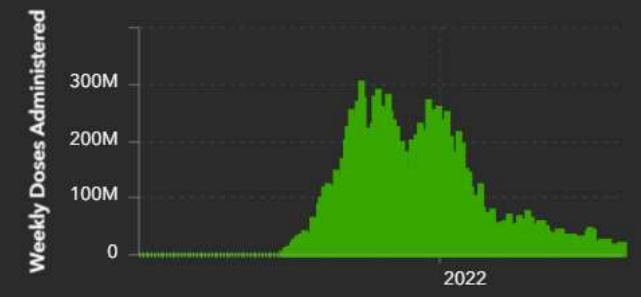
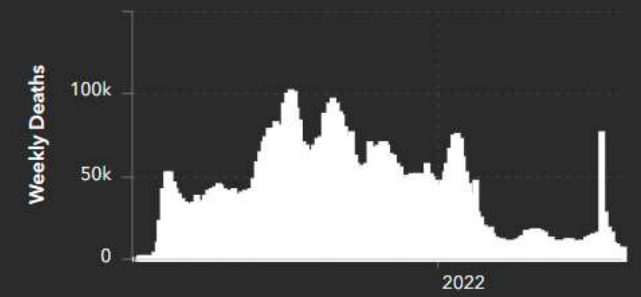
Taiwan*
28-Day: **216.931** | **778**
Totals: **9.970.937** | **17.672**

Brazil
28-Day: **170.852** | **1.613**



Esri, FAO, NOAA, USGS

Powered by Esri



Admin0

28-Day

Weekly | 28-Day



JHU Ceased Updates at:
10/3/2023, 10:2
See Terms of Use for more info

Total Cases
676.609.95!

Total Deaths
6.881.95!

Total Vaccine Doses Administered
13.338.833.19!

Cases | Deaths by
Country/Region/Sovereignty

US
28-Day: **959.794** | **9.451**
Totals: **103.804.263** | **1.123.836**

Japan
28-Day: **418.671** | **2.804**
Totals: **33.329.551** | **73.046**

Germany
28-Day: **355.168** | **2.275**
Totals: **38.249.060** | **168.935**

Russia
28-Day: **350.549** | **989**
Totals: **22.086.064** | **388.521**

Korea, South
28-Day: **290.039** | **396**
Totals: **30.615.522** | **34.093**

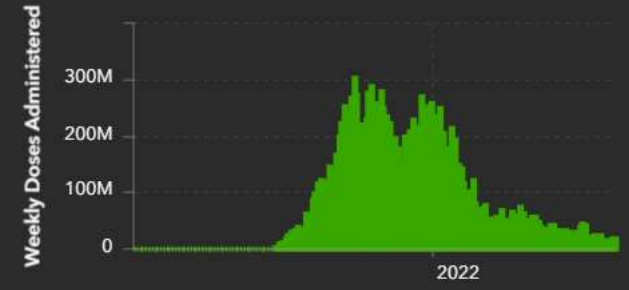
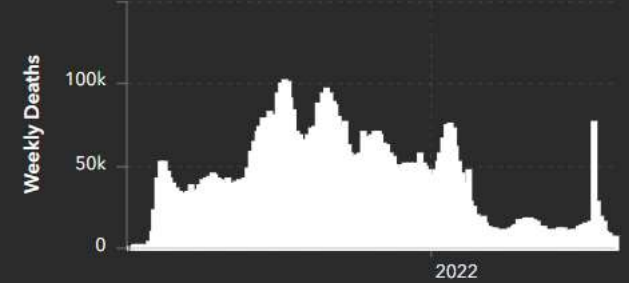
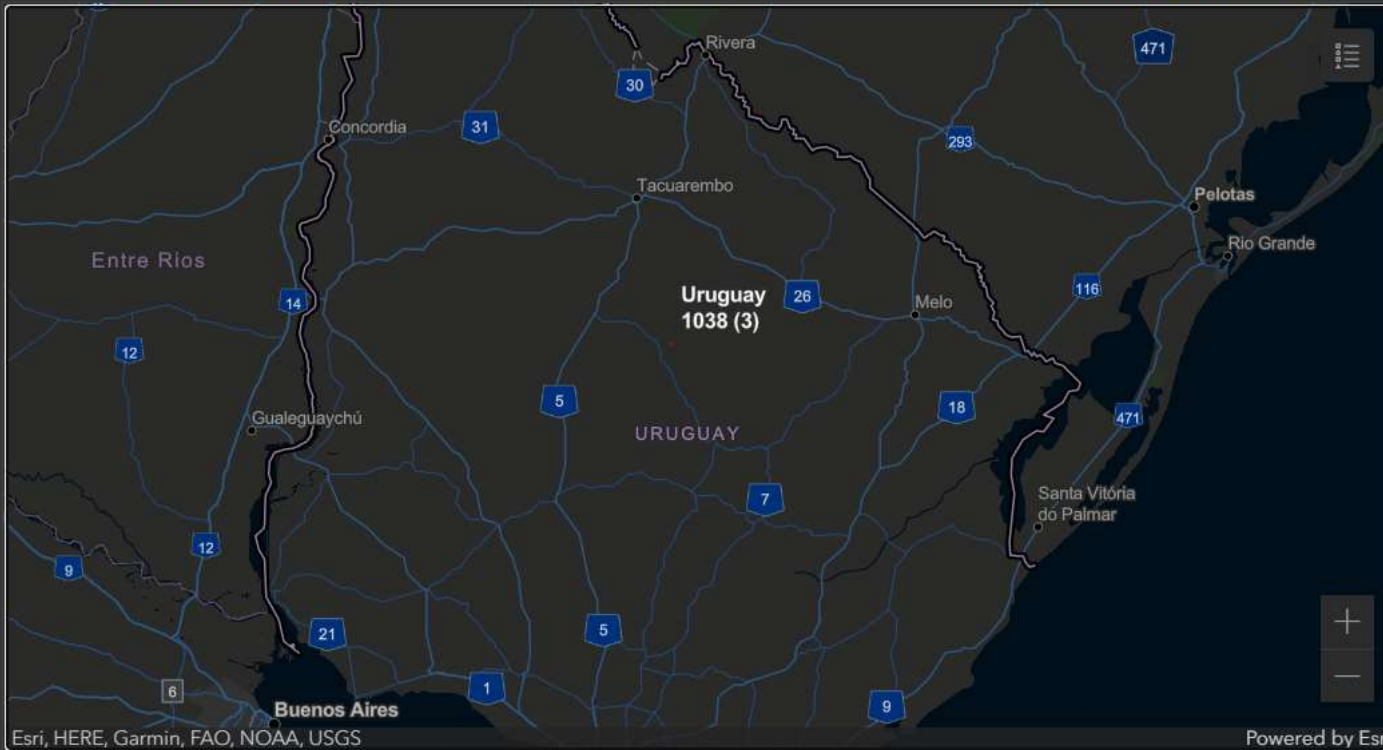
Taiwan*
28-Day: **216.931** | **778**
Totals: **9.970.937** | **17.672**

Brazil
28-Day: **170.852** | **1.613**

28-Day Cases
4.035.254

28-Day Deaths
28.018

28-Day Vaccine Doses Administered
28.156.730



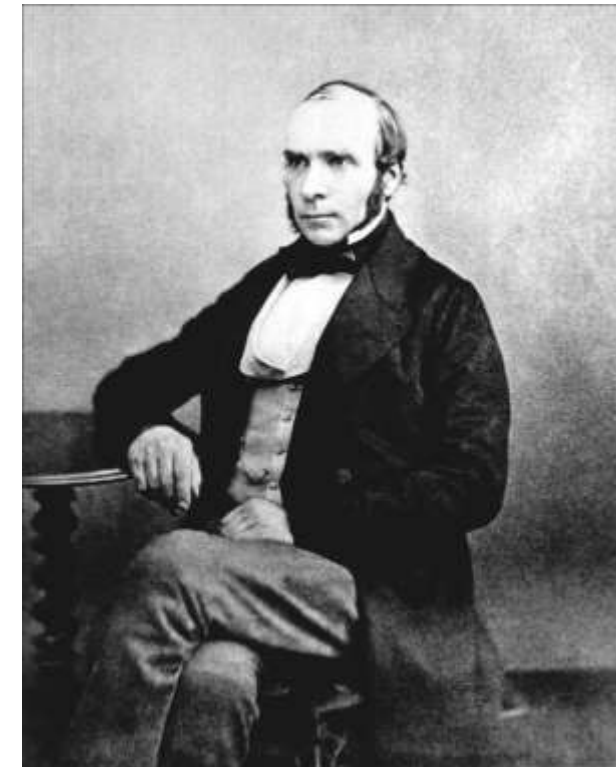
Admin0

28-Day

Weekly | 28-Day

¿POR QUÉ LA DIMENSIÓN GEOGRÁFICA DE LA SALUD?

- John Snow
- Epidemia de Cólera en Londres en 1854
- Mapeo de casos como herramienta para investigación y control del brote
- No se conocía la etiología de la enfermedad
- La distribución de los casos en la ciudad y la sospecha sobre el agua como fuente
- Remoción de la bomba de mano para evitar el uso del agua contaminada



79939

OF THE
MODE OF COMMUNICATION

CHOLERA.

JOHN SNOW, M.D.,

LECTURER AT THE HOSPITAL OF THE GREAT ST. MARTIN'S, AND FELLOW OF THE SOCIETY OF THE MEDICAL SOCIETY OF LONDON.

Second Edition, with Enlarged.

LONDON:
JOHN CHURCHILL, NEW BURLINGTON STREET.

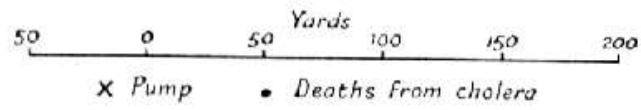
“THE GREAT EXPERIMENT”

The experiment, too, was on the grandest scale. No fewer than three hundred thousand people of both sexes, of every age and occupation, and of every rank and station, from gentlefolks down to the very poor, were divided into two groups without their choice, and, in most cases, without their knowledge; one group being supplied with water containing the sewage of London, and, amongst it, whatever might have come from the cholera patients, the other group having water quite free from such impurity.

EPIDEMIA DE COLERA 1854

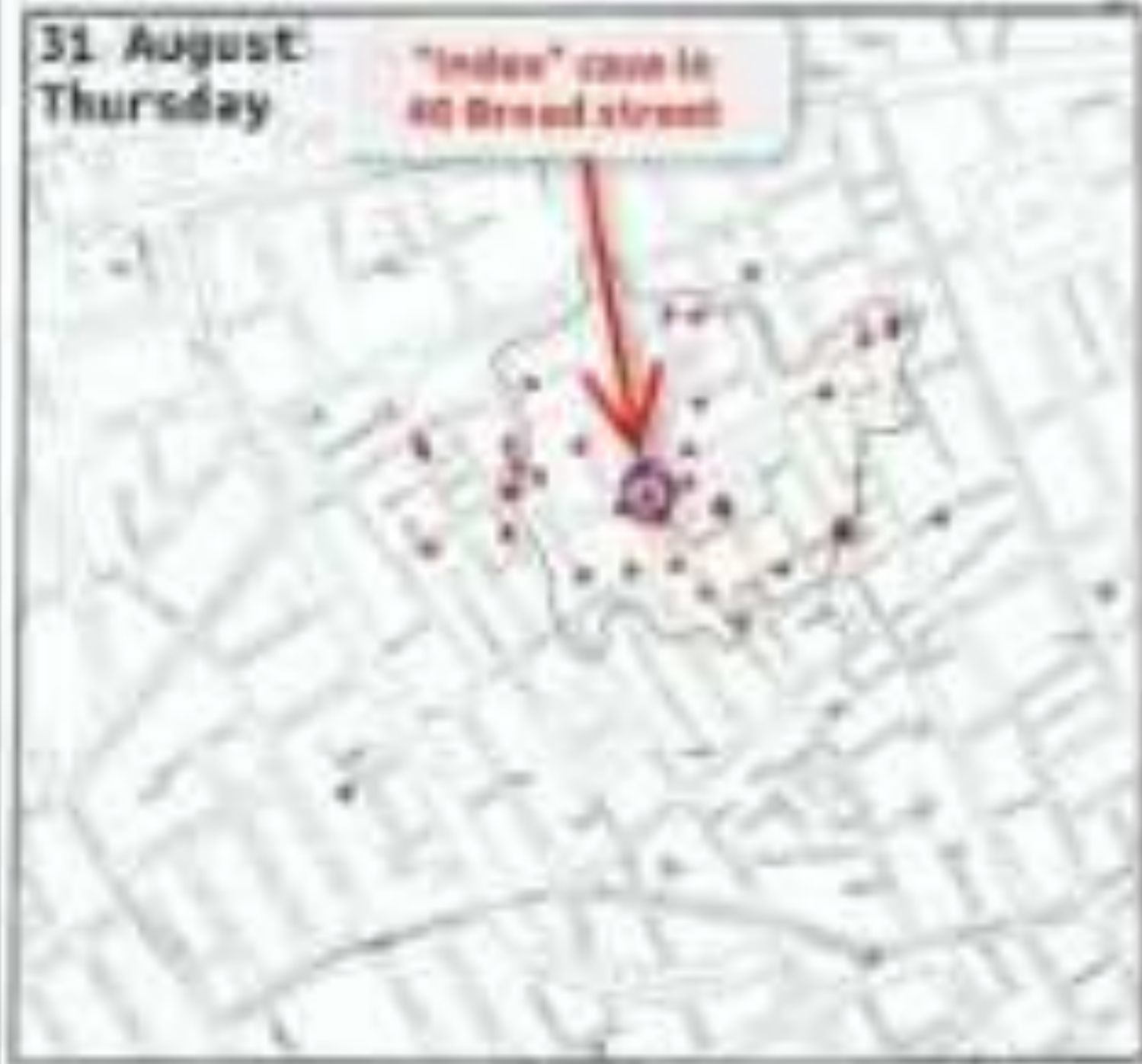


EPIDEMIA DE COLERA 1854



31 August
Thursday

"Index" case in
40 Broad Street



79939

OR THE
MODE OF COMMUNICATION

CHOLERA.

JOHN SNOW, M.D.,

MEMBER OF THE ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS, COLLEGE OF THE
PHYSICIANS AND SURGEONS, LONDON AND SENIOR
FELLOW OF THE MEDICAL SOCIETY
OF LONDON.

Second Edition, much Enlarged.

LONDON:

JOHN CHURCHILL, NEW BURLINGTON STREET.

¿QUÉ ASPECTOS DEL PROCESO SALUD/ENFERMEDAD PODEMOS MAPEAR?

Figure 3a: A risk matrix showing clearly delimited boundaries between categories

Almost certain	Green	Yellow	Orange	Red	Red
Highly likely	Green	Yellow	Orange	Red	Red
Likely	Green	Yellow	Orange	Orange	Red
Unlikely	Green	Green	Yellow	Orange	Orange
Very unlikely	Green	Green	Yellow	Orange	Orange
	Minimal	Minor	Moderate	Major	Severe
	Consequences				

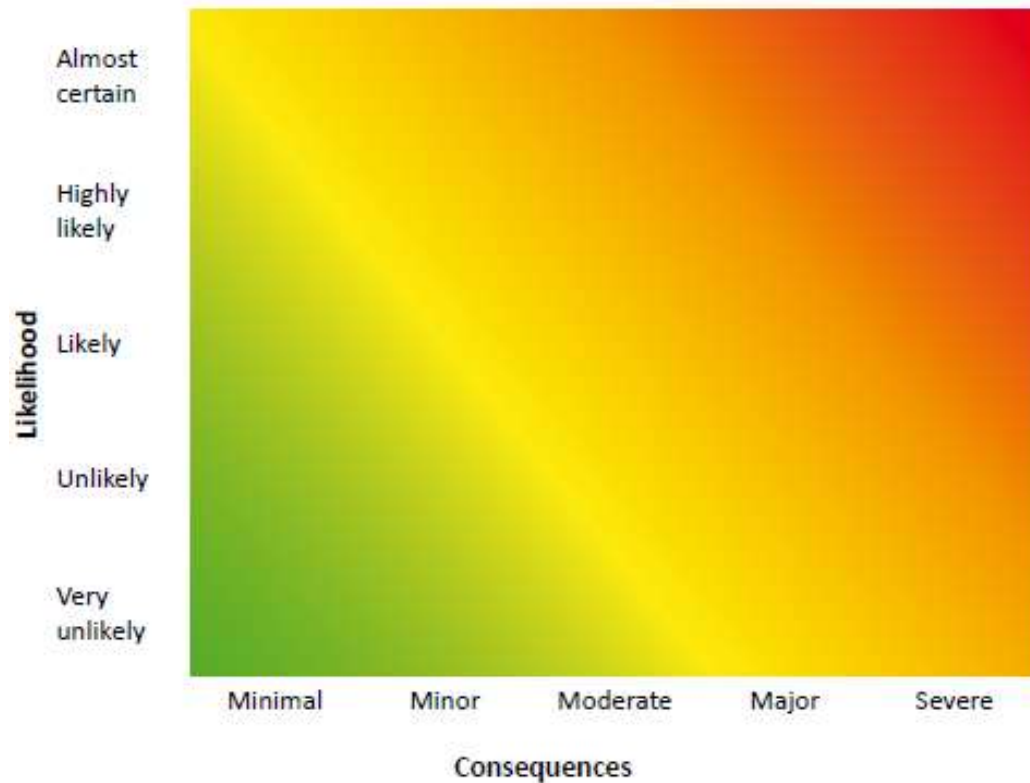
Rapid Risk Assessment OMS

Figure 2: The risk assessment process



¿QUÉ ASPECTOS DEL PROCESO SALUD/ENFERMEDAD PODEMOS MAPEAR?

Figure 3a: A risk matrix showing clearly delimited boundaries between categories

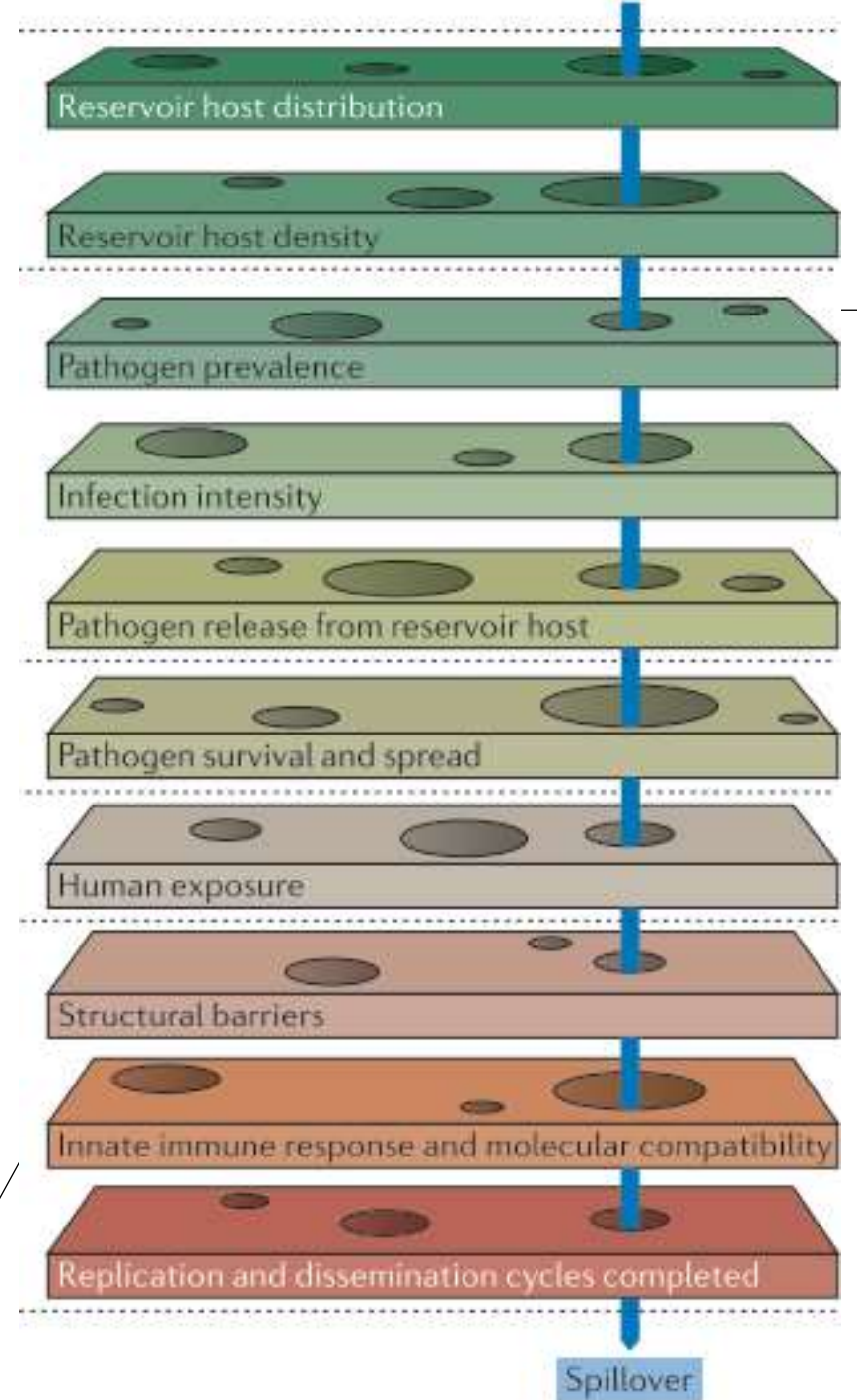
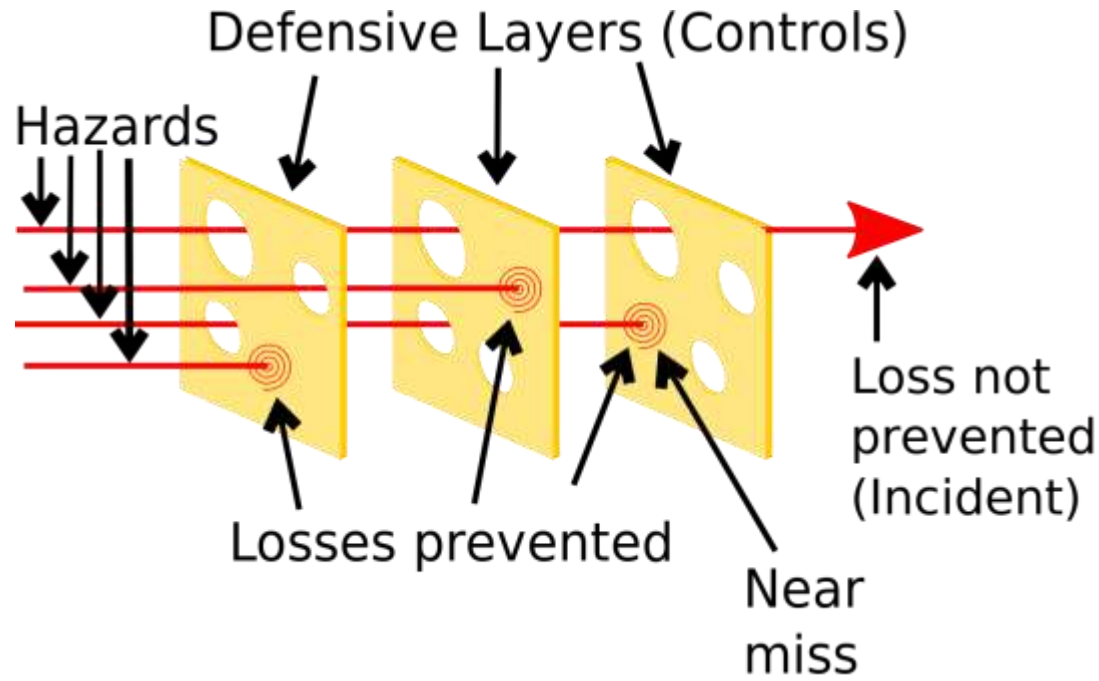


Rapid Risk Assessment OMS

Figure 2: The risk assessment process



UN MARCO CONCEPTUAL PARA ENFERMEDADES INFECCIOSAS: "SPILLOVER"



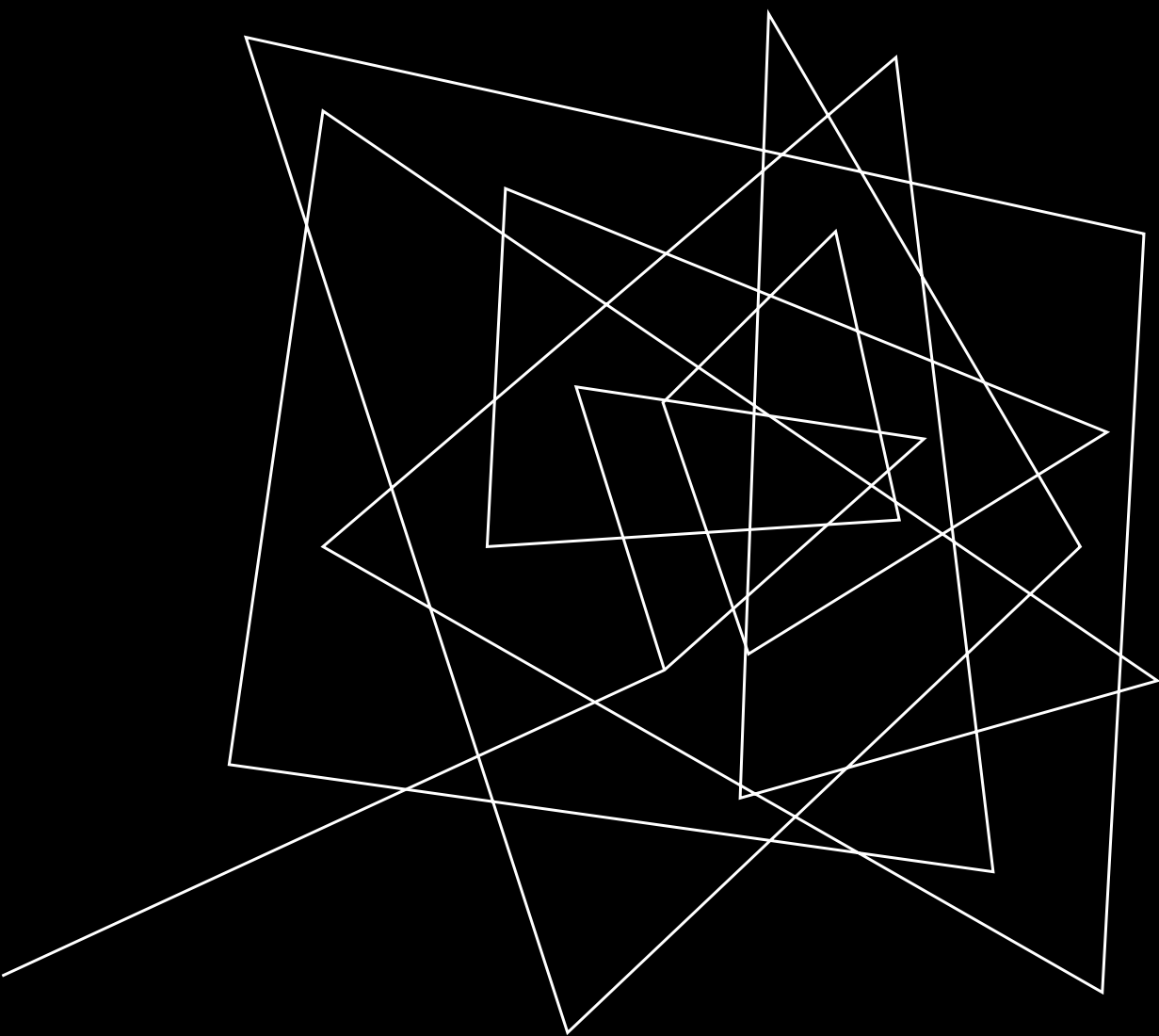
OPINION

Pathways to zoonotic spillover

Raina K. Plowright, Colin R. Parrish, Hamish McCallum, Peter J. Hudson, Albert I. Ko, Andrea L. Graham and James O. Lloyd-Smith

¿QUÉ PODEMOS APRENDER HOY DE LA DISTRIBUCIÓN DE CASOS Y DE FACTORES DE RIESGO?

