



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

# La incertidumbre en las estimas de población

José Jiménez García-Herrera

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Fecha y lugar (Frankling Gothic Medium, 8 normal)

## ¡Que título más raro...!

- No es posible gestionar sin conocer las poblaciones
- Entre ese conocimiento de las incertidumbres...
- ... destaca especialmente la parte atribuible a la detectabilidad durante los muestreos. Ello fue el eje de mi Tesis Doctoral, y el centro de mi investigación actual



# ¿Para qué estimar las poblaciones?

***Los cambios en los ecosistemas son circulaciones de materia y energía, pero se evalúan en unidades discretas y reales; los individuos***

Ramón Margalef, *Ecología* (1977)



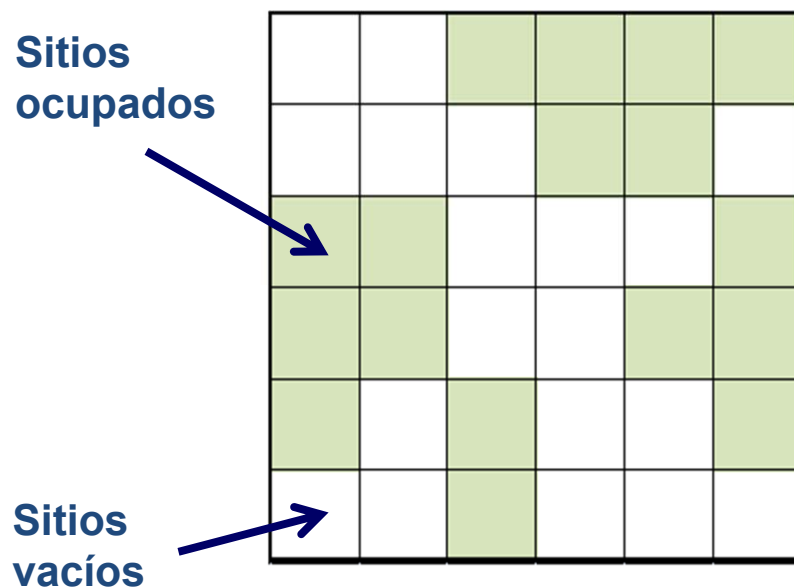
# ¿Para qué estimar las poblaciones?

- Sin estimas insesgadas y realistas de las poblaciones, no sería posible conocer parámetros como la mortalidad, natalidad, inmigración y emigración, que son descriptores de fenómenos complejos en la biología de las especies
  - La inferencia de la ecología poblacional se fundamenta en el conocimiento de dos estadísticos principales:
    - El tamaño poblacional
    - La densidad
- ... y ninguno de estos dos parámetros es fácil de obtener

# ¿Y esto de verdad importa?

Efecto de la detección imperfecta: **infraestima**

Ocupación naïve = ocupación real x detección



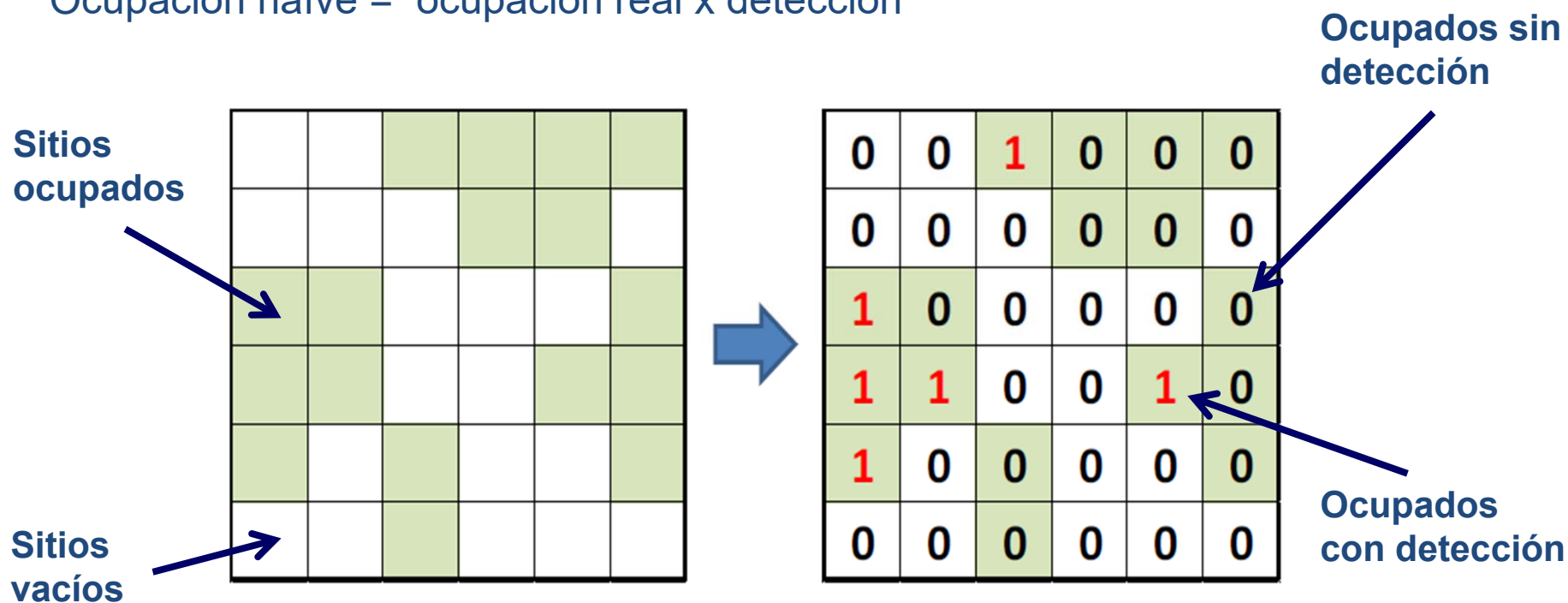
Vamos a muestrear en esos sitios con una probabilidad de detección del 35%