Algunos ejemplos (caprichosos) de mirada espacial a
problemas de salud



RABIA EN URUGUAY

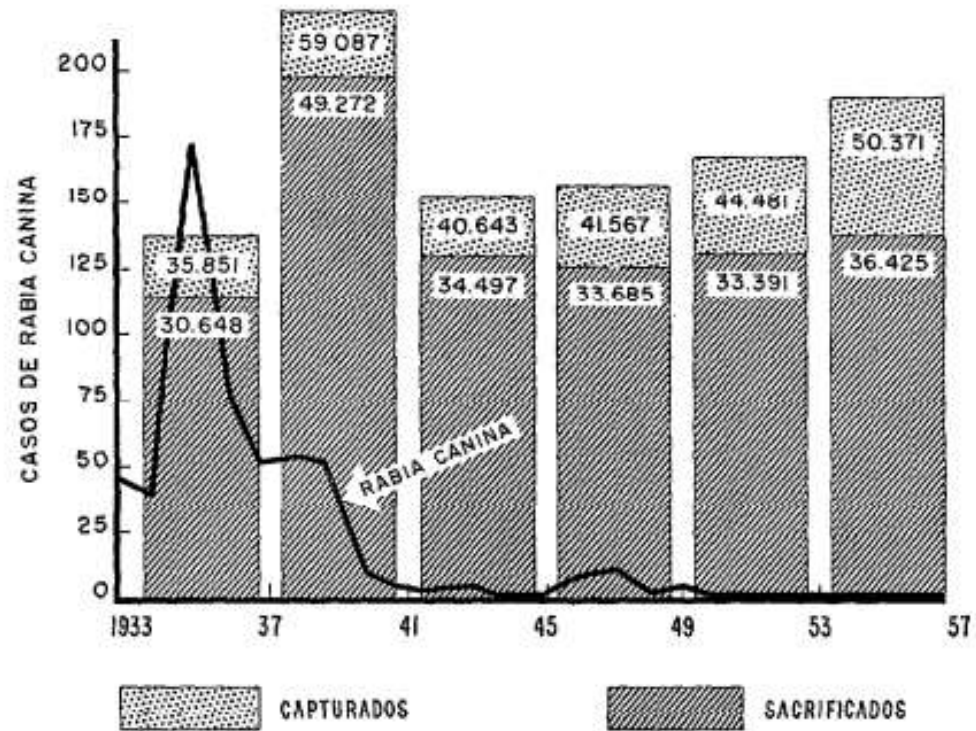
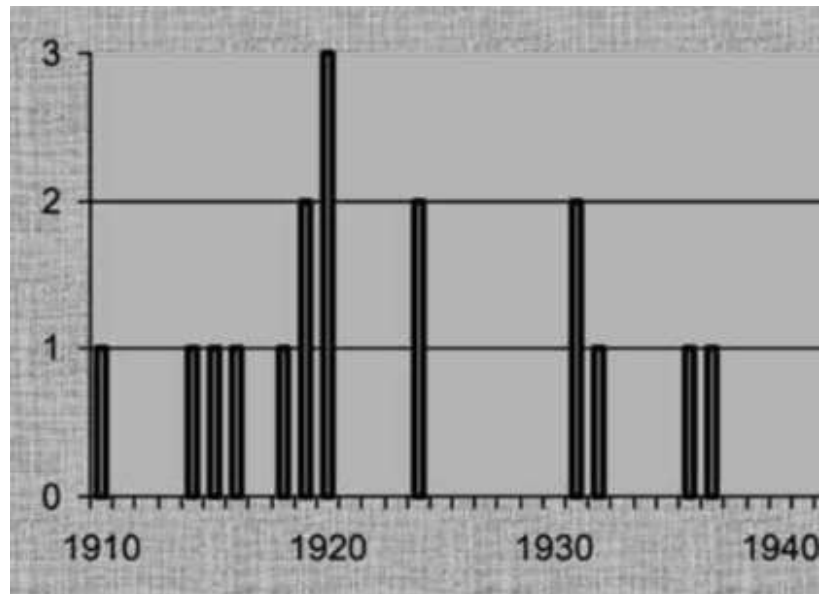
¿2007? - 2023

RABIA EN URUGUAY:

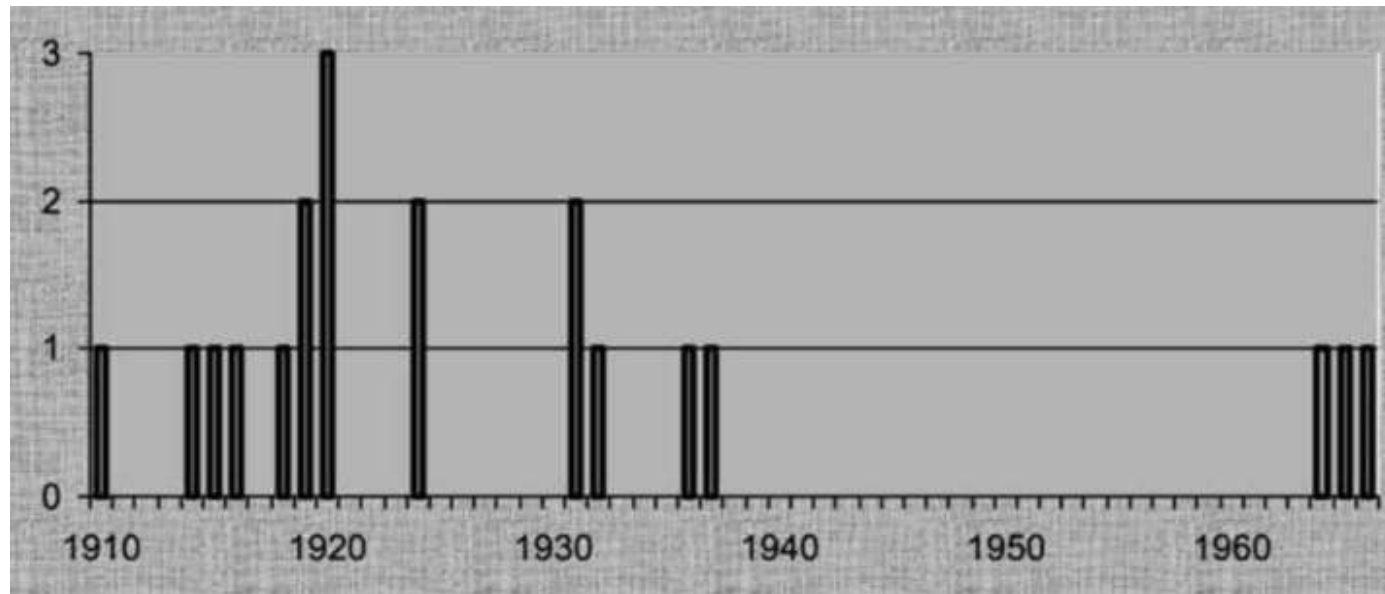
CONTEXTO HISTÓRICO

- 1791 – 1801: Recorrido de Felix de Azara por el Virreinato del Río de la Plata: “Ningún perro padece de rabia o hidrofobia”
- 1807 Invasiones inglesas, introducción rabia canina, casos rabia humana
- 1900 – 1983: Circulación de rabia canina. Casos esporádicos, Algunos brotes
- 1910 – 1937: Casos Humanos
- ~1950: Rabia considerada erradicada en Uruguay
- 1964 – 1966: 3 casos humanos
- 2007 – ... : Brote rabia paralítica, Circulación rabia en murciélagos

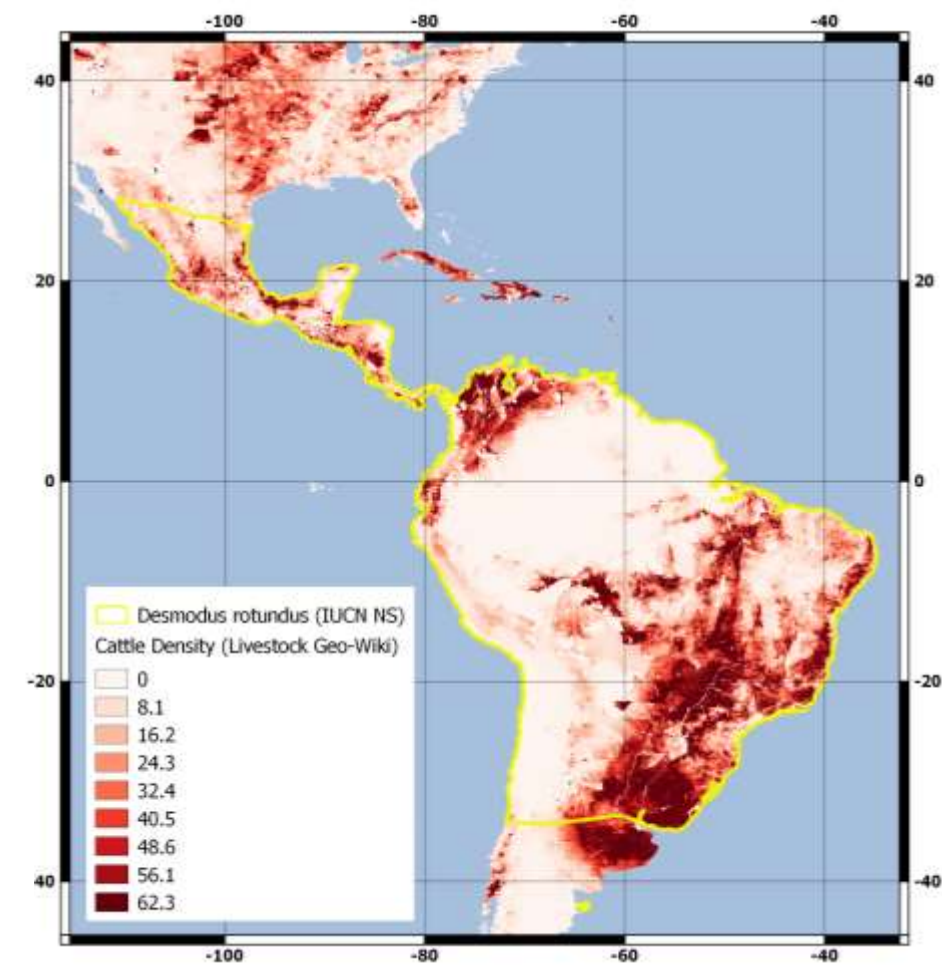
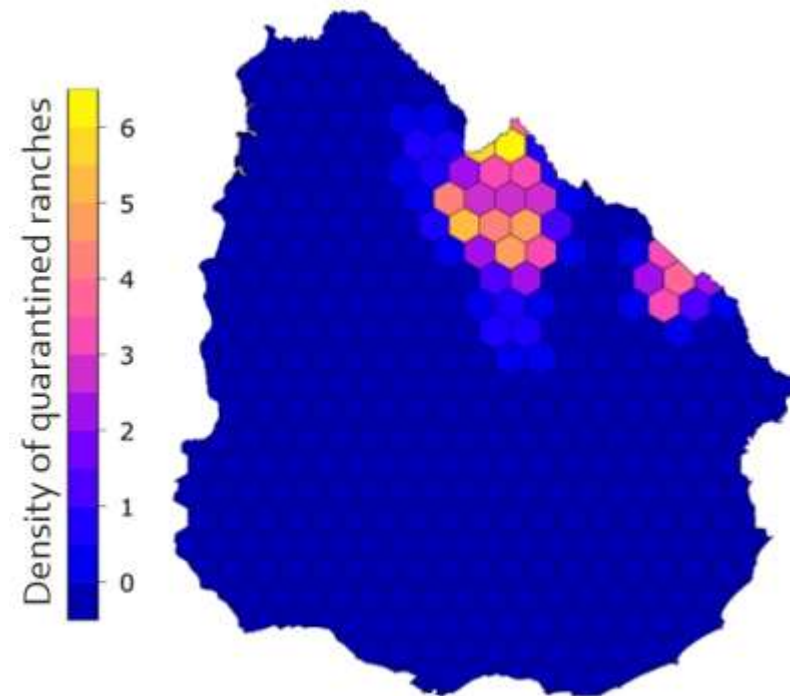
RABIA EN URUGUAY: CONTEXTO HISTÓRICO



RABIA EN URUGUAY: CONTEXTO HISTÓRICO



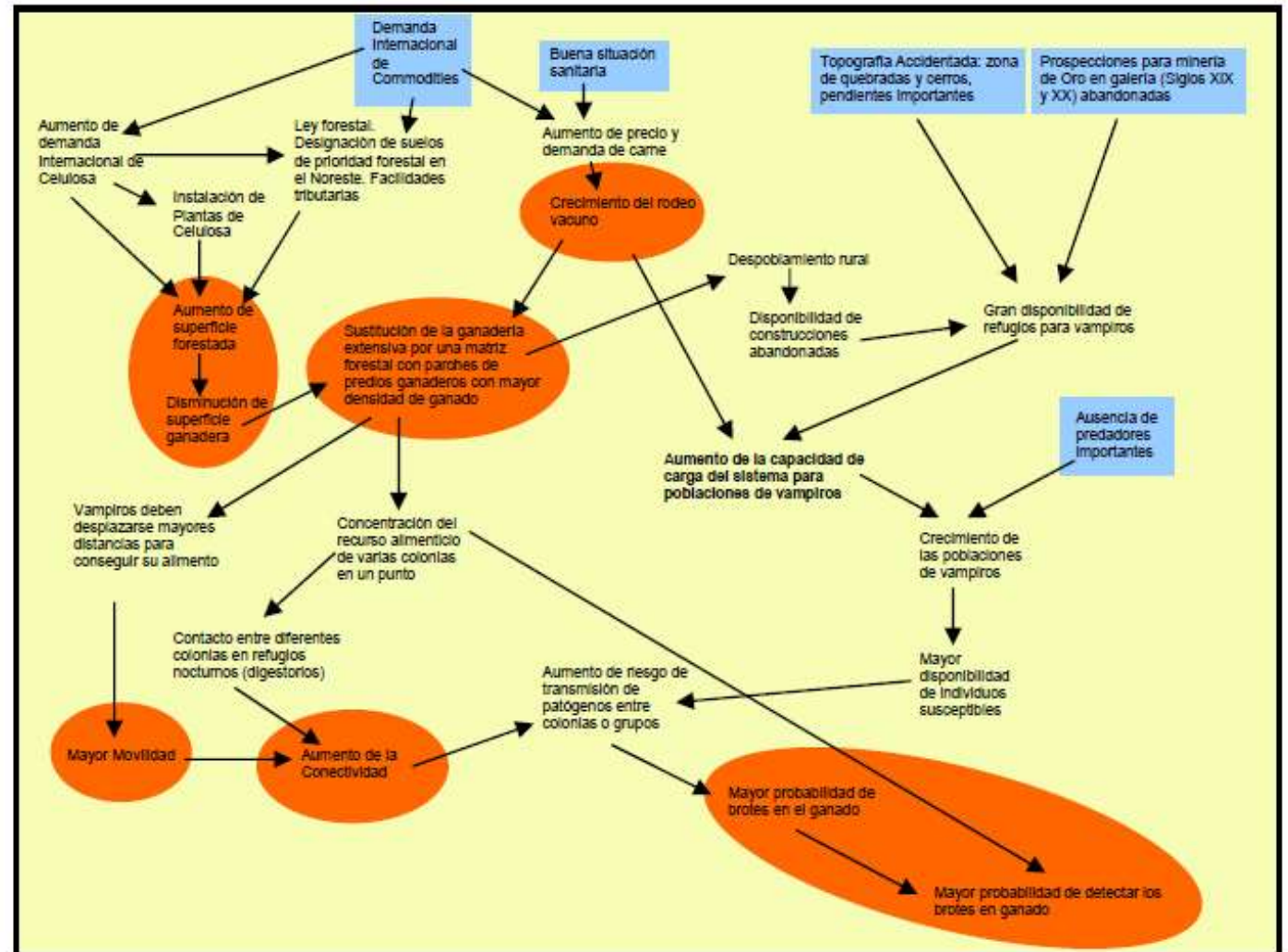
RABIA EN URUGUAY: UN CASO DE ESTUDIO



RABIA EN URUGUAY:

PENSANDO HIPÓTESIS...

UN VIAJE AL PASADO



FRAGMENTACIÓN Y RABIA:

HIPÓTESIS

La **fragmentación** de áreas de pastoreo debido a la implantación de forestación aumenta la **conectividad** entre colonias de vampiros, favoreciendo la **persistencia** de infección por rabia en las colonias y permitiendo el salto de especie (**spillover**) al ganado

FRAGMENTACIÓN → **CONECTIVIDAD** → **PERSISTENCIA** → **SPILLOVER**

RABIA EN URUGUAY:

PREDICCIONES A PARTIR DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los brotes de rabia deben estar espacialmente asociados con la fragmentación de áreas de pastoreo

La conectividad de las colonias debe ser mayor en áreas fragmentadas

La mayor conectividad debe favorecer la persistencia del virus

La ausencia de brotes en el sur se explica por dispersión y dilución, más que por el aislamiento de las colonias



RABIA EN URUGUAY:

PREDICCIONES A PARTIR DE LA
HIPÓTESIS DE TRABAJO

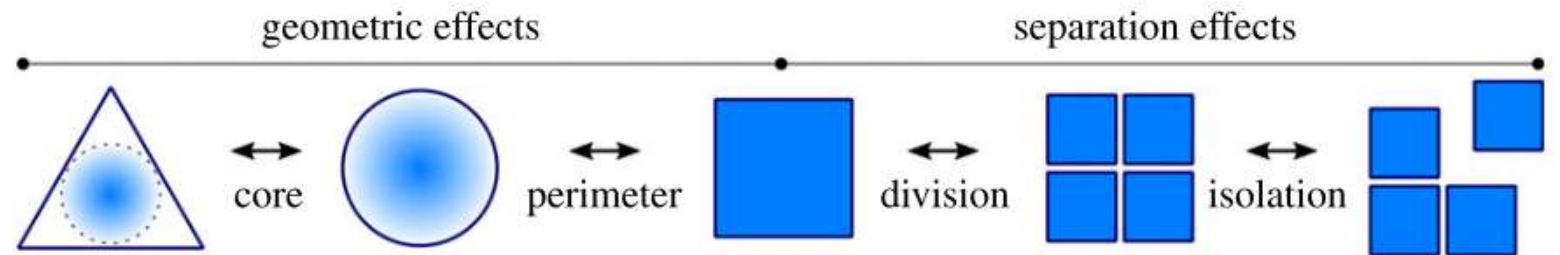
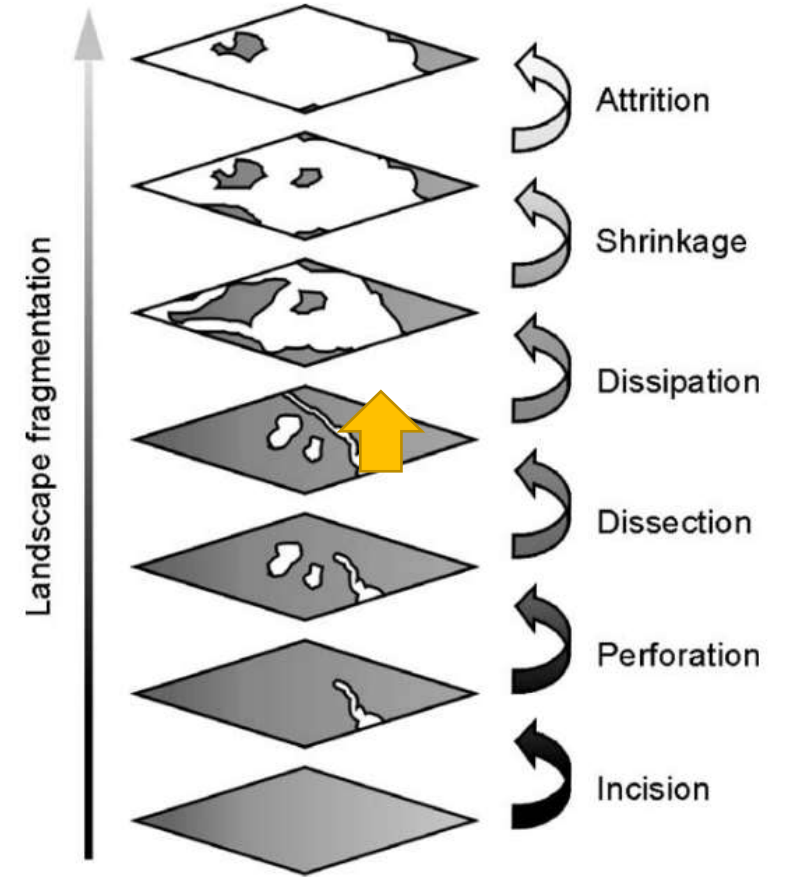
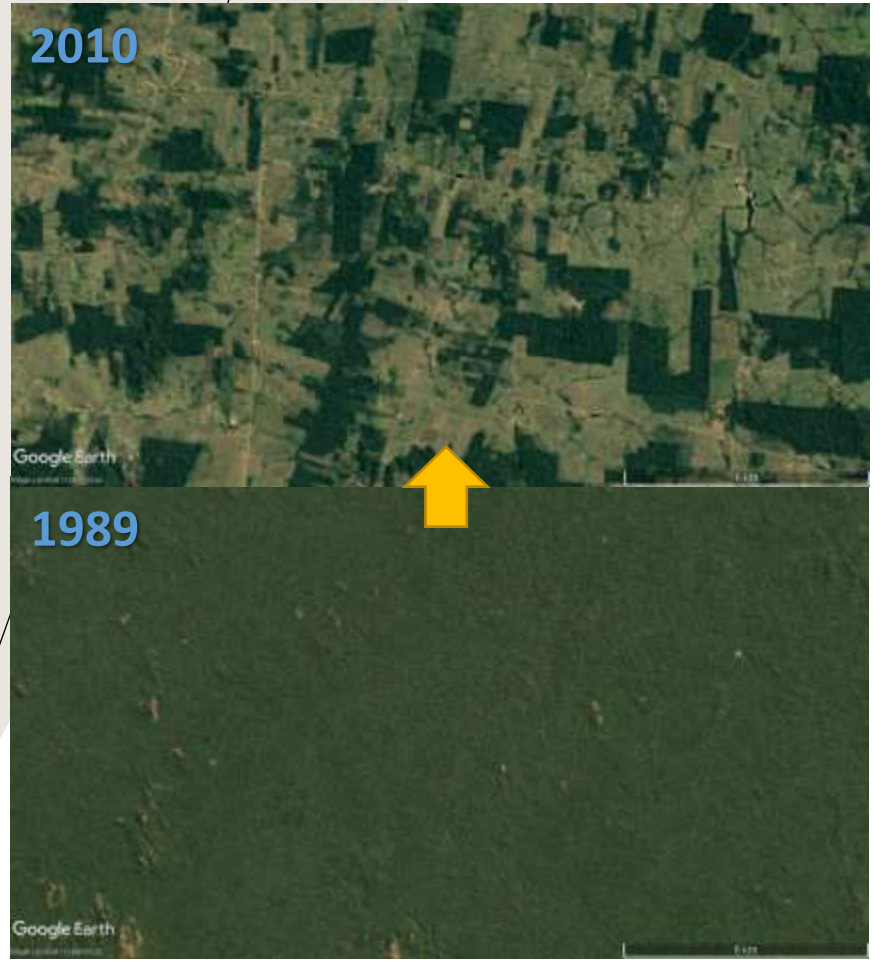
Los brotes de rabia deben estar espacialmente asociados con la fragmentación de áreas de pastoreo

La conectividad de las colonias debe ser mayor en áreas fragmentadas

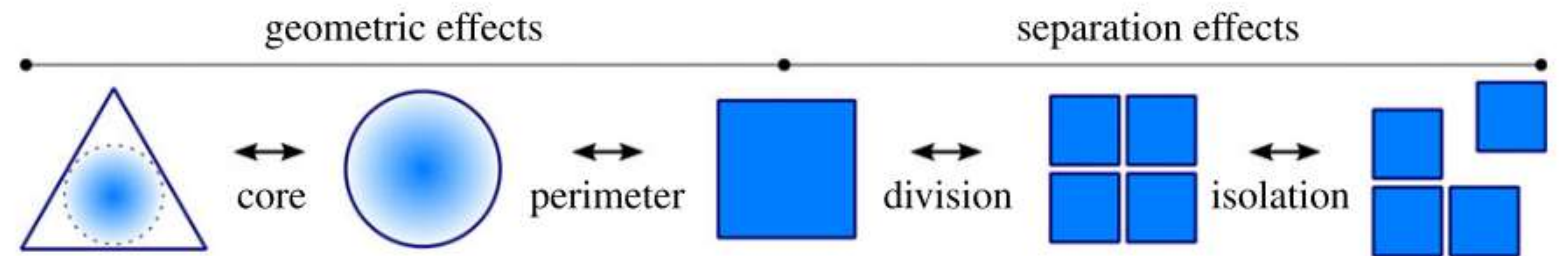
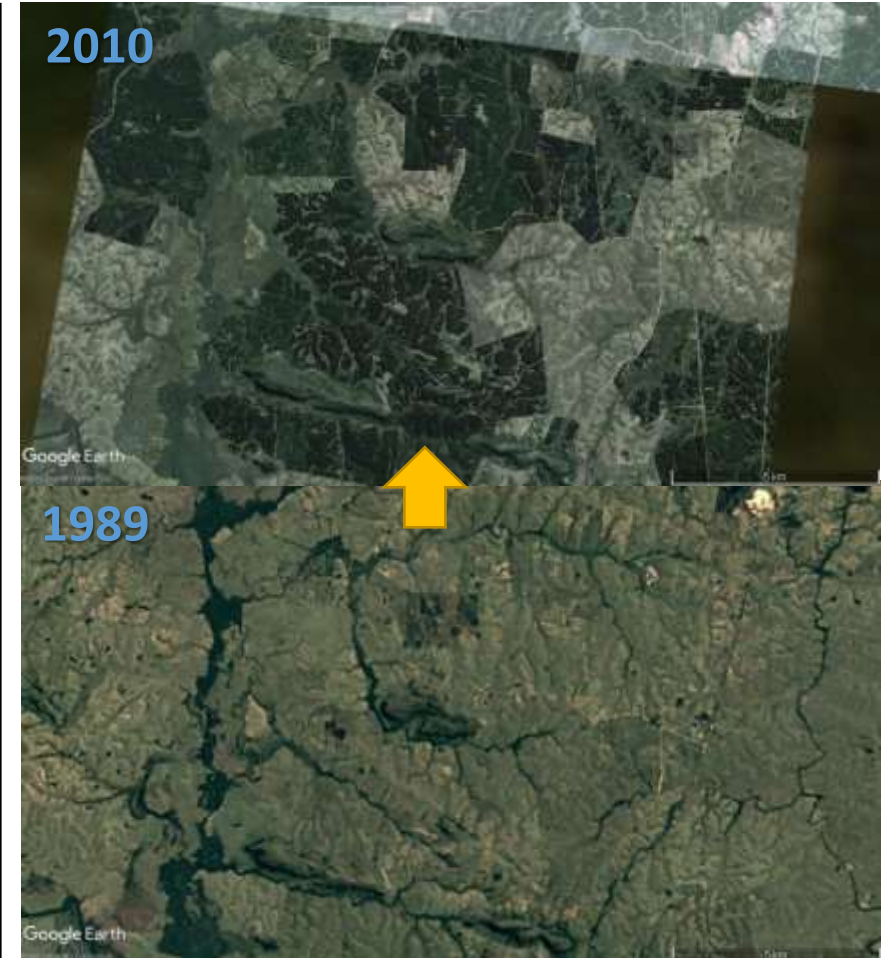
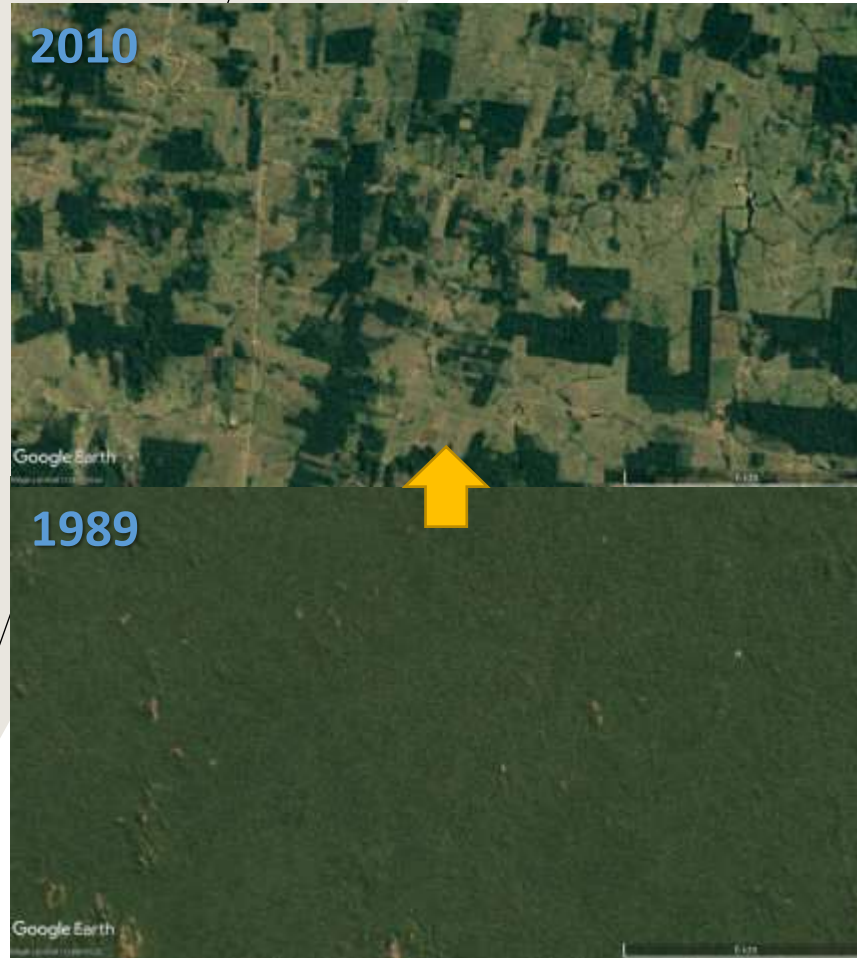
La mayor conectividad debe favorecer la persistencia del virus

La ausencia de brotes en el sur se explica por dispersión y dilución, más que por el aislamiento de las colonias

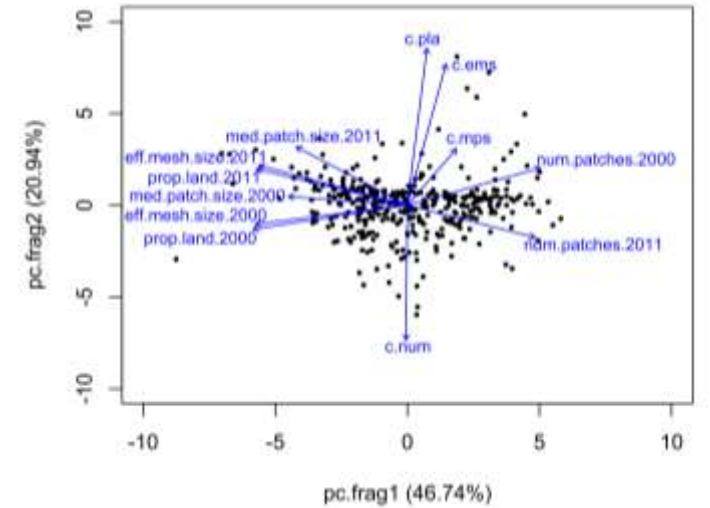
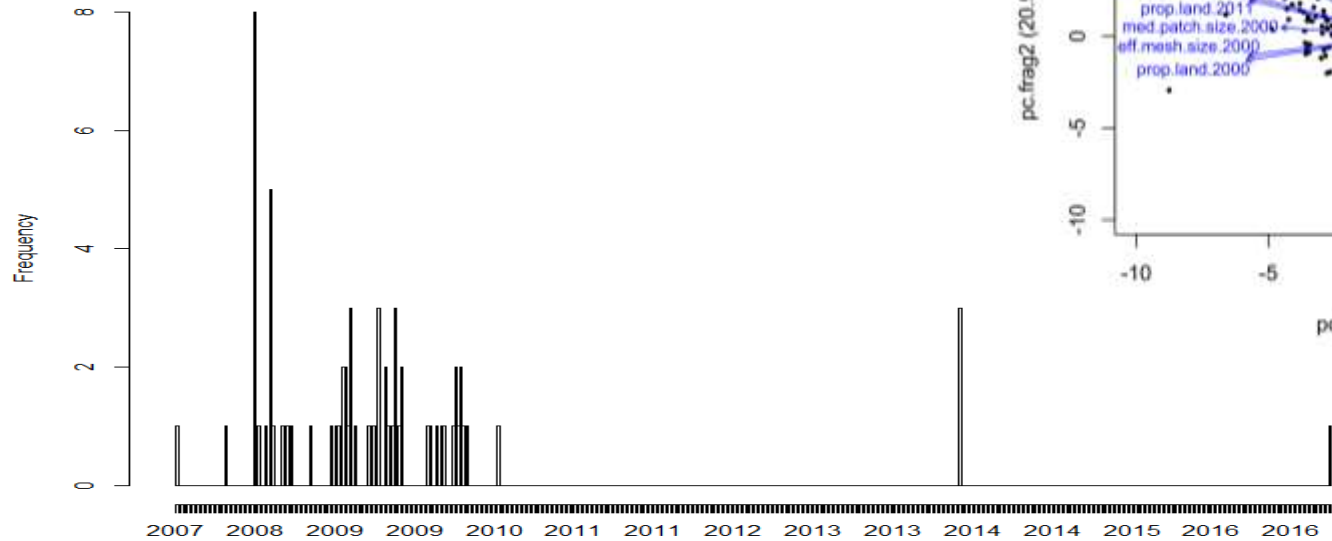
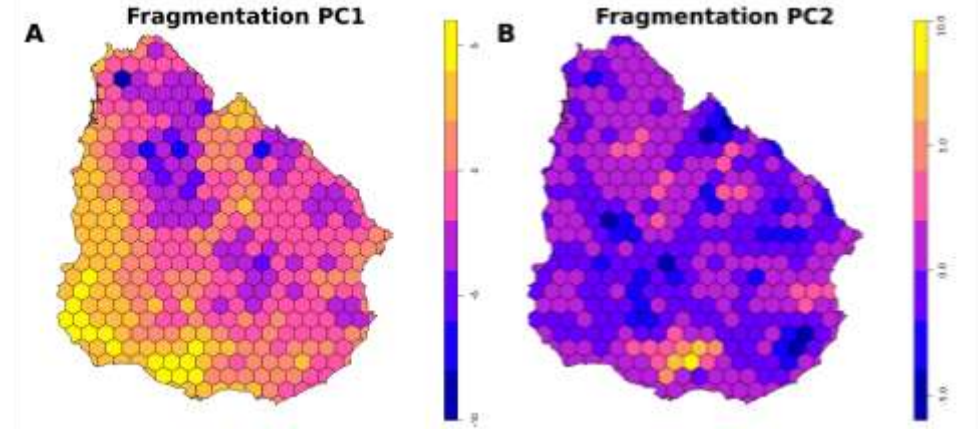
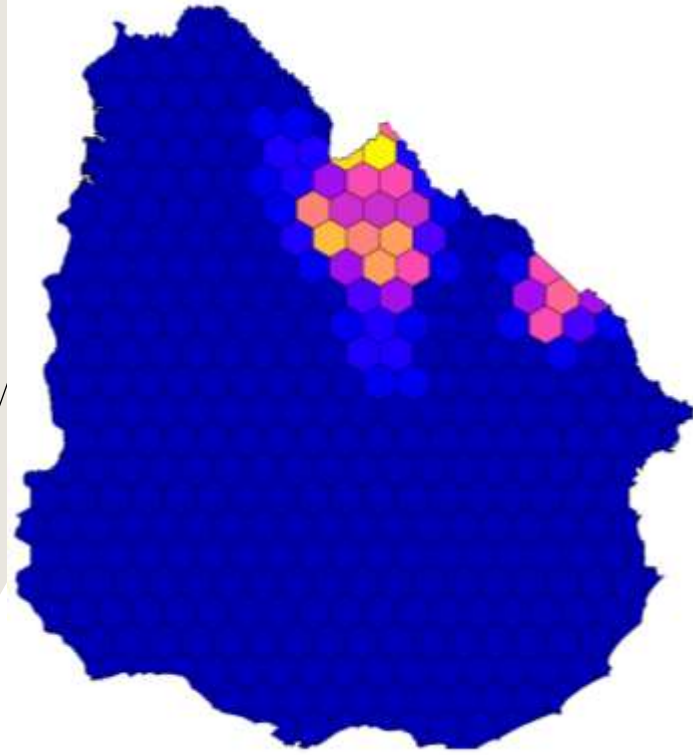
FRAGMENTACIÓN DE SISTEMAS NATURALES



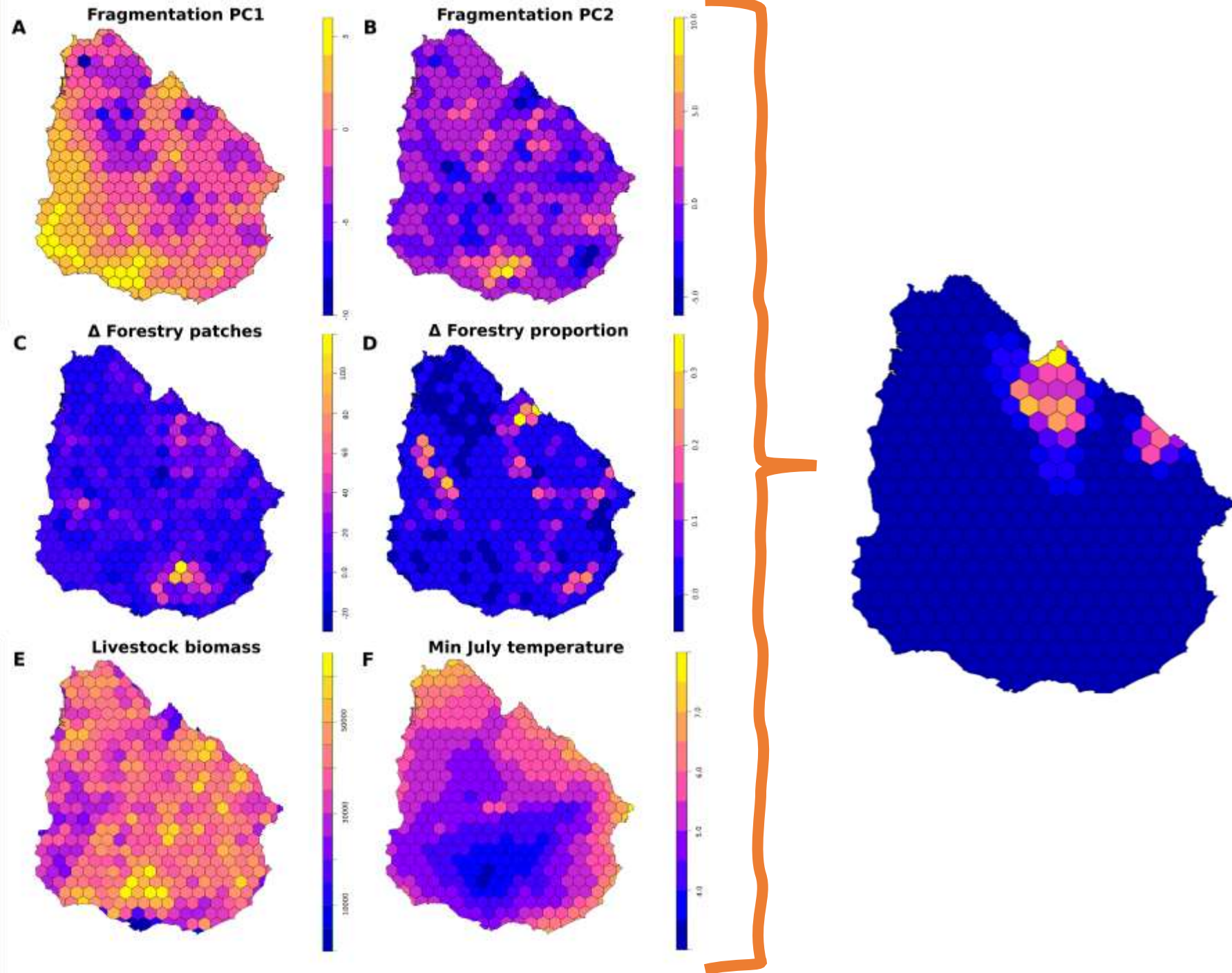
FRAGMENTACIÓN DE SISTEMAS NATURALES



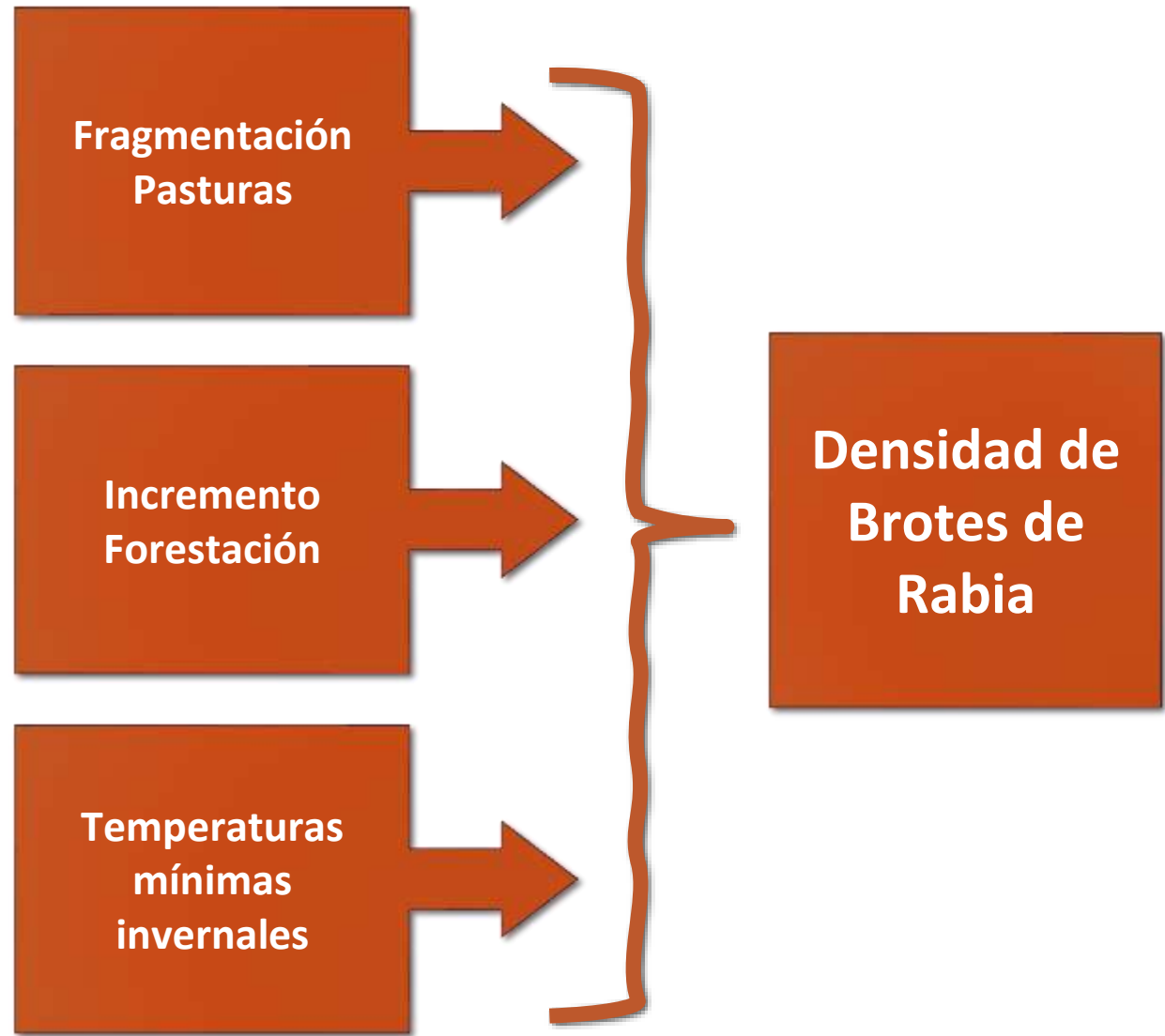
DATOS INFORMANDO MODELOS



DATOS INFORMANDO MODELOS



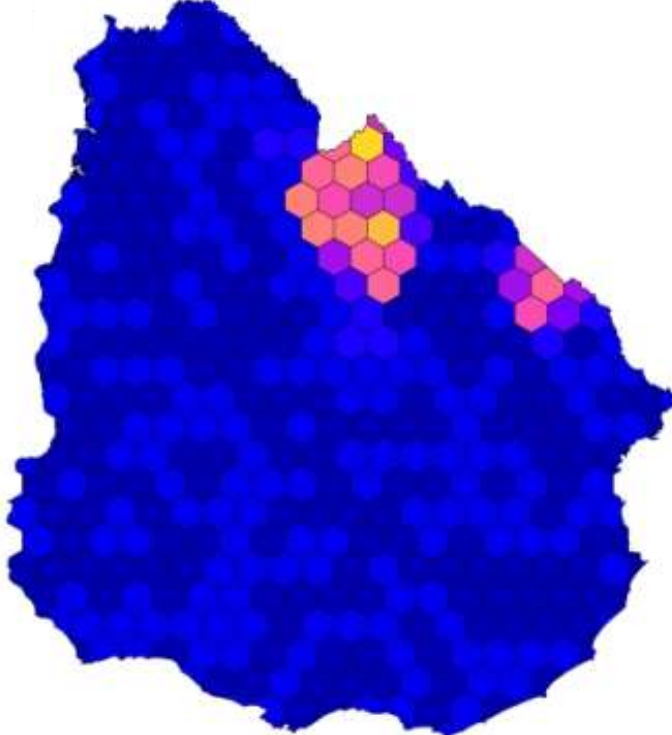
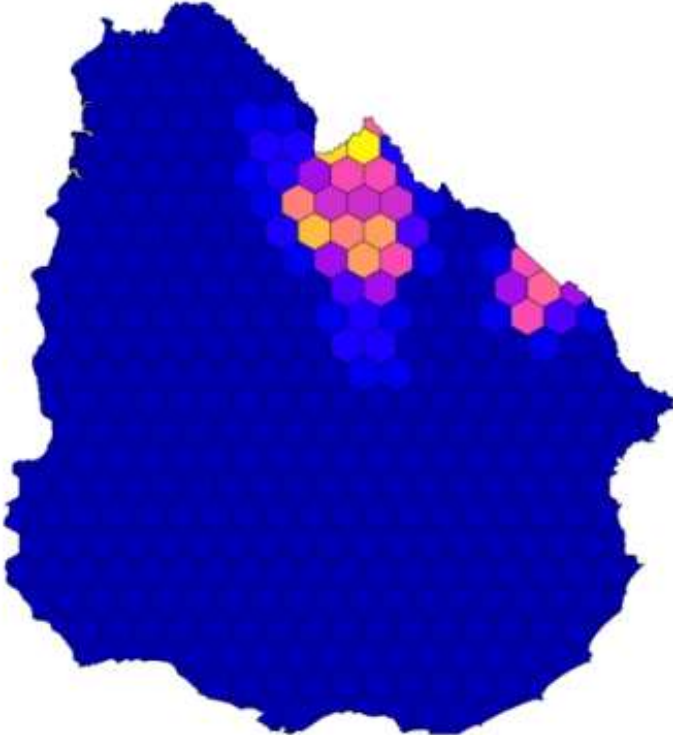
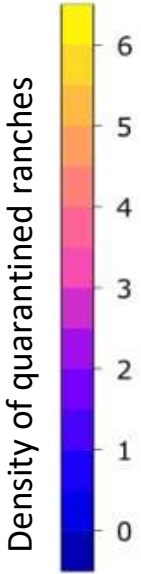
DATOS
INFORMANDO
MODELOS



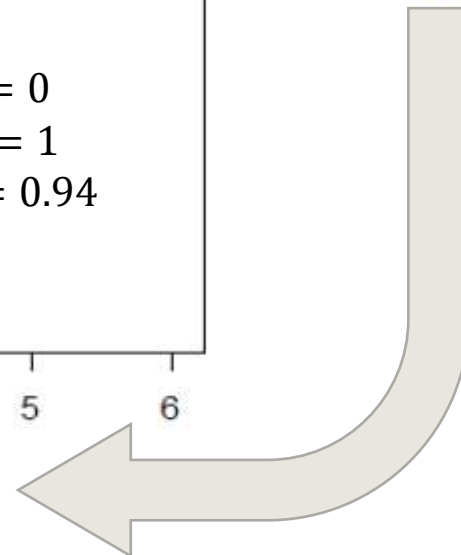
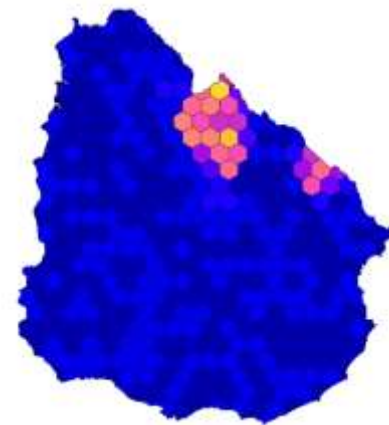
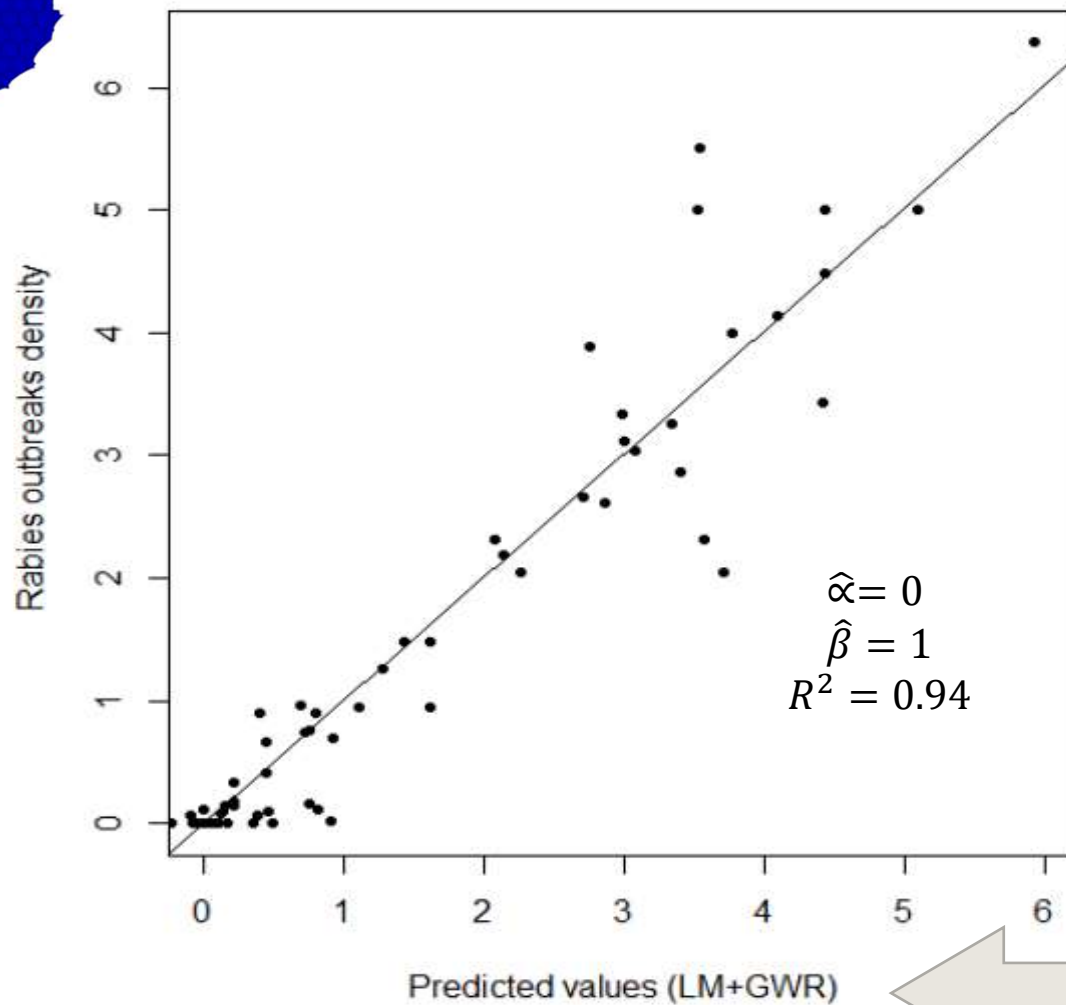
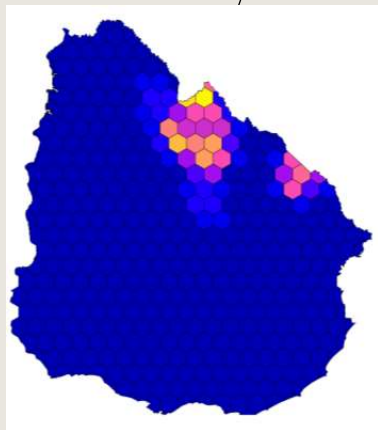
DATOS
INFORMANDO
MODELOS

OBSERVADO

PREDICHO



DATOS
INFORMANDO
MODELOS



RABIA EN URUGUAY:

PREDICCIONES A PARTIR DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los brotes de rabia deben estar espacialmente asociados con la fragmentación de áreas de pastoreo

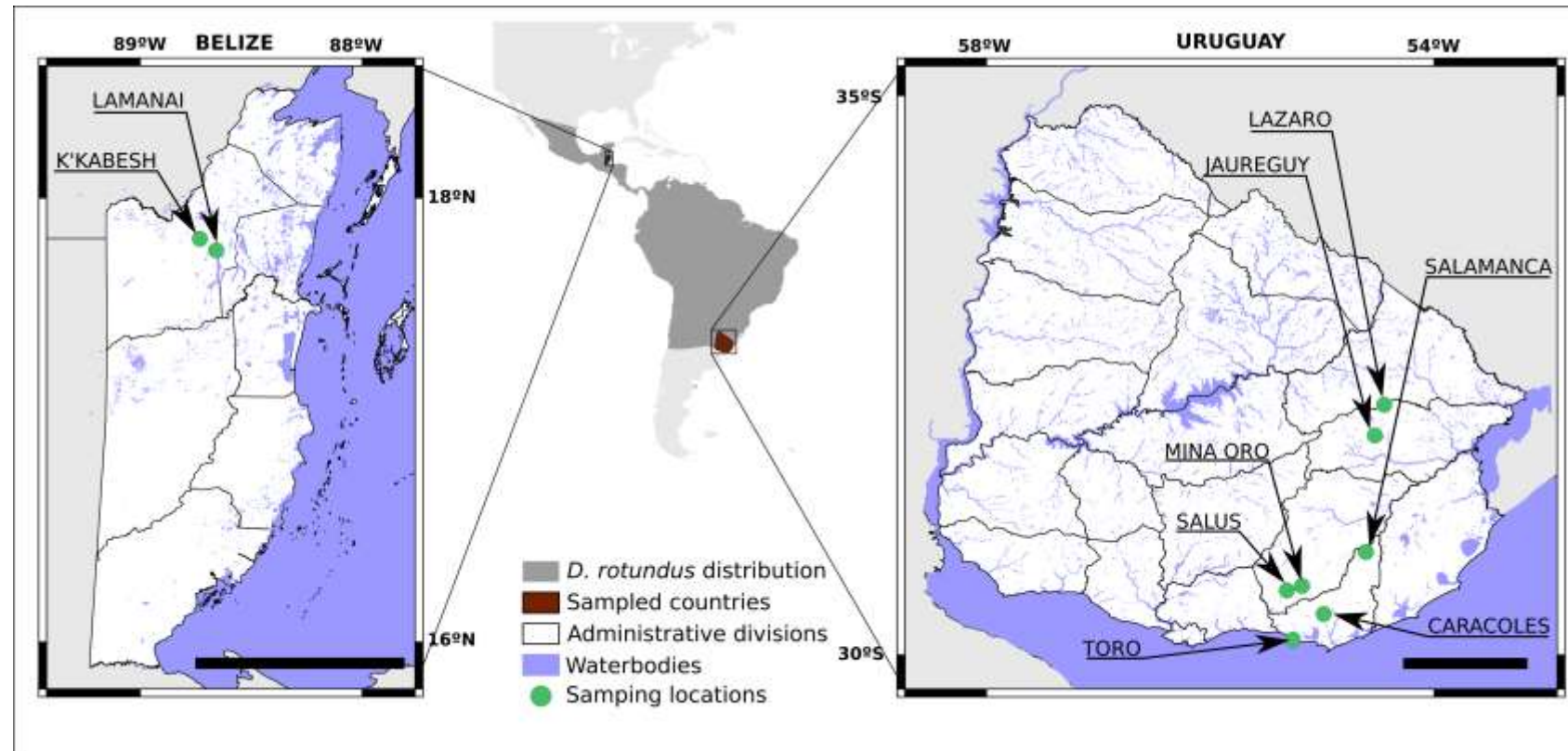
La conectividad de las colonias debe ser mayor en áreas fragmentadas

La mayor conectividad debe favorecer la persistencia del virus

La ausencia de brotes en el sur se explica por dispersión y dilución, más que por el aislamiento de las colonias

CONFLICTOS:

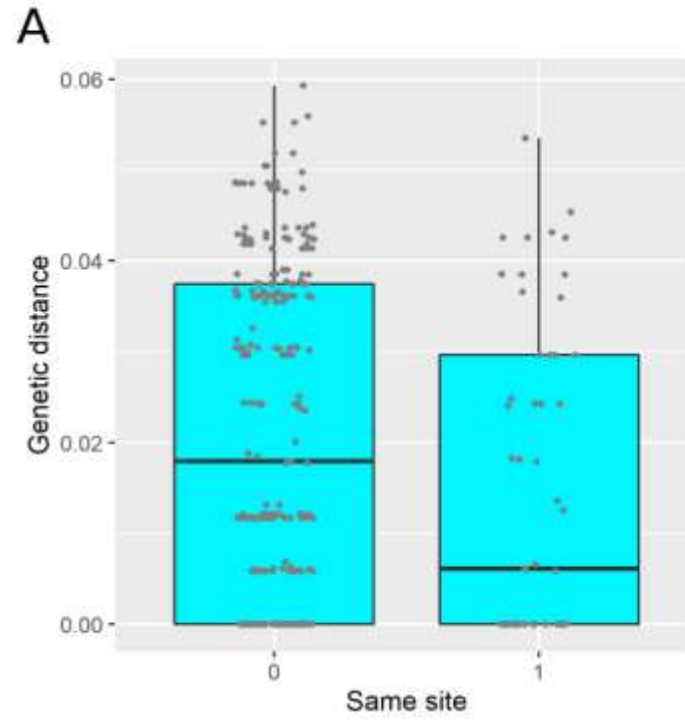
MODELOS Y
CAMPO



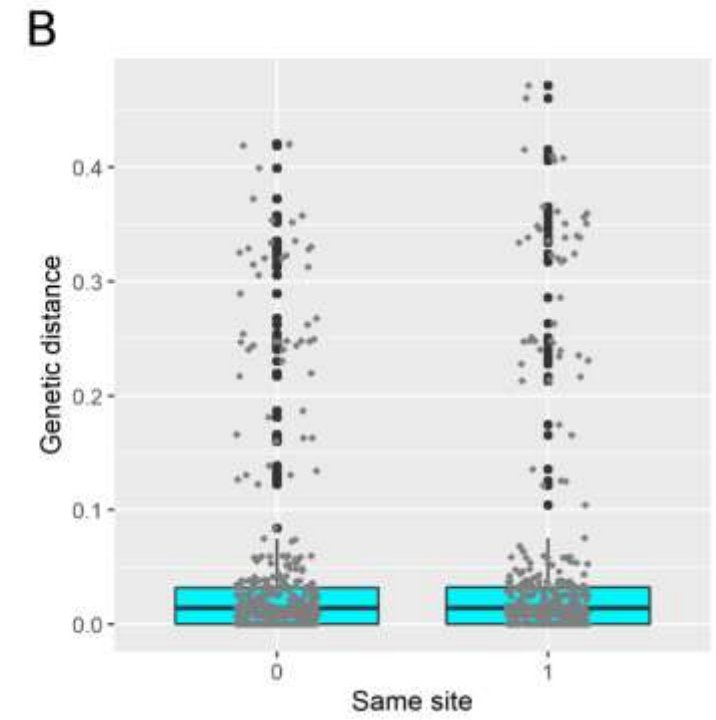
CONFLICTOS:

MODELOS Y
CAMPO

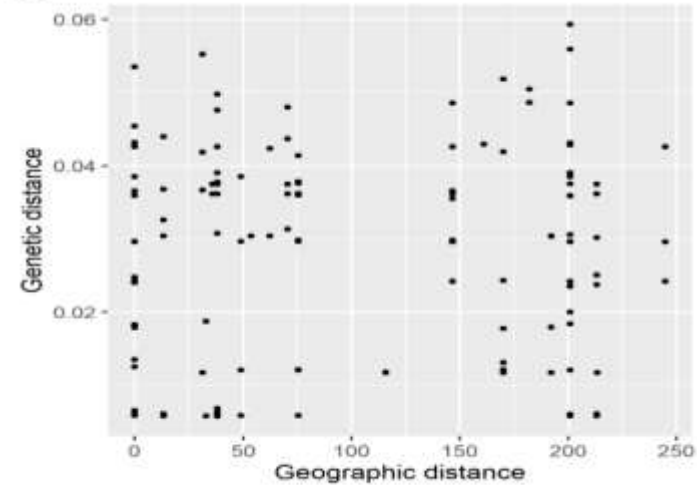
URUGUAY



BELIZE



C



RABIA EN URUGUAY:

PREDICCIONES A PARTIR DE LA
HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los brotes de rabia deben estar espacialmente asociados con la fragmentación de áreas de pastoreo

La conectividad de las colonias debe ser mayor en áreas fragmentadas

La mayor conectividad debe favorecer la persistencia del virus

La ausencia de brotes en el sur se explica por dispersión y dilución, más que por el aislamiento de las colonias

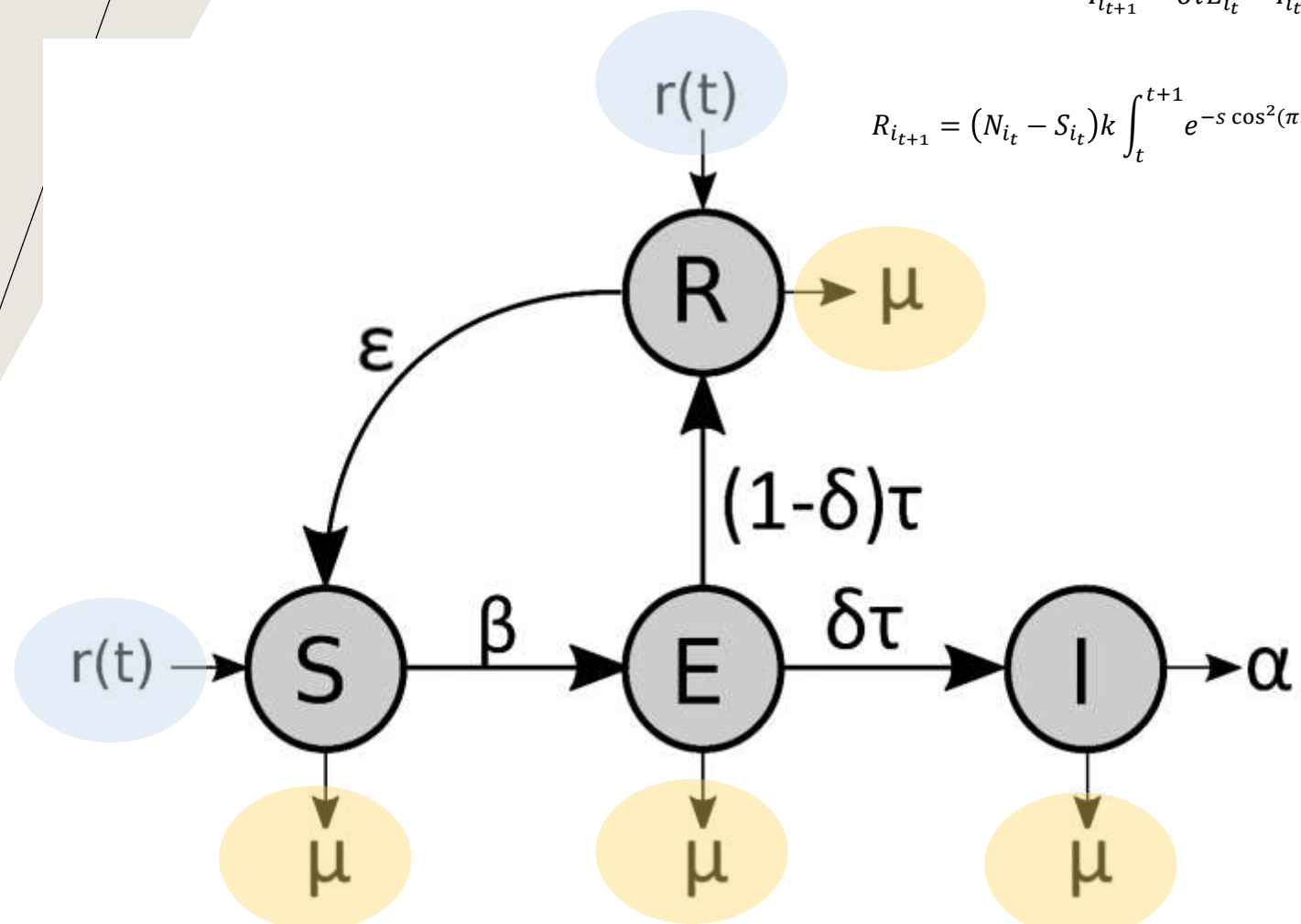
VOLVEMOS A LOS MODELOS...

$$S_{i_{t+1}} = S_{i_t} k \int_t^{t+1} e^{-s \cos^2(\pi t - \omega)} - S_{i_t} \beta \sum_{i=1}^{i=25} I_{j_t} w_{ij} + \epsilon R_{i_t} - \mu S_{i_t}$$

$$E_{i_{t+1}} = S_{i_t} \beta \sum_{i=1}^{i=25} I_{j_t} w_{ij} - E_{i_{t+1}} (\tau + \mu)$$

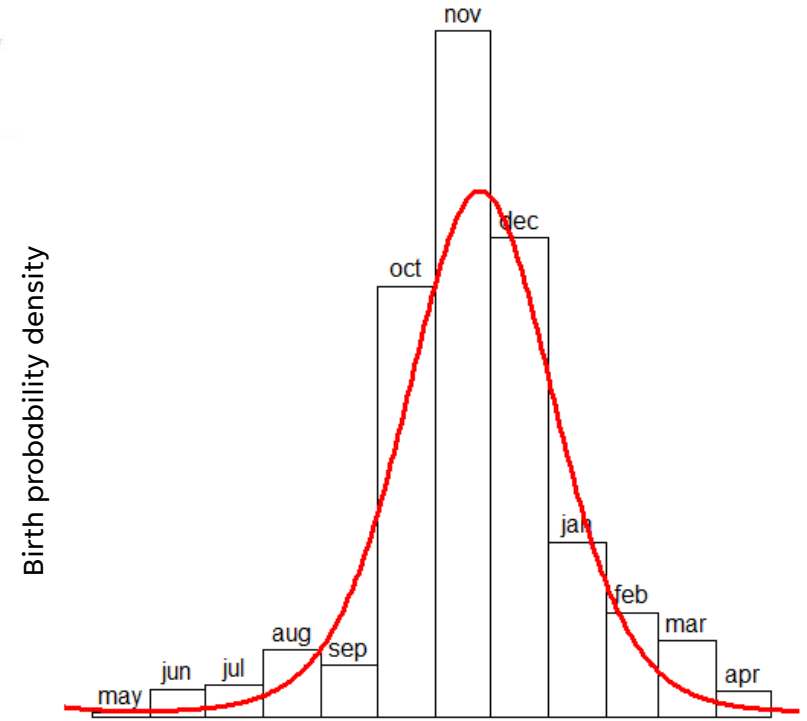
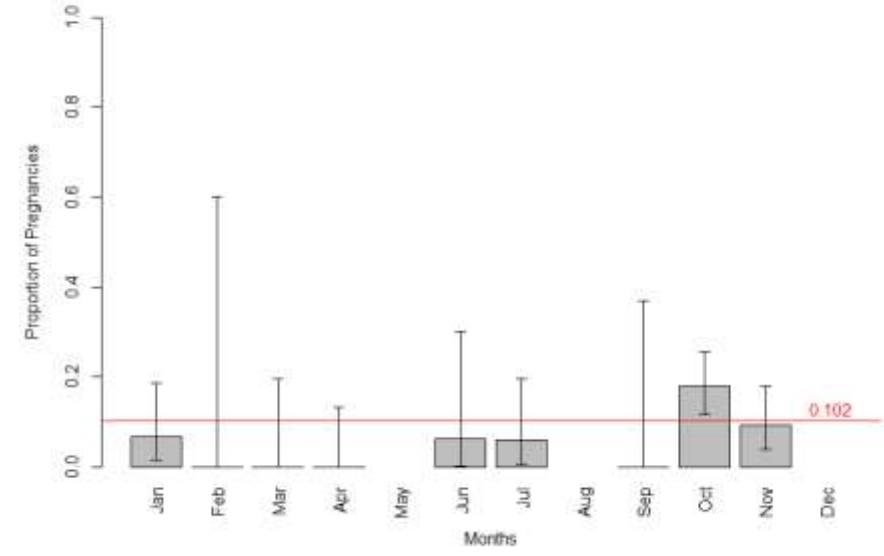
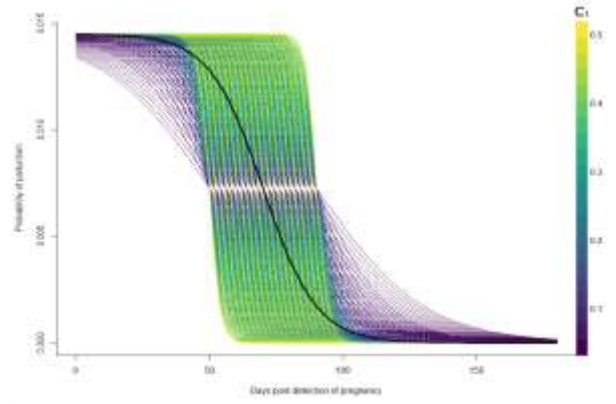
$$I_{i_{t+1}} = \delta \tau E_{i_t} - I_{i_t} (\alpha + \mu)$$

$$R_{i_{t+1}} = (N_{i_t} - S_{i_t}) k \int_t^{t+1} e^{-s \cos^2(\pi t - \omega)} - (1 - \delta) \tau E_{i_t} - \epsilon R_{i_t}$$



MODELOS Y CAMPO:

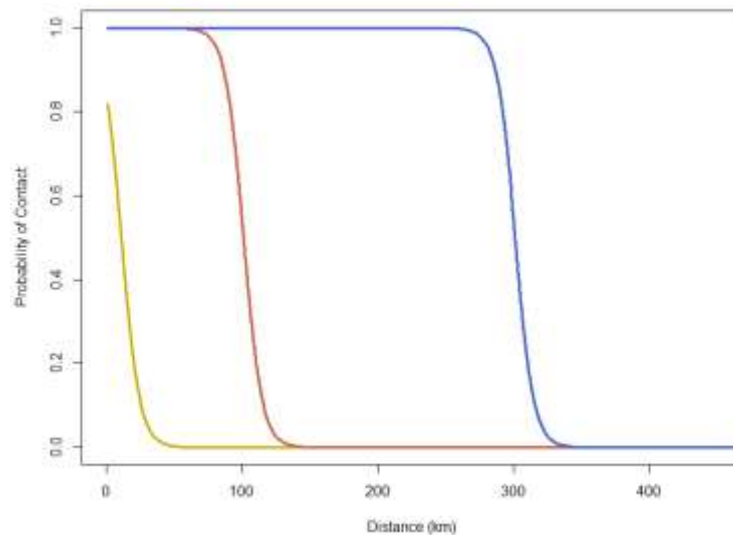
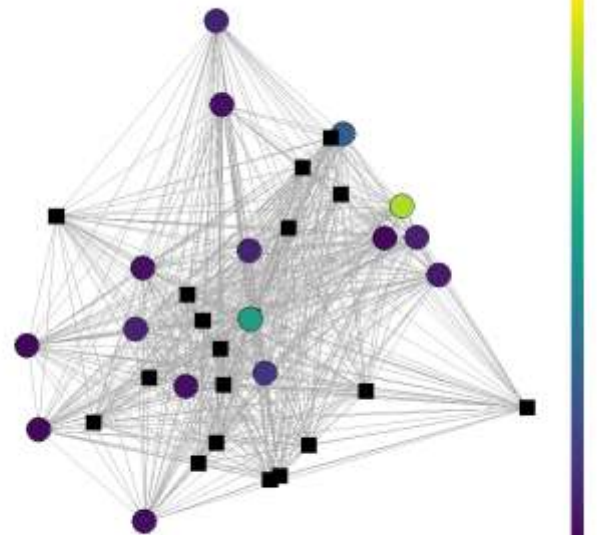
ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA Y TURN-OVER POBLACIONAL



$$r(t) = k \cdot e^{-4.55 \cos^2(\pi t - 0.4\pi)}$$

MODELOS Y
CAMPO:

CONECTIVIDAD
Y DISTANCIA

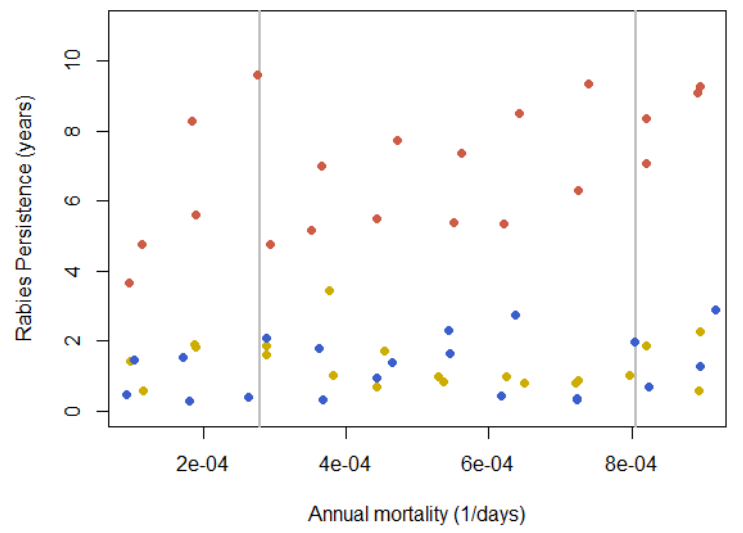
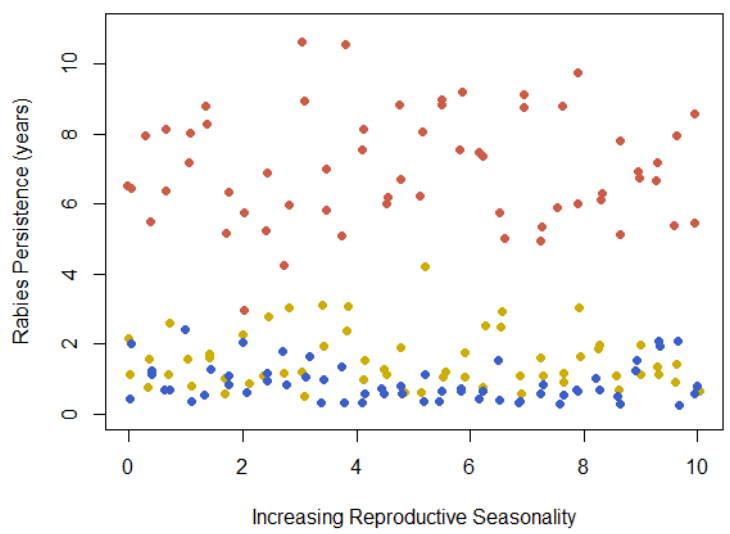
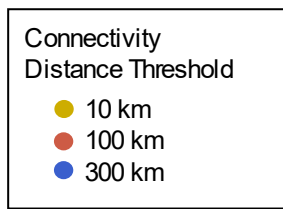
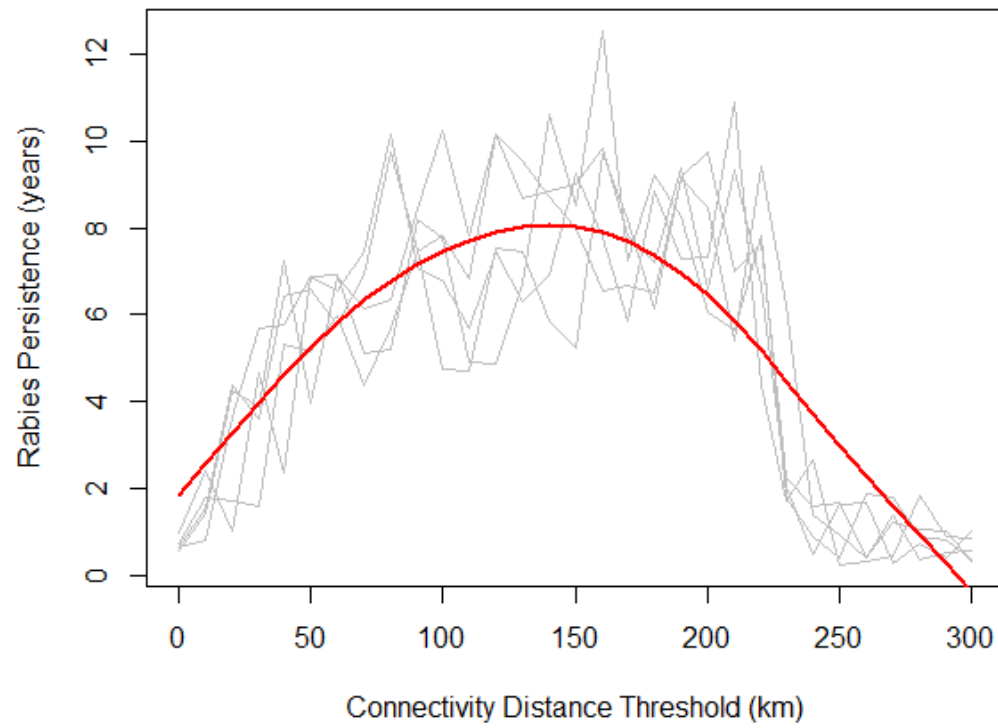


Connectivity
Distance Threshold

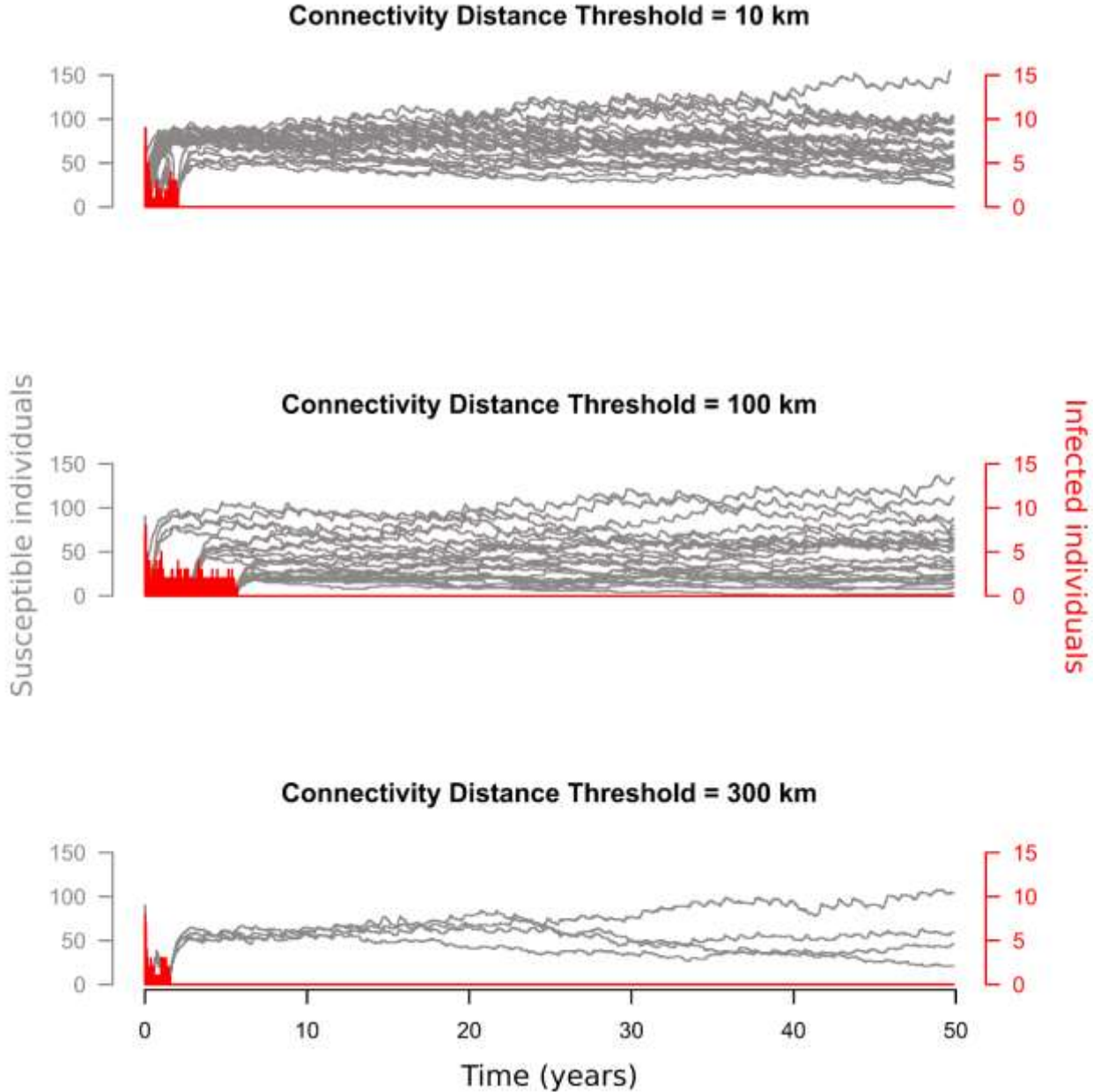
- 10 km
- 100 km
- 300 km

$$w_{ij} = 1 - \frac{1}{1 + e^{-v(d_{ij}-u)}}$$

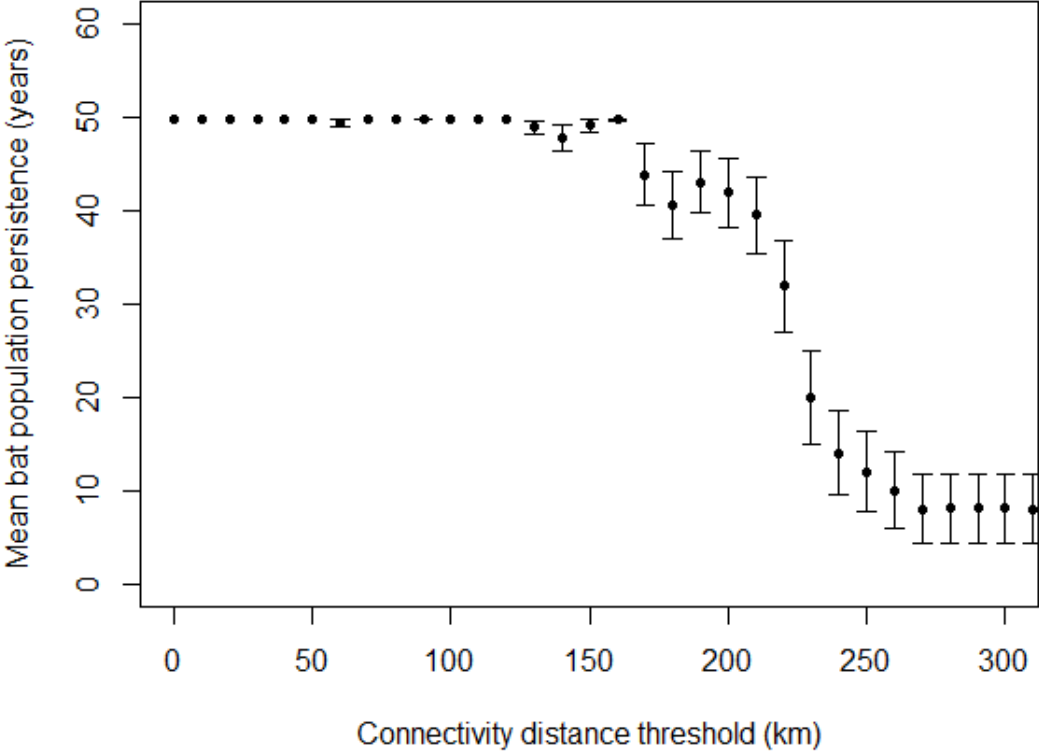
MODELOS DE TRANSMISIÓN



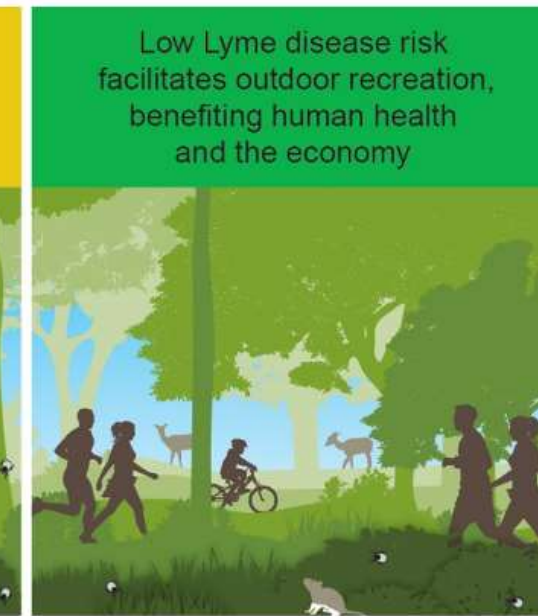
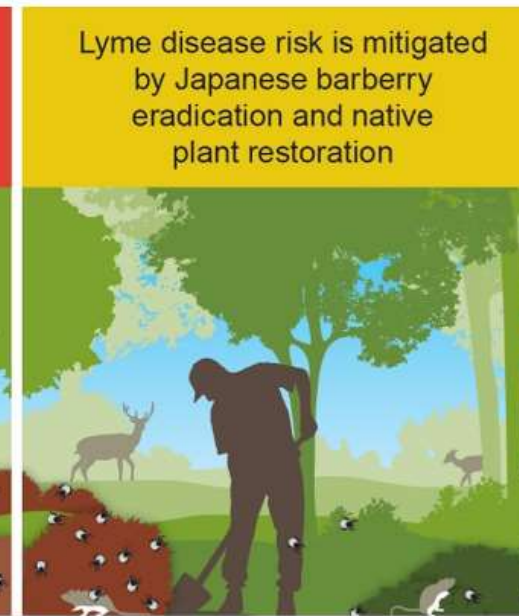
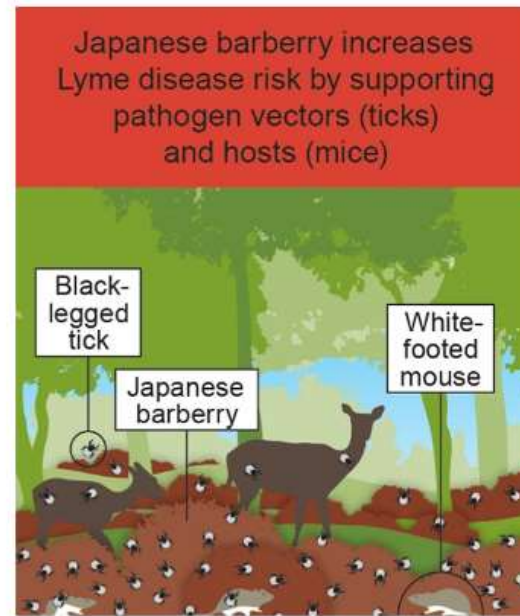
MODELOS DE TRANSMISIÓN



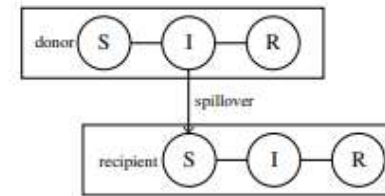
MODELOS DE TRANSMISIÓN



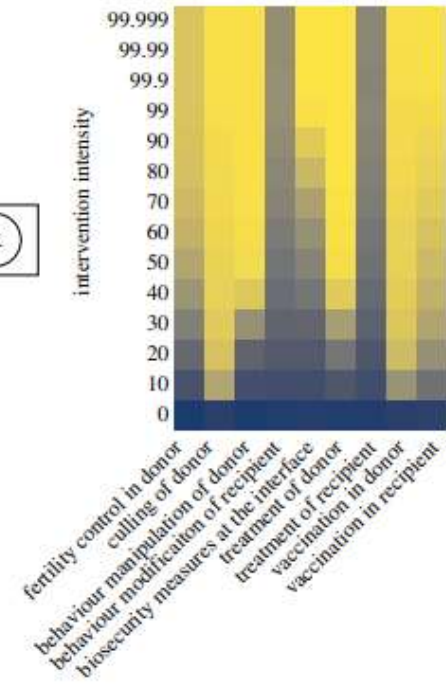
ECOLOGICAL COUNTERMEASURES



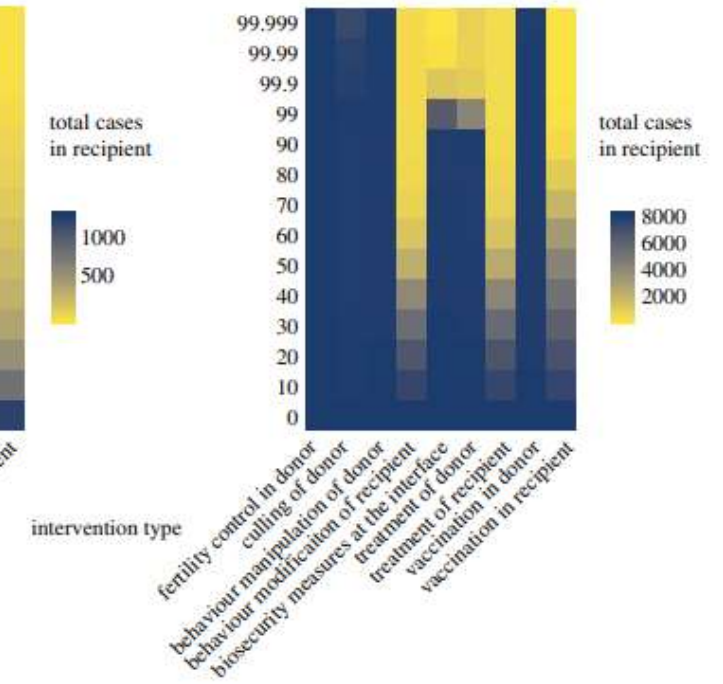
(a)



(b)



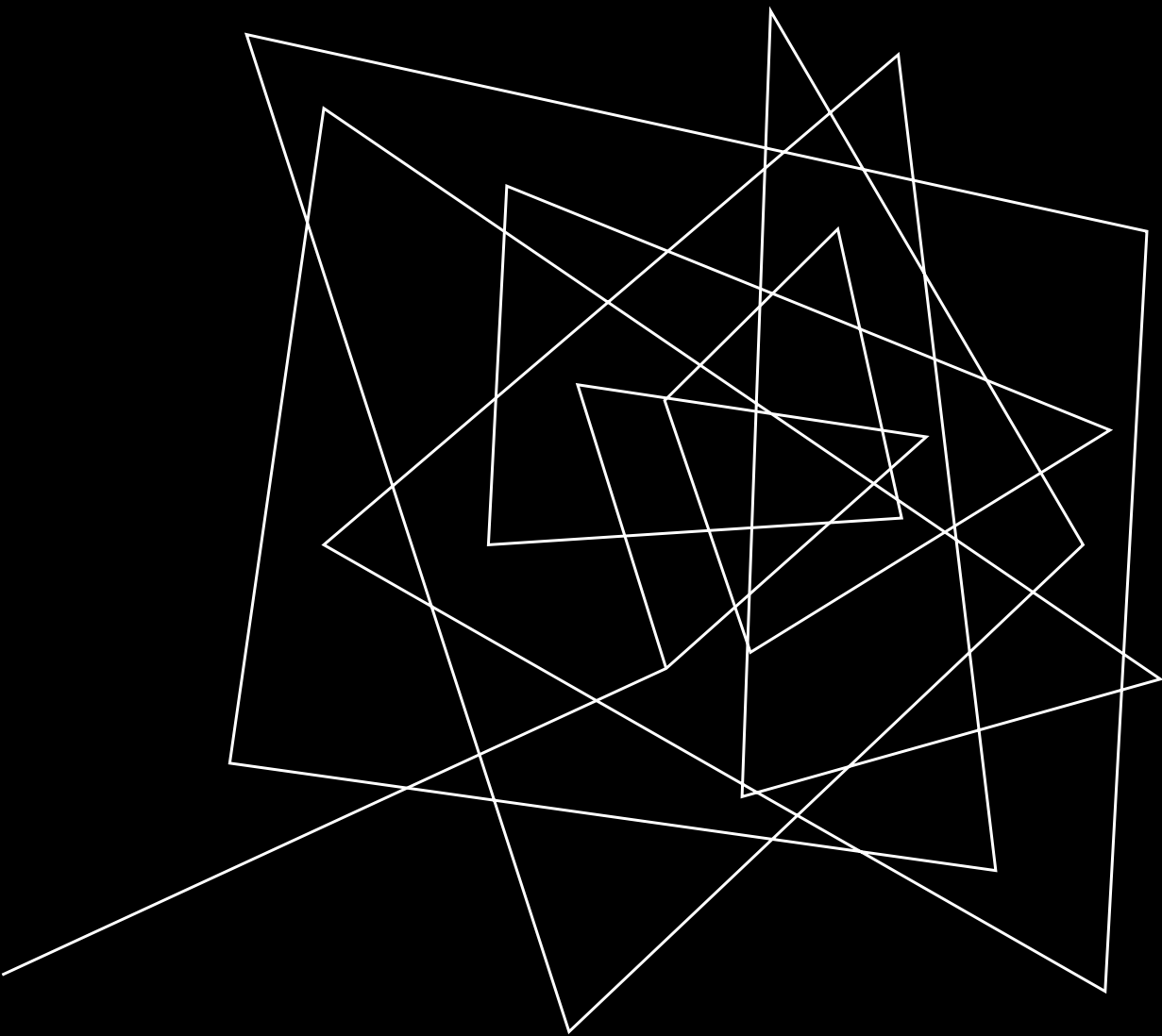
(c)





UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY





RIFT VALLEY FEVER EN TANZANIA

2009-2011

RIFT VALLEY FEVER

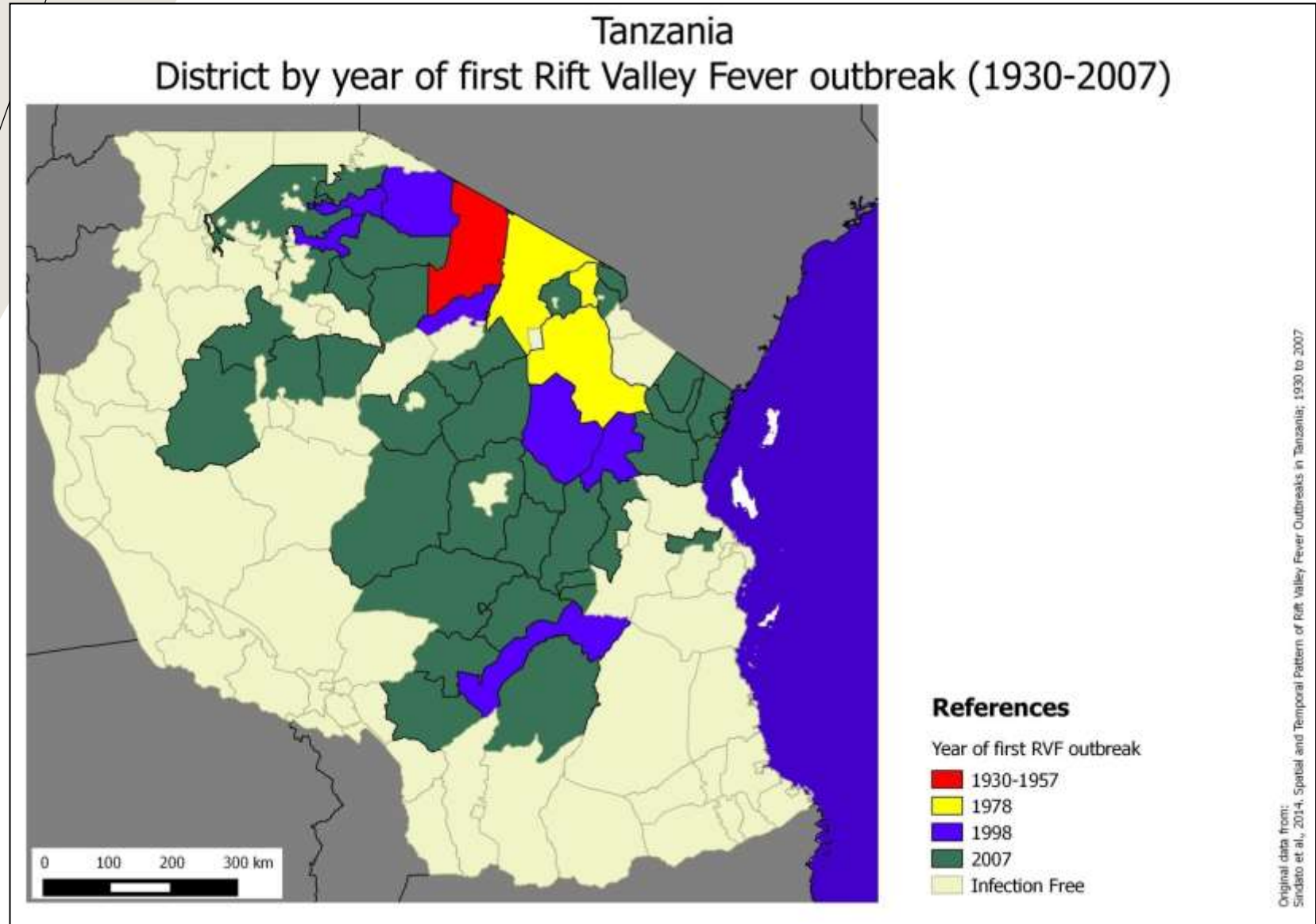
- Zoonosis producida por un arbovirus y transmitida por mosquitos
- Ciclo enzootico en ganado y fauna silvestre
- Brotes epizoóticos llevan a desborde de la infección y aparición de brotes en humanos
- Influencia fuerte de los factores climáticos
- Modelado de la dinámica espacial de los brotes

RIFT VALLEY FEVER

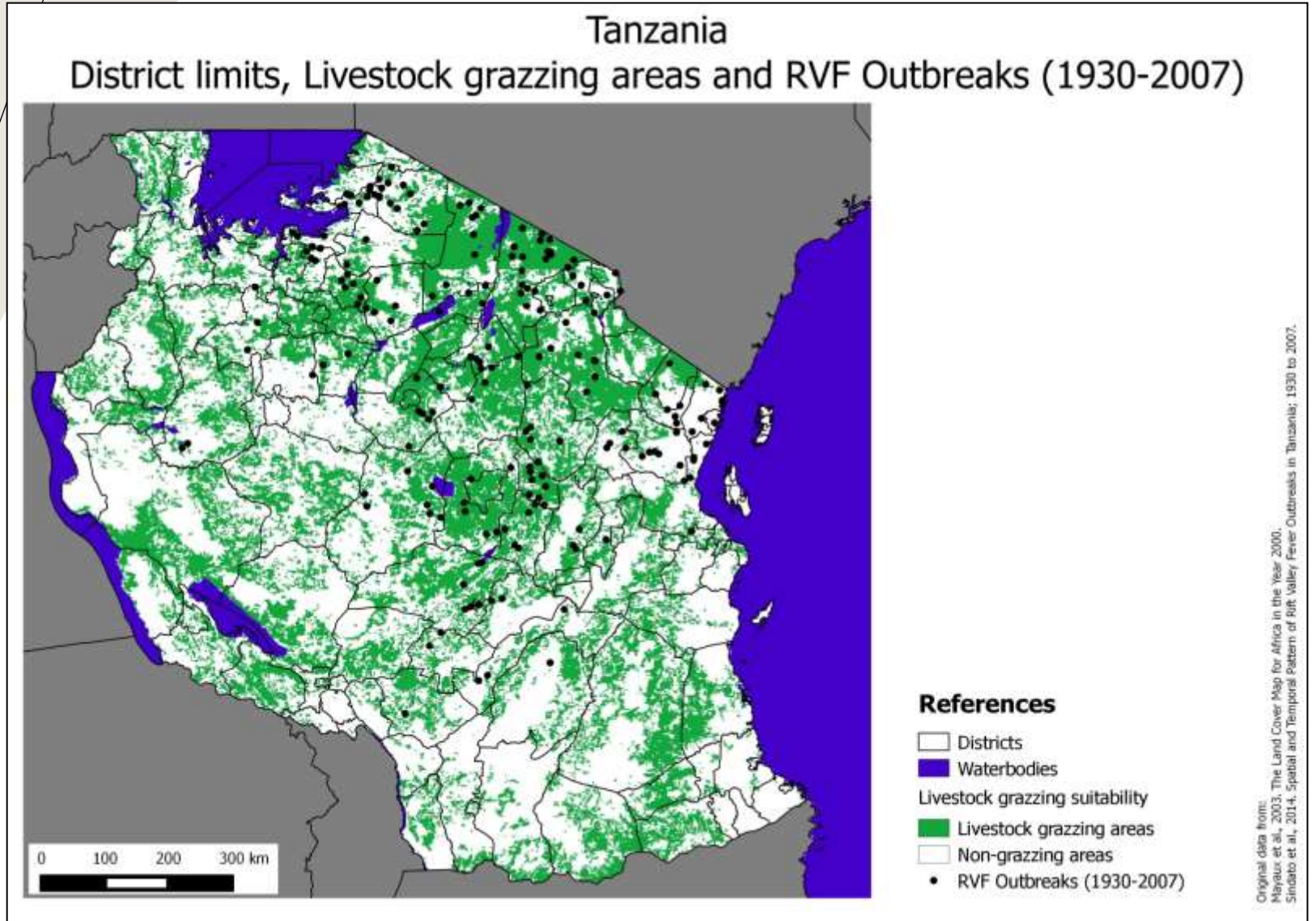
Dos aproximaciones complementarias:

- Modelo markov estocástico de metapoblaciones (adaptado del propuesto por Smith y colaboradores (2002) para rabia en carnívoros)
- Modelo determinístico basado en ecuaciones en diferencias discretas

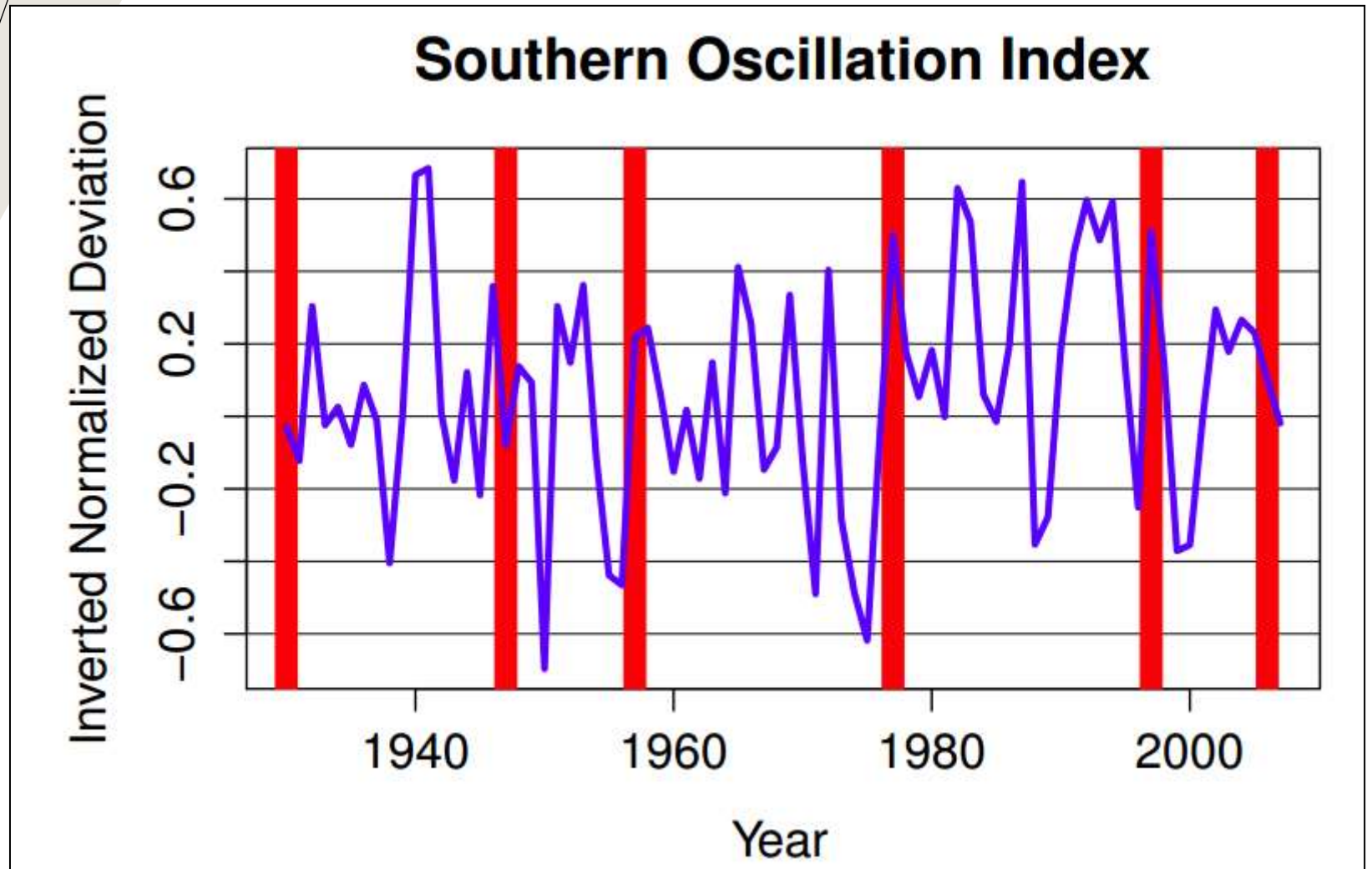
RIFT VALLEY FEVER



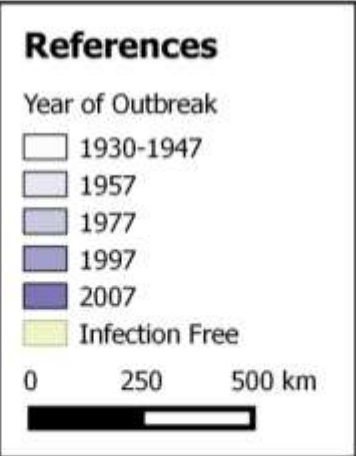
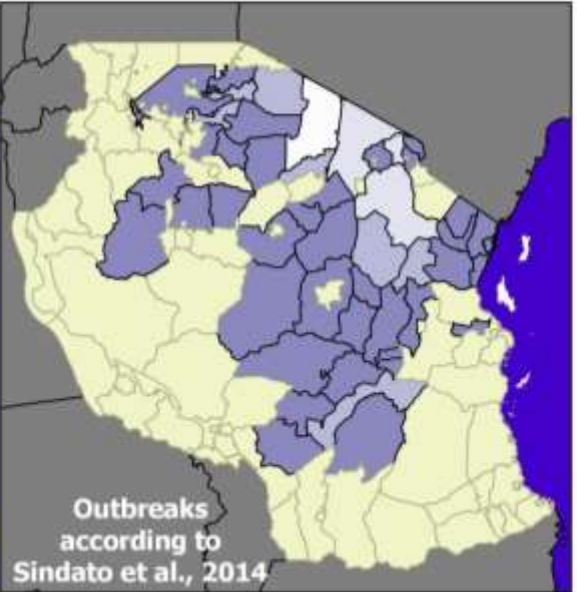
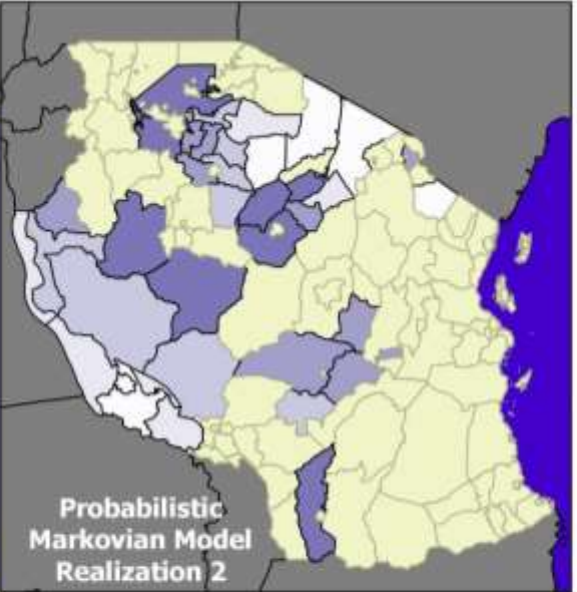
RIFT VALLEY FEVER



RIFT VALLEY FEVER

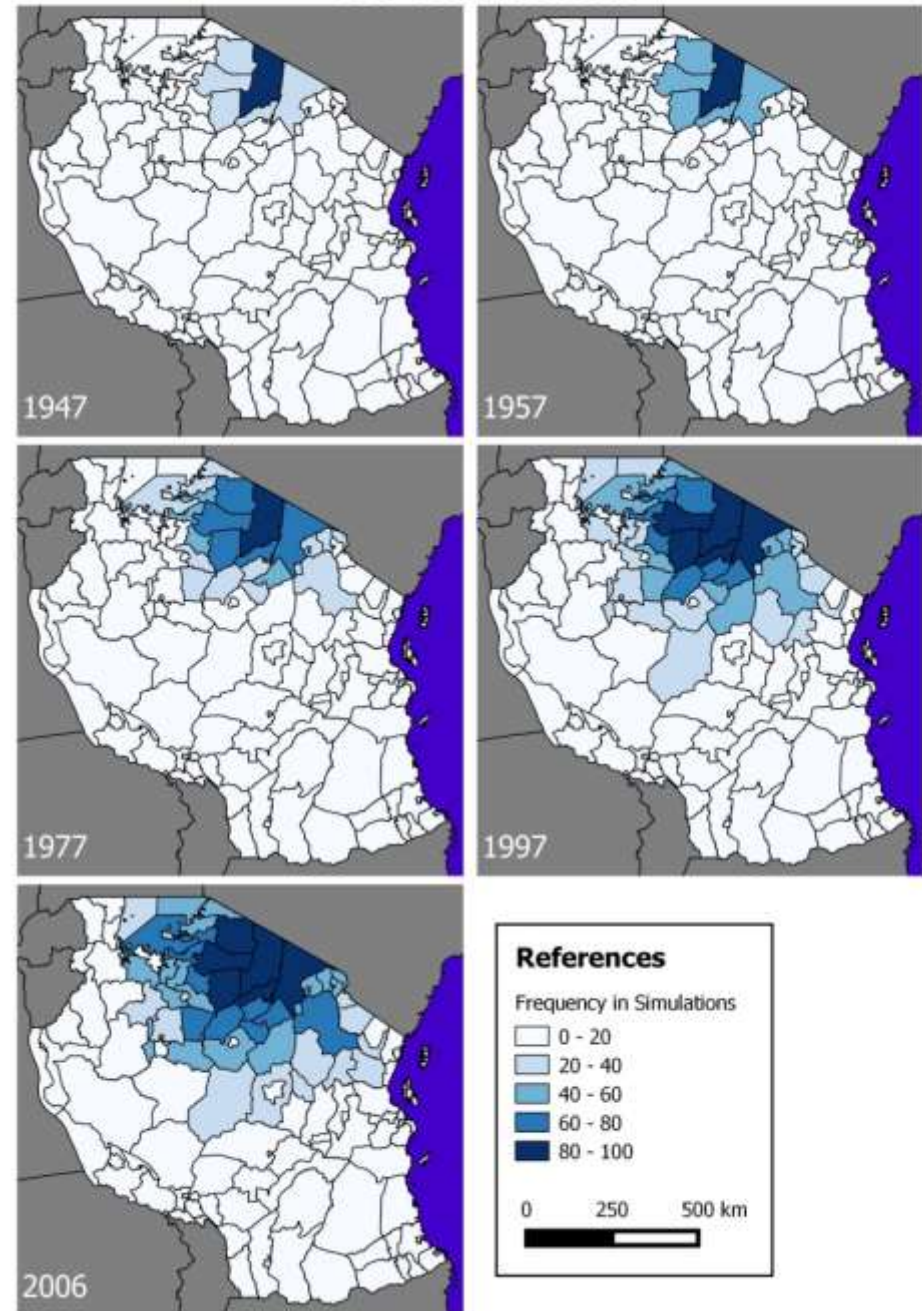


RVF – MODELO MARKOV



RVF – MODELO MARKOV

Difusion Only Probabilistic Markovian Model 100 realizations

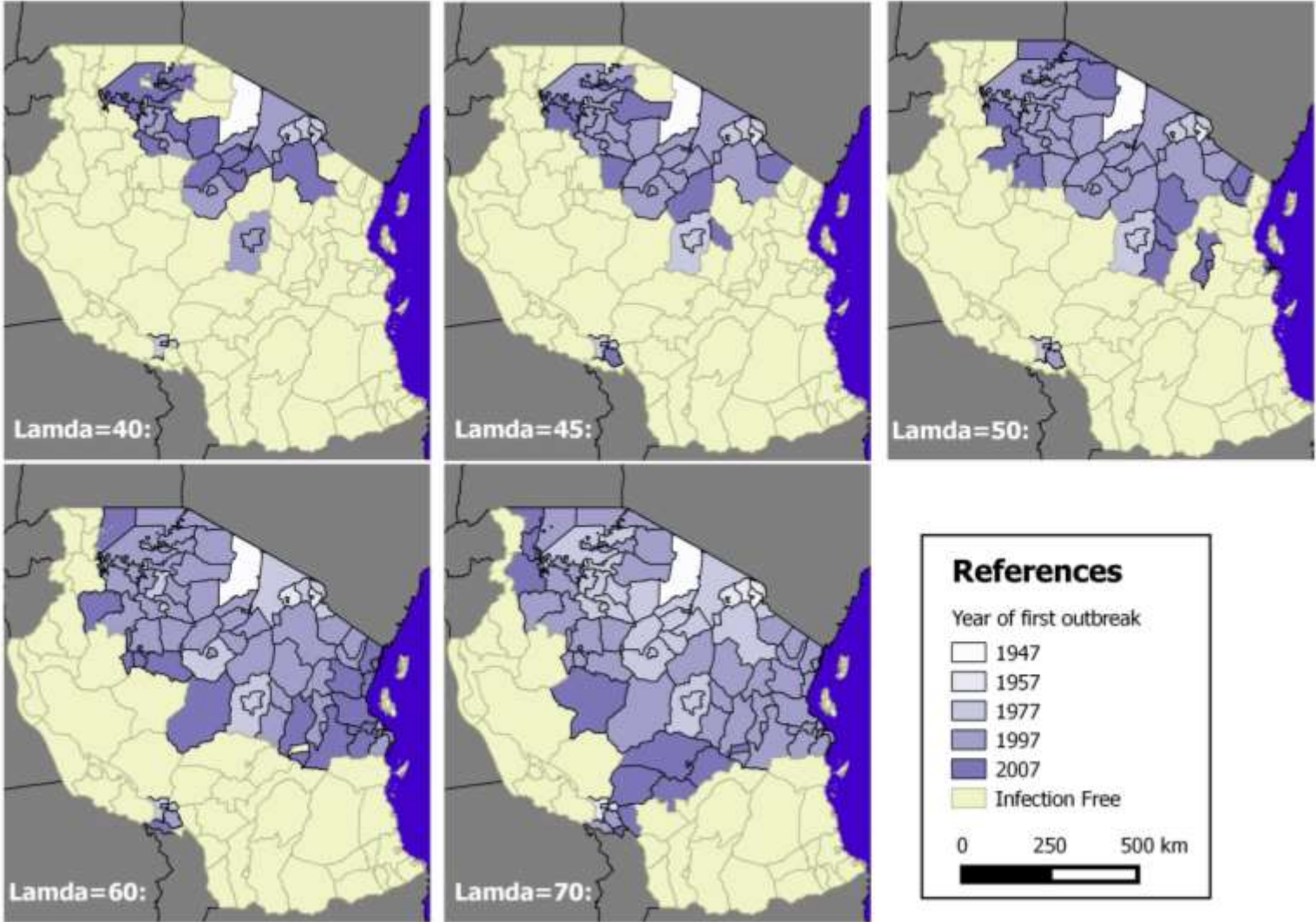


RVF –
DETERMINÍSTICO
EN DIFERENCIAS
DISCRETAS

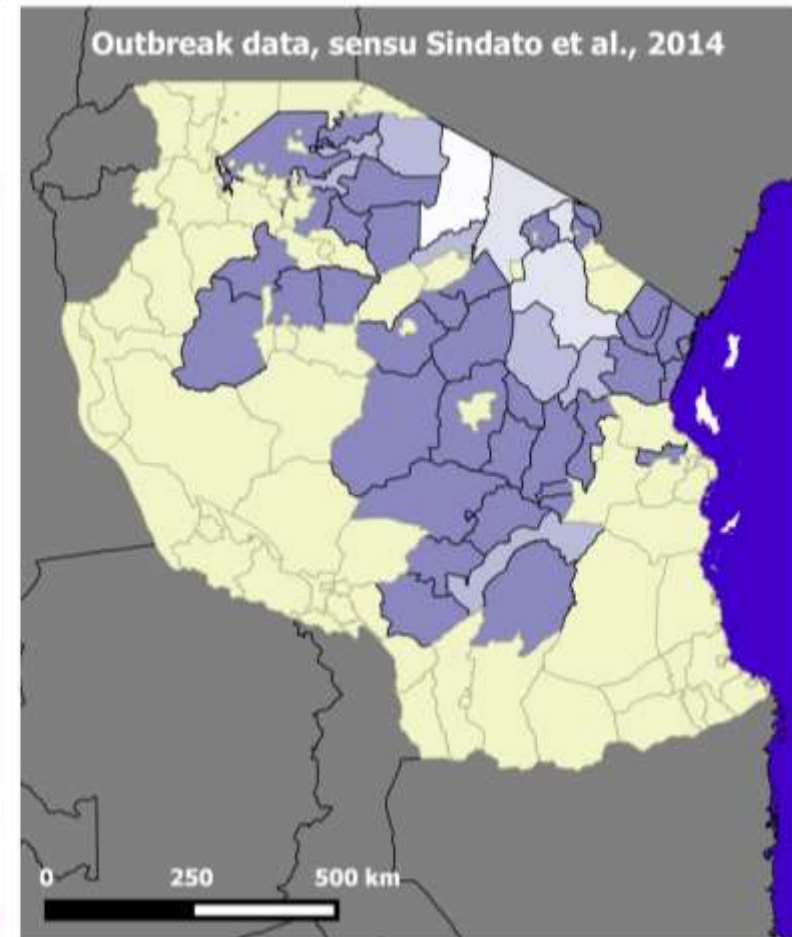
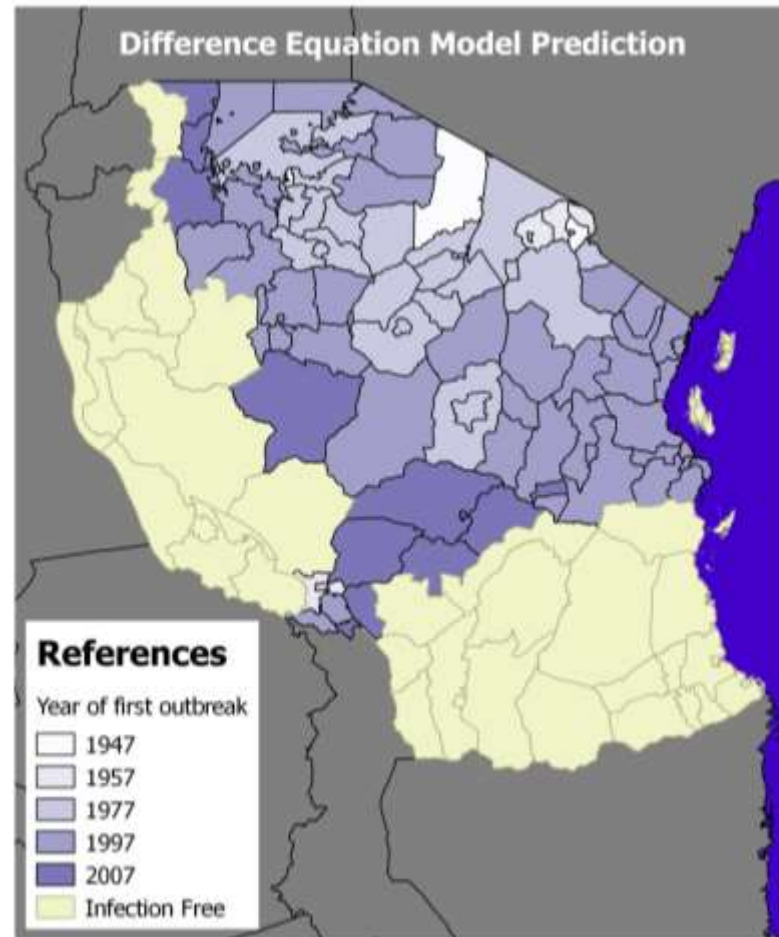
$$C_{i(t)} = \begin{cases} a_{i(t)}, & a_{i(t)} \leq 1 \\ 1, & a_{i(t)} > 1 \end{cases}$$

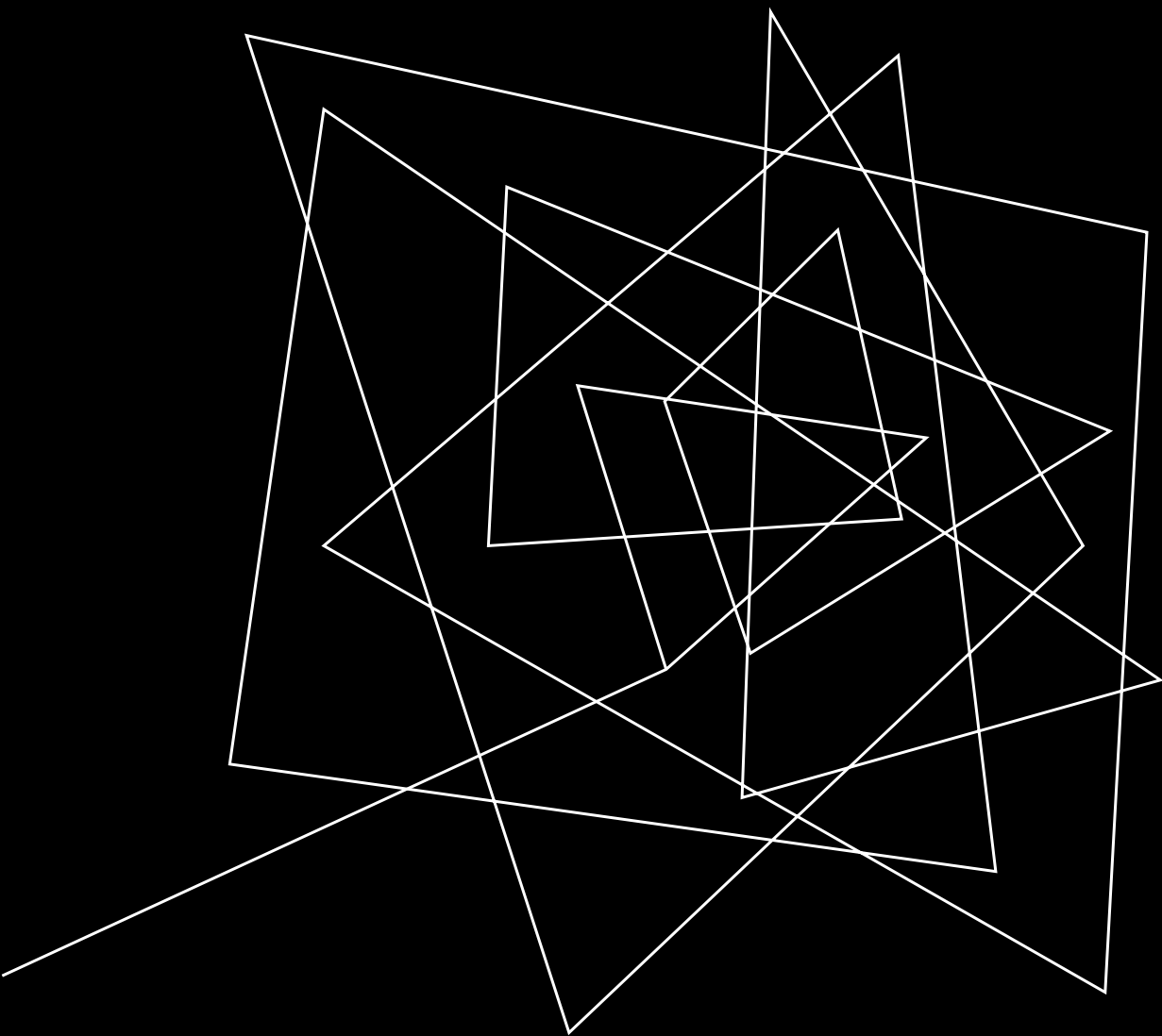
$$a_{i(t)} = C_{i(t-1)} + (1 + P(t)) \sum_j \lambda \left(\frac{G_j L_j}{d_{ij}^2} \right) C_{j(t-1)}$$

RVF –
DETERMINÍSTICO
EN DIFERENCIAS
DISCRETAS



RVF – DETERMINÍSTICO EN DIFERENCIAS DISCRETAS





TRIHALOMETANOS EN MONTEVIDEO

2009-2011

IMPACTOS DE LOS THM'S EN SALUD PÚBLICA

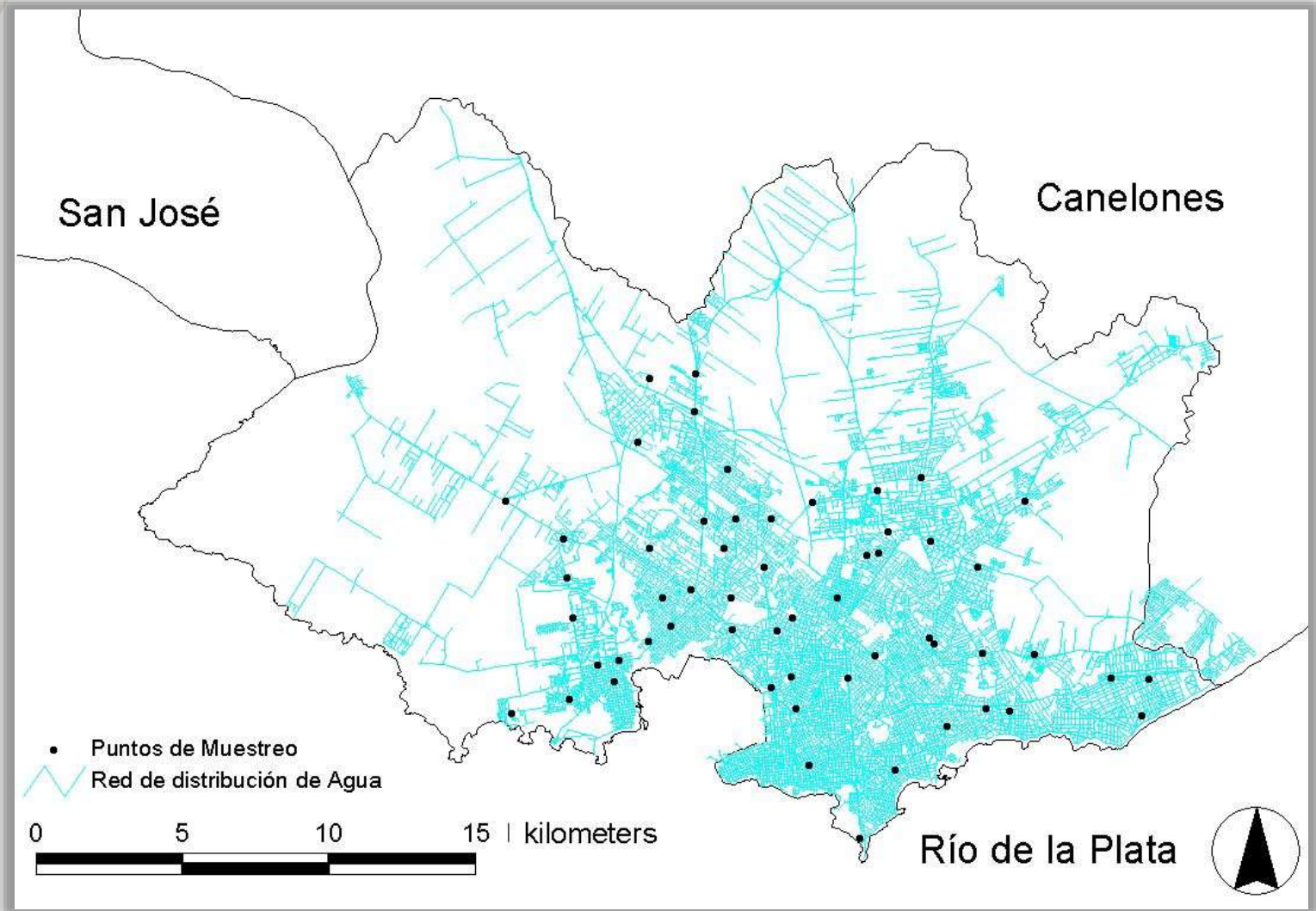
Existe investigación epidemiológica que ha observado asociación positiva entre la exposición a THM durante el embarazo y efectos adversos sobre el recién nacido, retardo en el crecimiento intrauterino, pequeño para la edad gestacional y bajo peso al nacer

Las evidencias sobre los efectos reproductivos de los THM no permiten establecer de modo concluyente una asociación causal ni el tipo de relación dosis-respuesta

Existen evidencias sobre impacto de los THMs en el desarrollo de cáncer en sistema digestivo, en particular cáncer colo-rectal

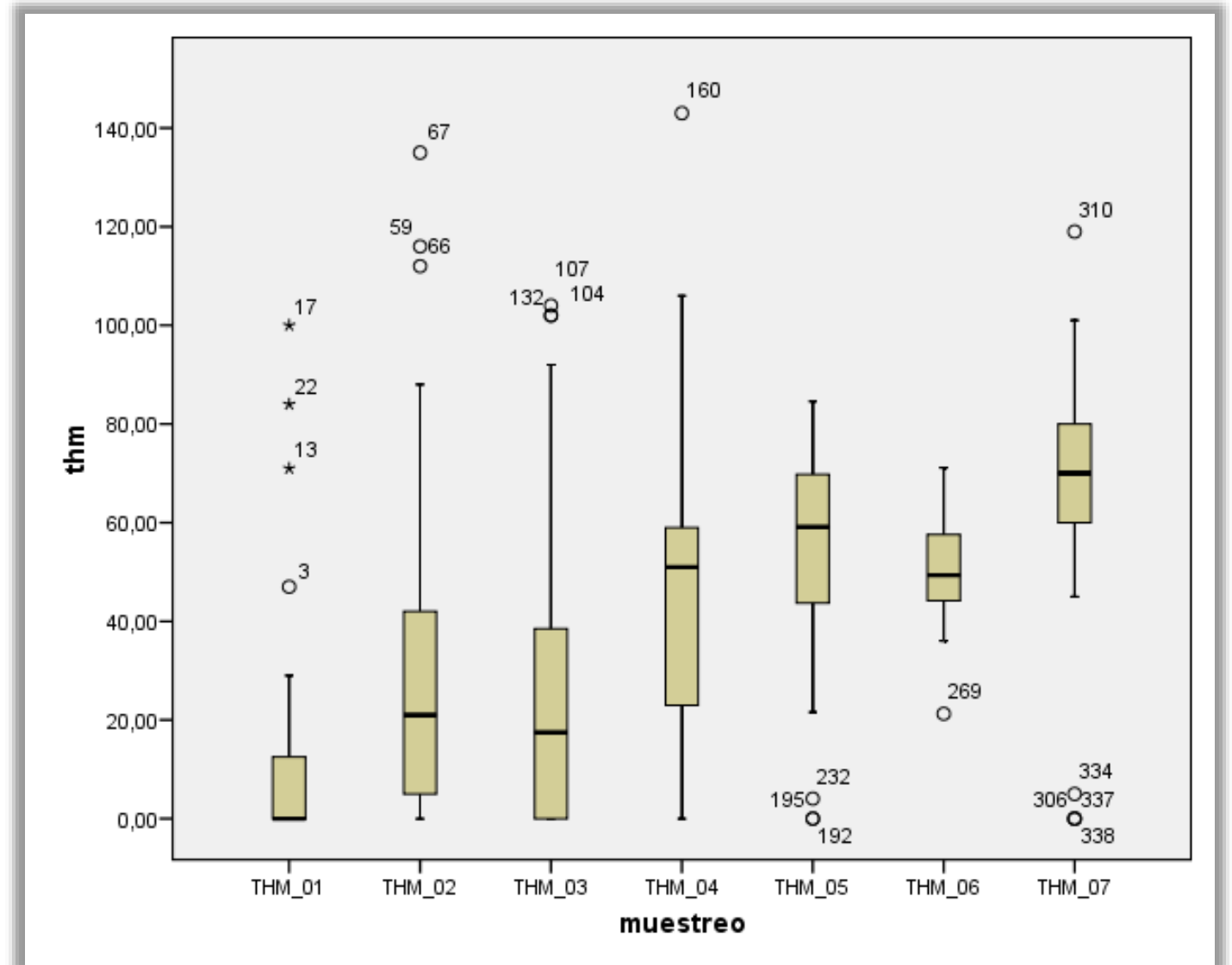
MUESTREOS THM EN MONTEVIDEO

2009-2010



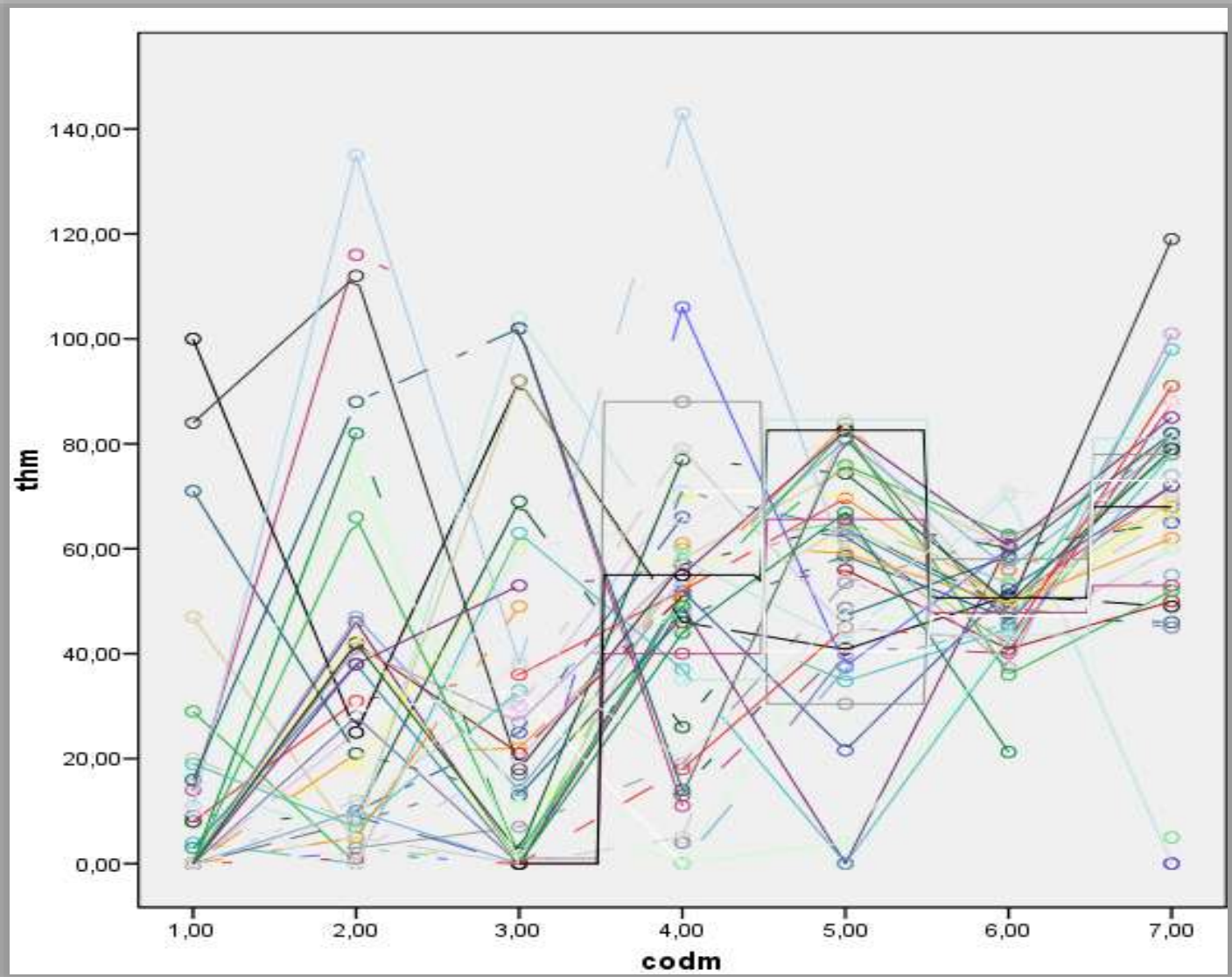
MUESTREOS THM EN MONTEVIDEO

2009-2010



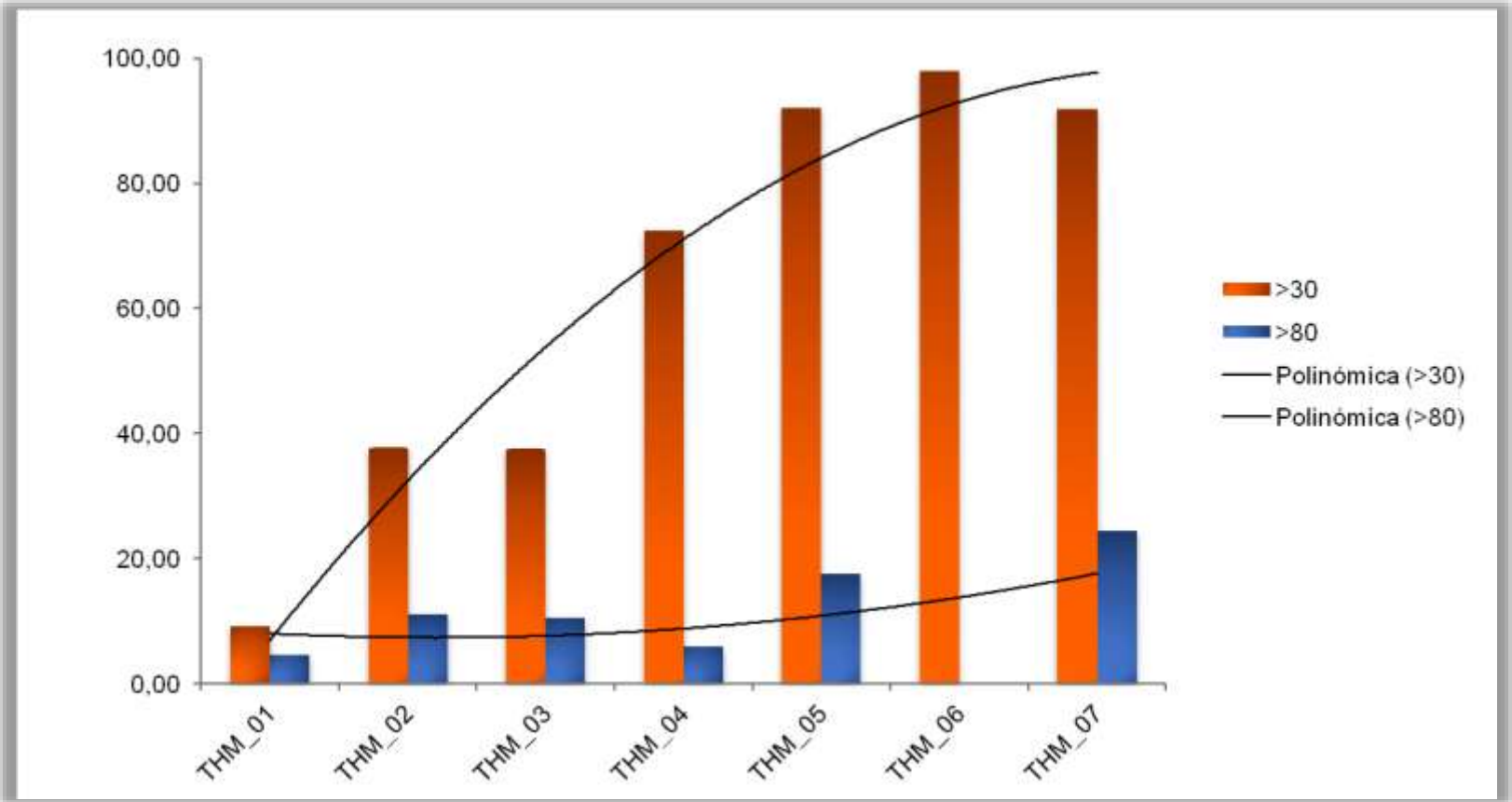
MUESTREOS THM EN MONTEVIDEO

2009-2010



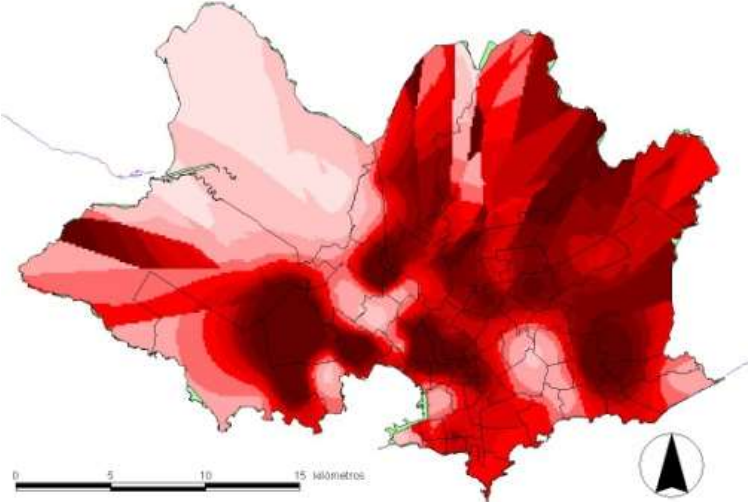
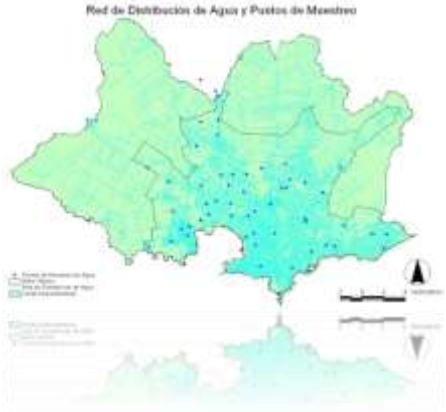
MUESTREOS THM EN MONTEVIDEO

2009-2010

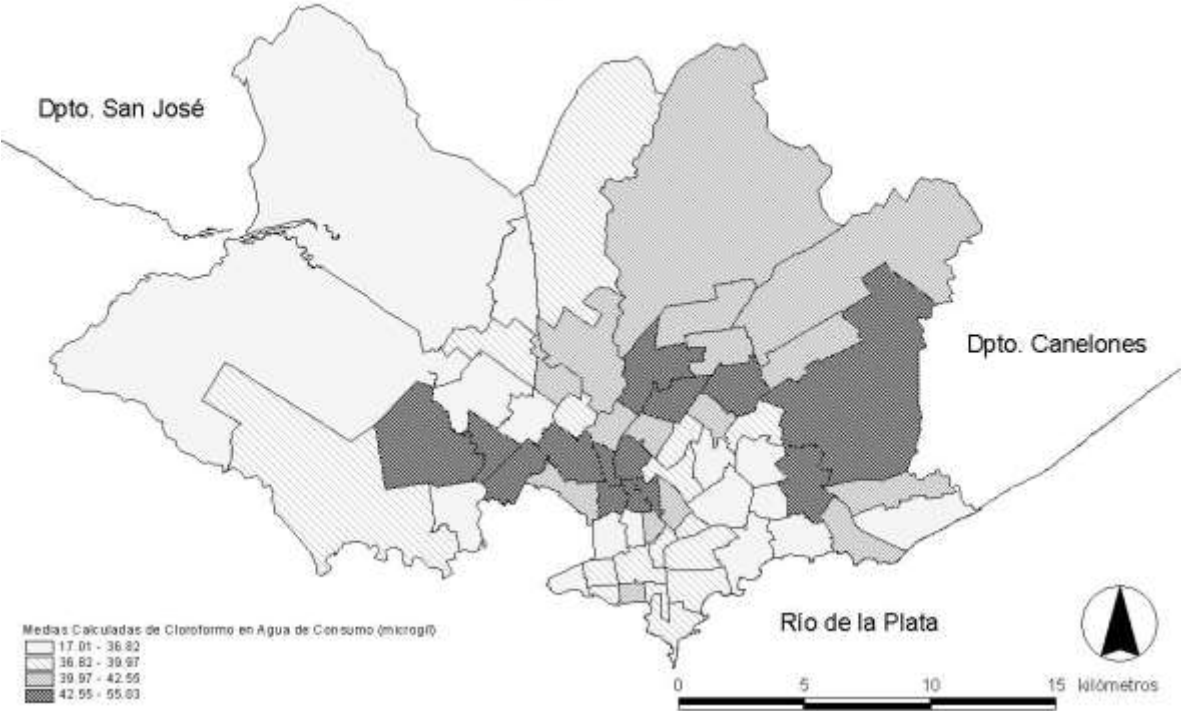


MUESTREOS THM EN MONTEVIDEO

2009-2010



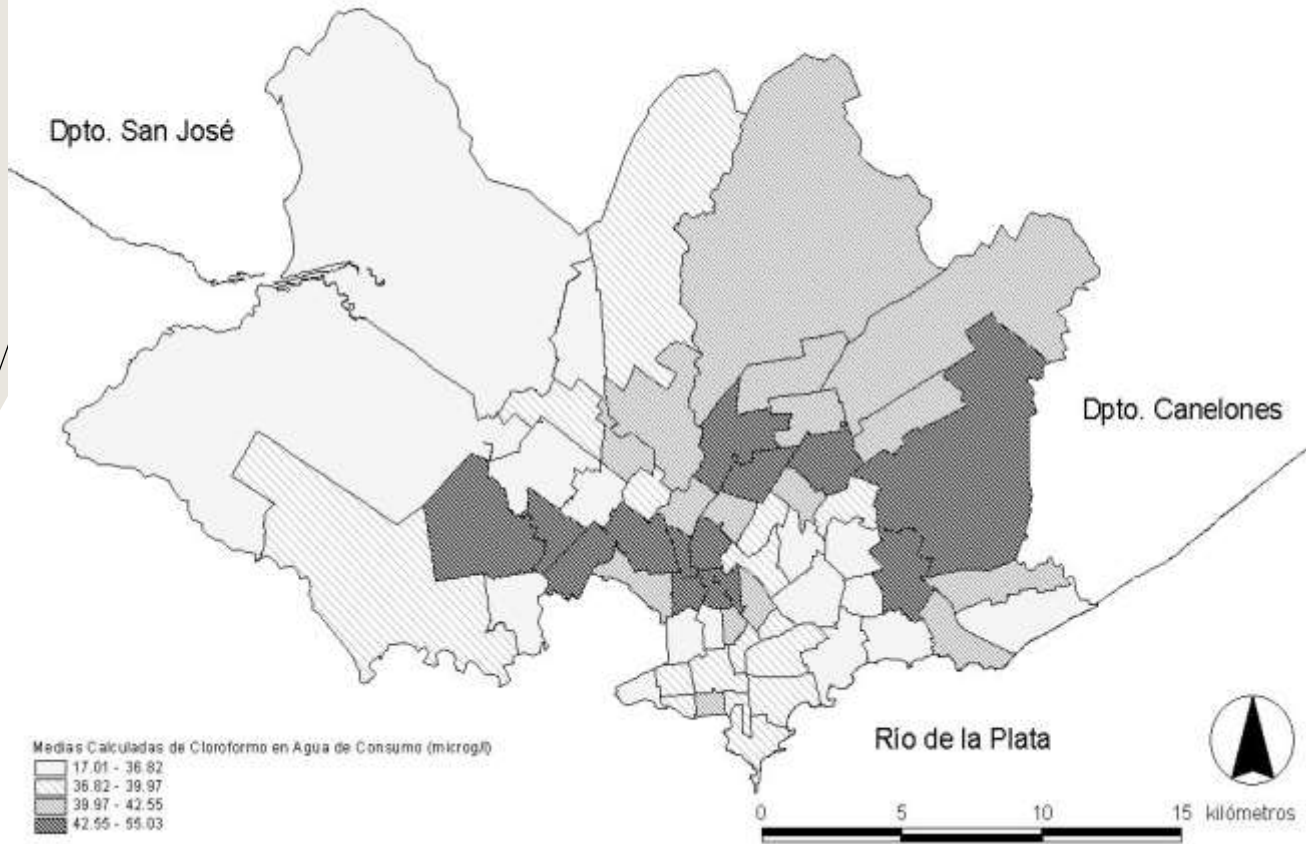
Media de cloroformo por barrio en Montevideo, empleando técnica de Kriging.
2009 - 2010

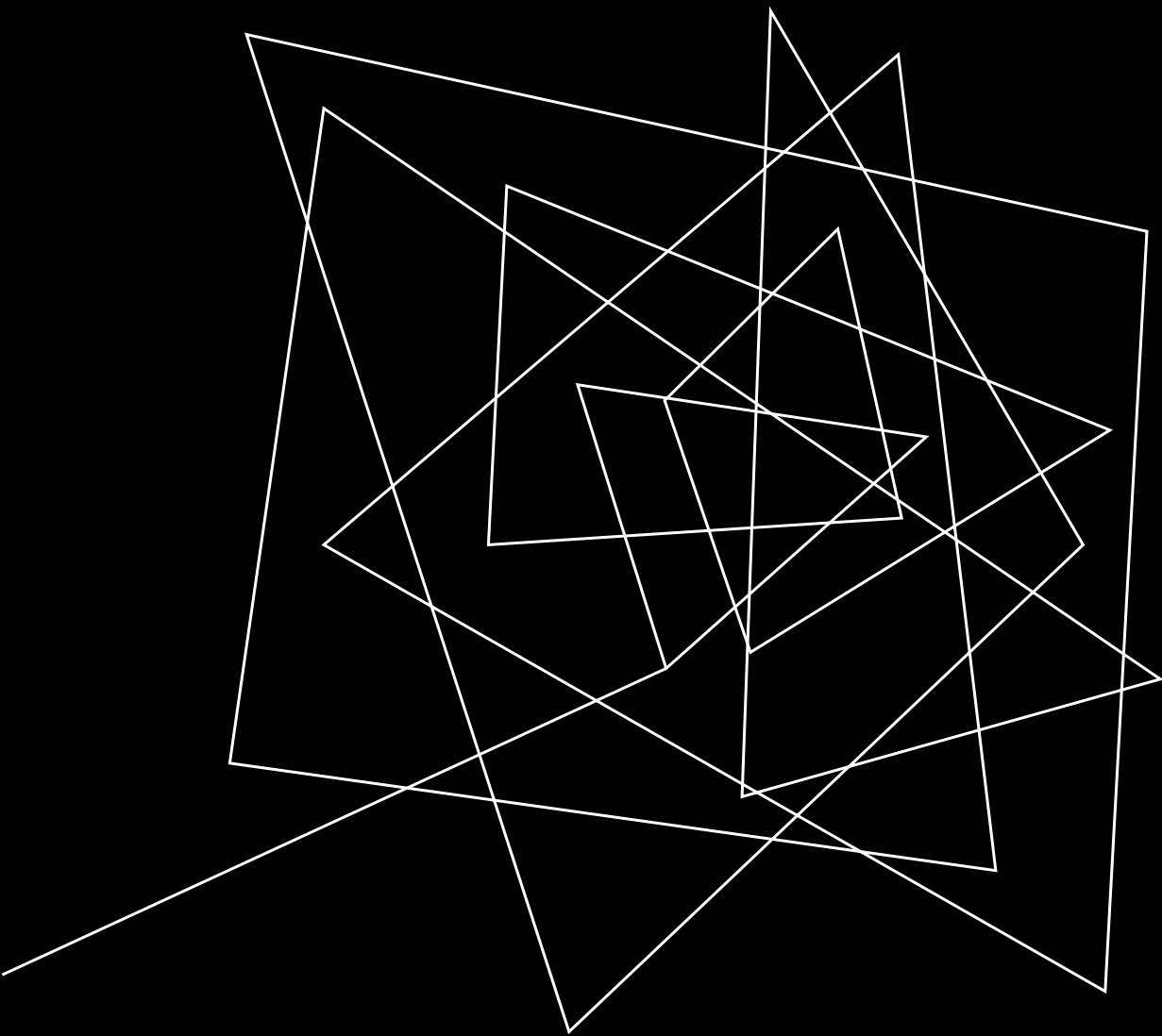


MUESTREOS THM EN MONTEVIDEO

2009-2010

Media de cloroformo por barrio en Montevideo, empleando técnica de Kriging.
2009 - 2010





DETECCIÓN DE SARS-COV-2 EN AGUAS RESIDUALES

2020-2022



CONGRESO
INTERDISCIPLINARIO
COVID-19, PANDEMIA
Y POSTPANDEMIA

Desarrollo de una herramienta de vigilancia de Covid-19 en aguas residuales

Caterina Rufo y Germán Botto

Mabel Berois², Alicia Alemán¹, Liliana Borzacconi³, Germán Botto^{1,4}, Florencia Cancela², Santiago Cuevas², Claudia Etchebehere⁴, Elizabeth González³, Julieta López³, Santiago Mirazo², Mauricio Olivera², Javier Pintos¹, Jesica Rodríguez⁵, Caterina Rufo⁵.

¹ Facultad de Medicina, Udelar. ² Facultad de Ciencias, Udelar. ³ Facultad de Ingeniería, Udelar. ⁴ Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, MEC. ⁵ Polo Tecnológico de Pando-Facultad de Química, Udelar.

OBJETIVOS Y MARCO DE TRABAJO

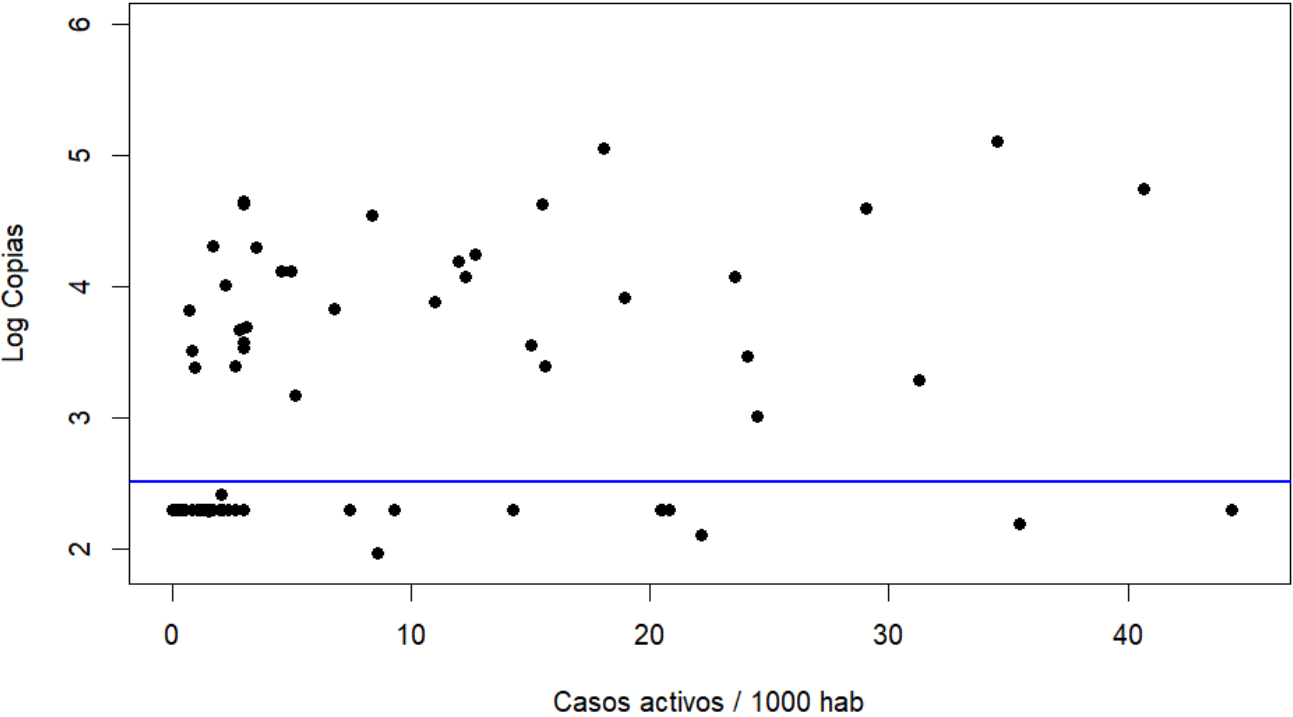
Implementar una metodología para detectar y cuantificar SARS-CoV-2 en aguas residuales que pueda ser aplicada para evaluar el grado de circulación del virus de una población en cualquier ciudad del país.

Referencia la población en los segmentos censales aproximadamente cubiertos por la red de saneamiento de acuerdo a los datos del INE (43224 en Rivera y 52374 en Melo).

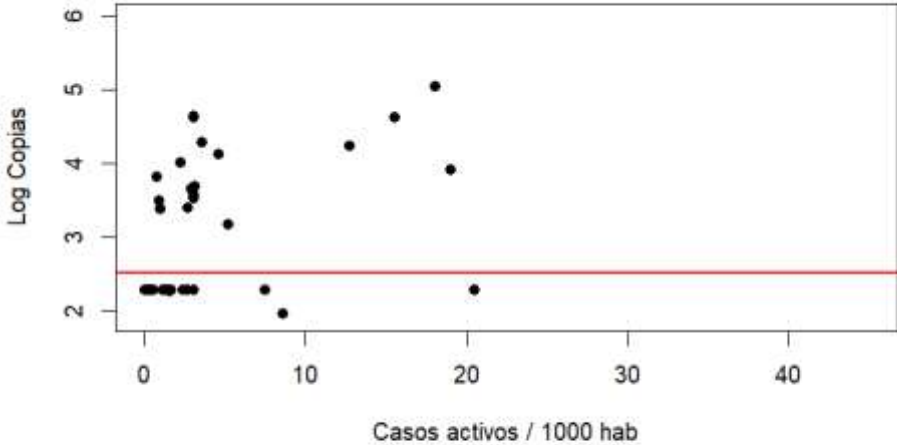


RESULTADOS

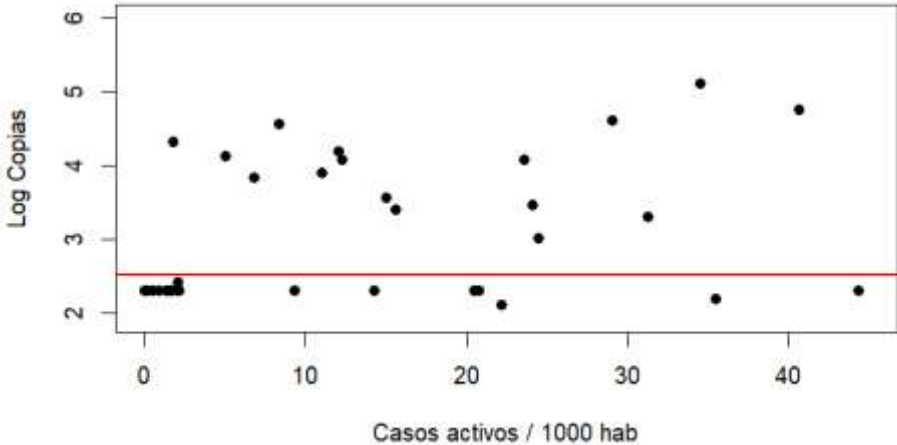
Ventana -14/+7 dias - BOOTSTRAP



MELO Ventana -14/+7 dias

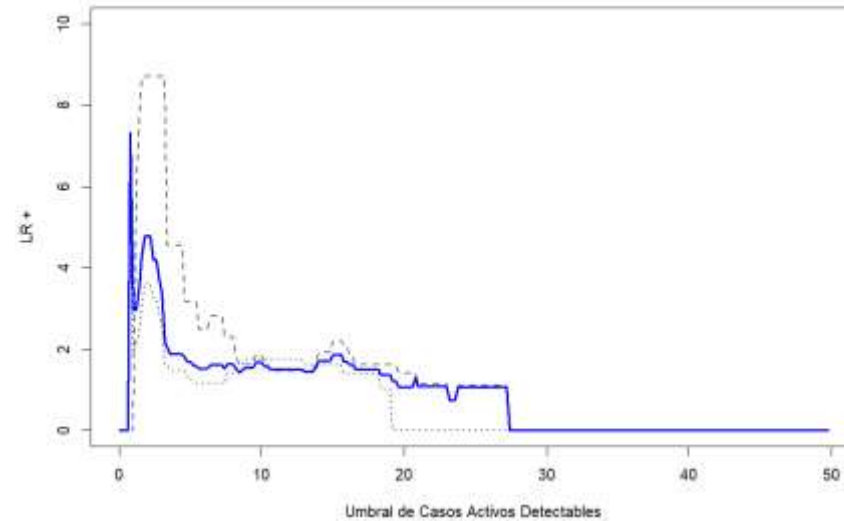
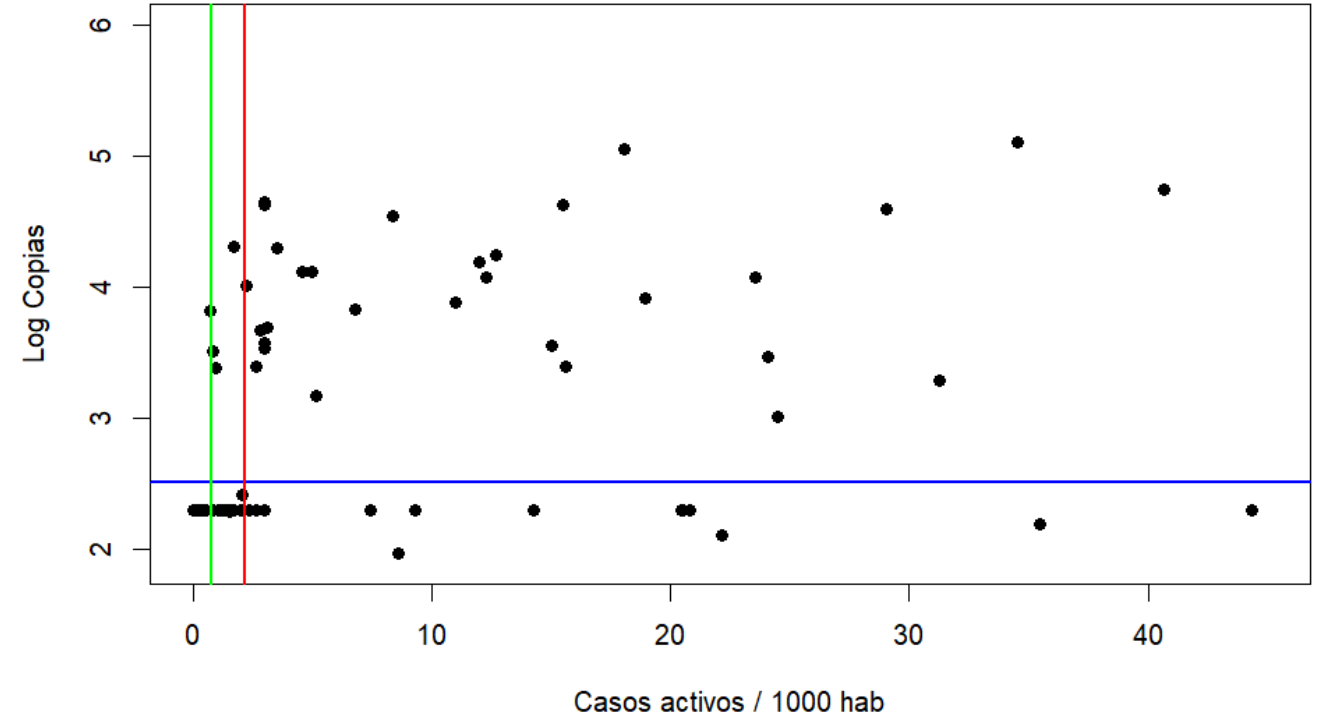


RIVERA Ventana -14/+7 dias



RESULTADOS

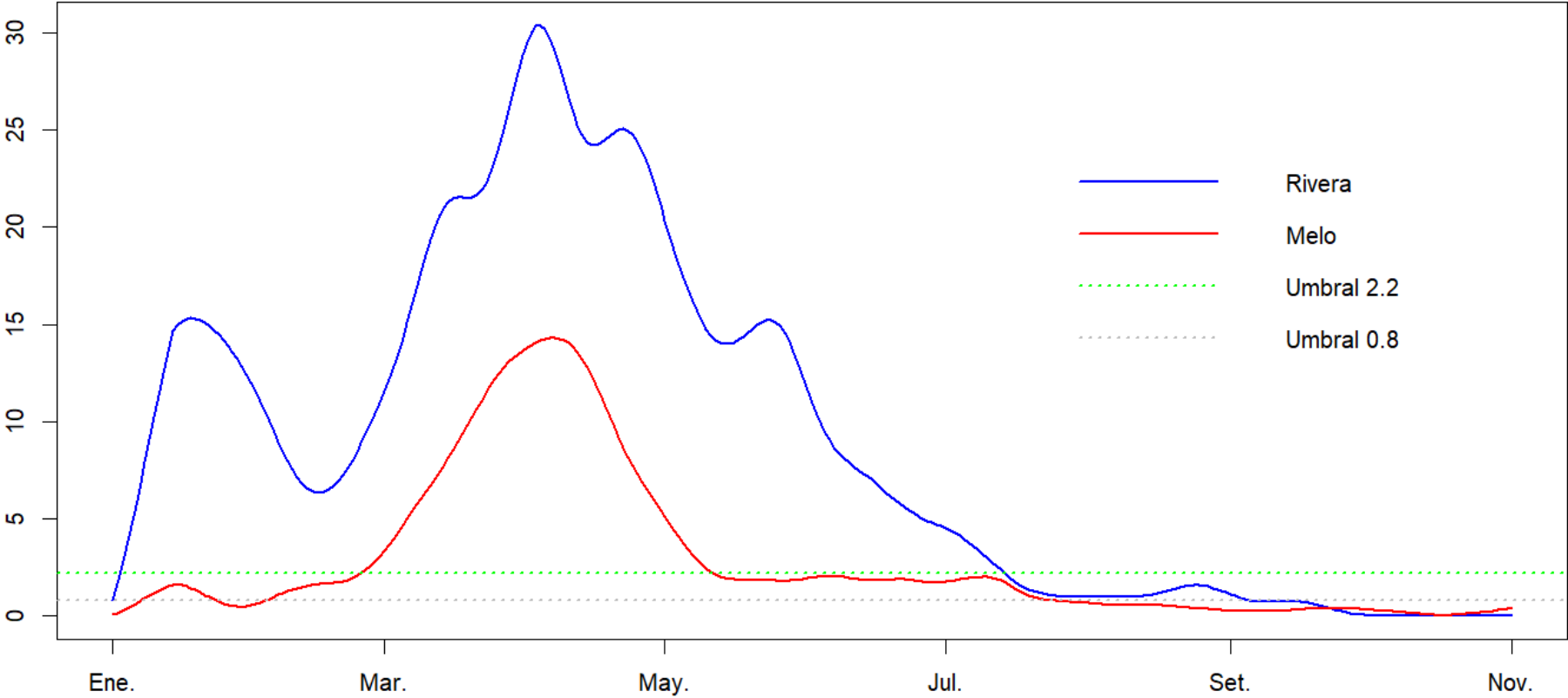
Ventana -14/+7 dias - BOOTSTRAP

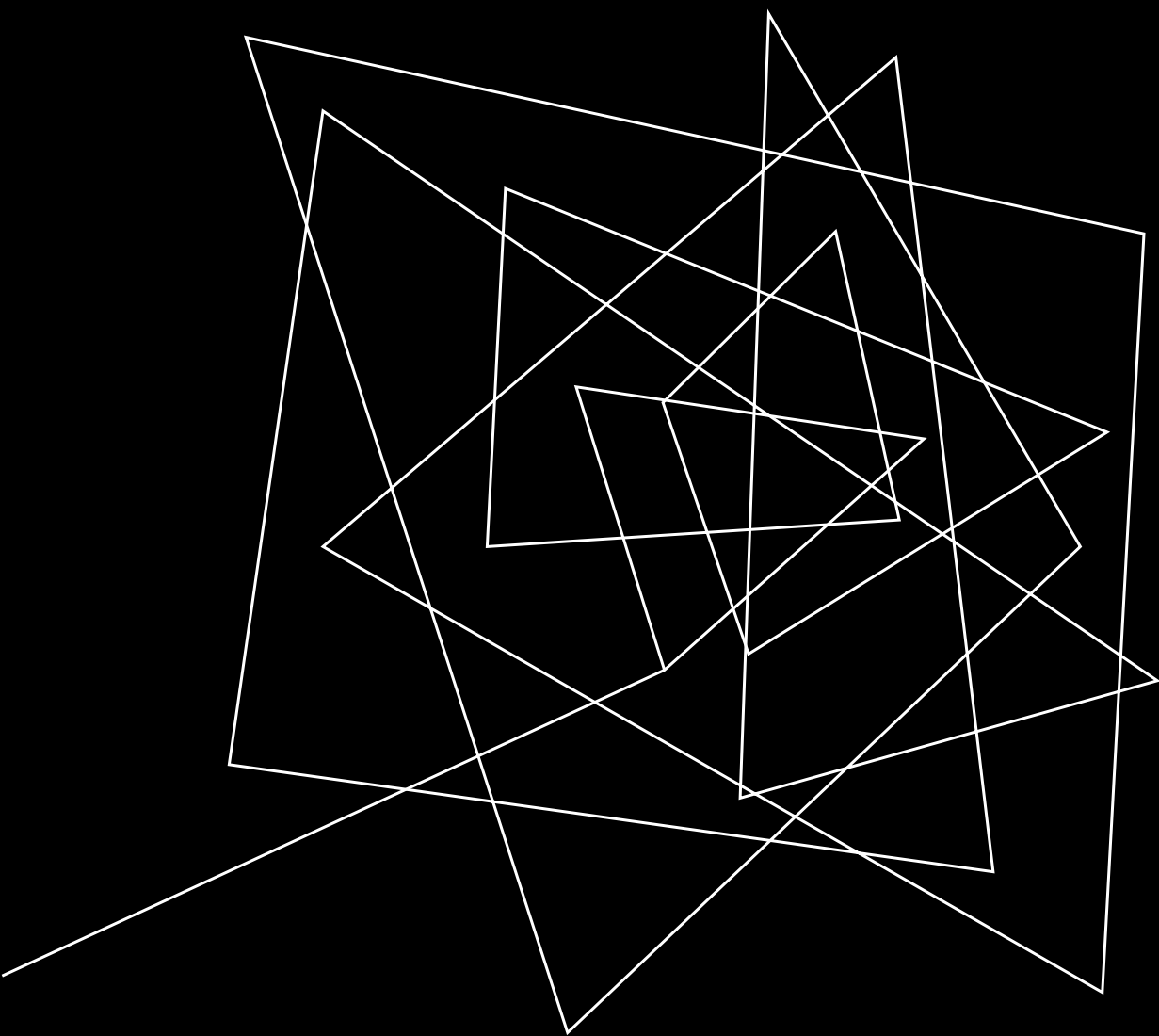


	Umbral 0,8	Umbral 1,2
Sensibilidad	57,3 %	69,6 %
1 - Especificidad	7,8 %	14,6 %
LR+	7,33	4,77

RESULTADOS

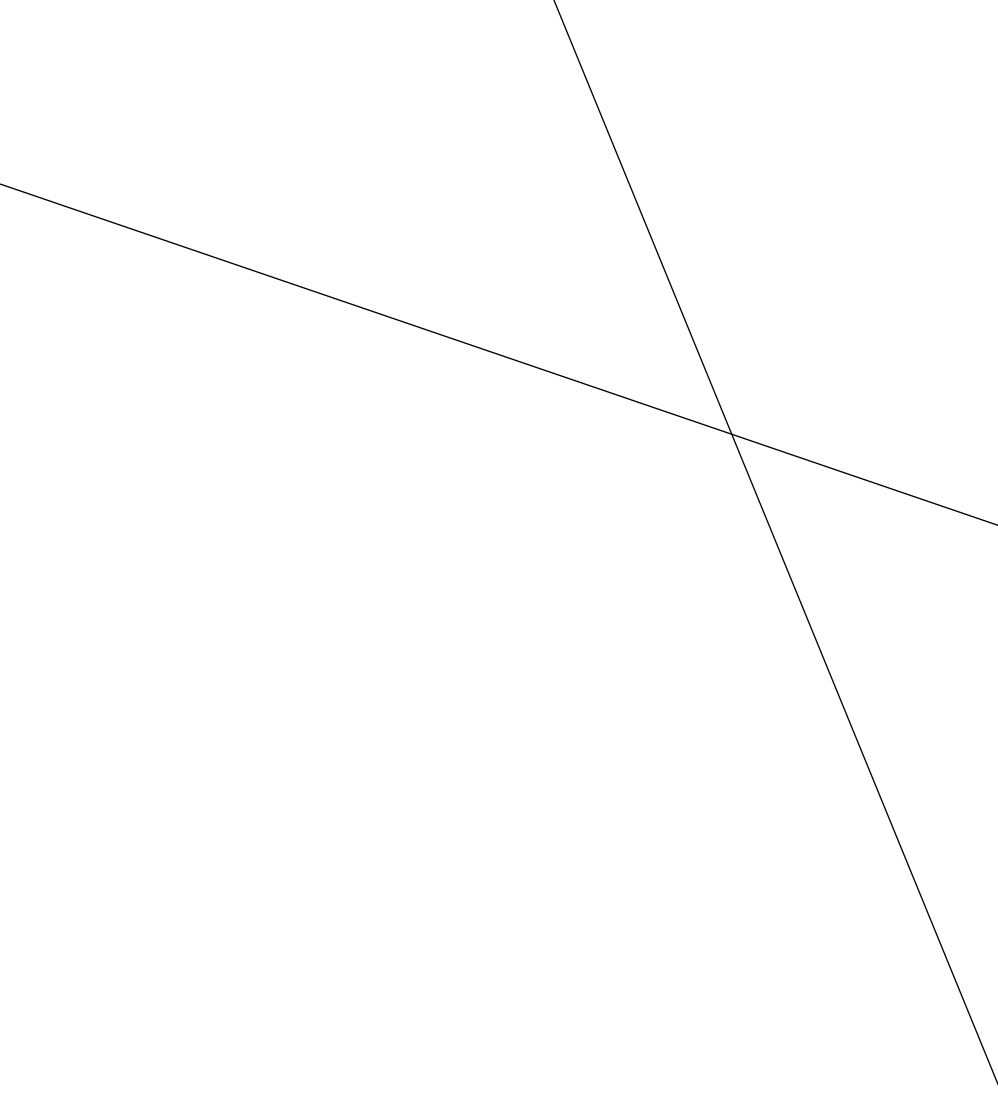
Casos activos estimados cada 1000 hab





PERSPECTIVAS Y ALGUNOS PROYECTOS EN CURSO

UdelaR 2023

- 
- Evaluación de escenarios de fragmentación
 - Estimación real de conectividad espacial en poblaciones silvestres
 - Monitoreo de encefalitis virales en murciélagos, roedores, aves y mosquitos
 - Desarrollo de modelos de transmisión espacialmente explícitos
 - Diseño de estrategias de trabajo de campo basadas en modelos (MGFW)
 - Mejora de herramientas de vigilancia basada en aguas residuales