17 sitios ocupados de 36; ocupación real =  $17/36 = 0.47$

# ¿Y esto de verdad importa?

Efecto de la detección imperfecta: **infraestima**

Ocupación naïve = ocupación real x detección

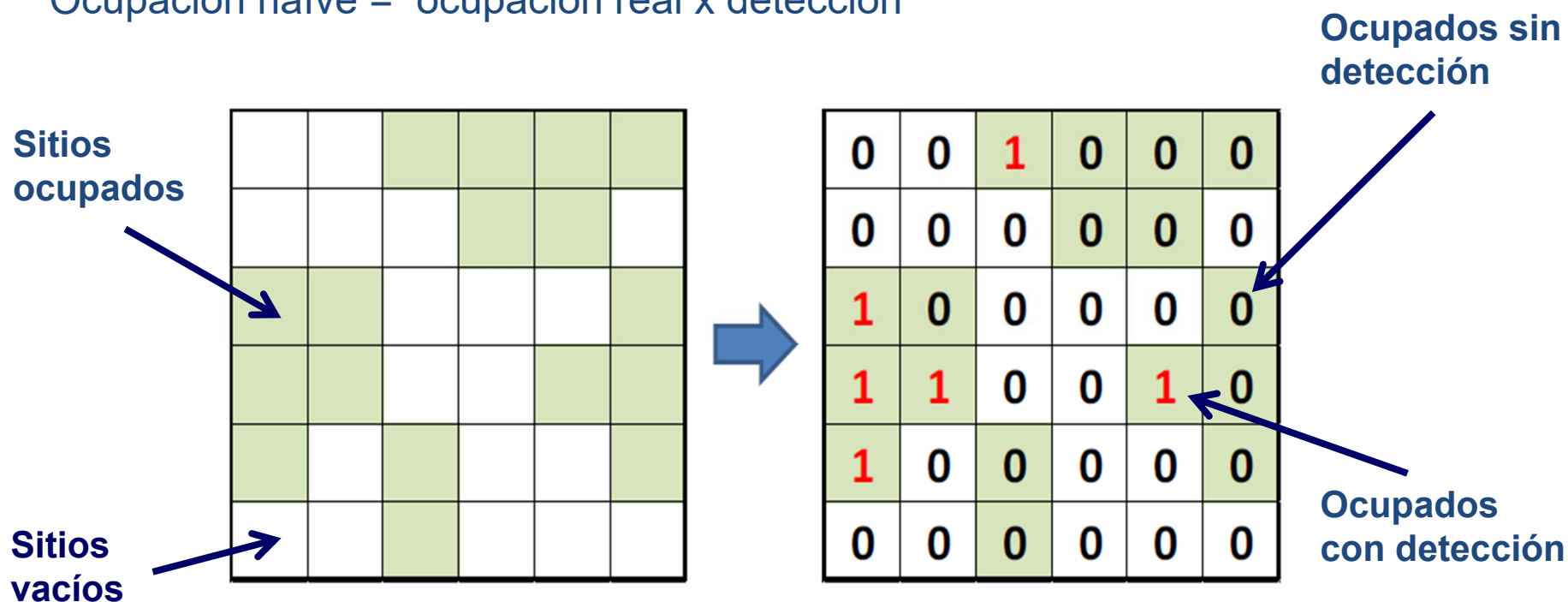


17 sitios ocupados de 36; ocupación real =  $17/36 = 0.47$

# ¿Y esto de verdad importa?

Efecto de la detección imperfecta: **infraestima**

Ocupación naïve = ocupación real x detección



17 sitios ocupados de 36; ocupación real =  $17/36 = 0.47$

Detectado en 6 de los 17 sitios ( $p=0.35$ ); estima naïve =  $6/36 = 0.17$

**seguimiento**

***La mayoría de las cuestiones más importantes de ~~la vida~~  
son sólo problemas de ~~probabilidad~~***

Pierre-Simon Laplace

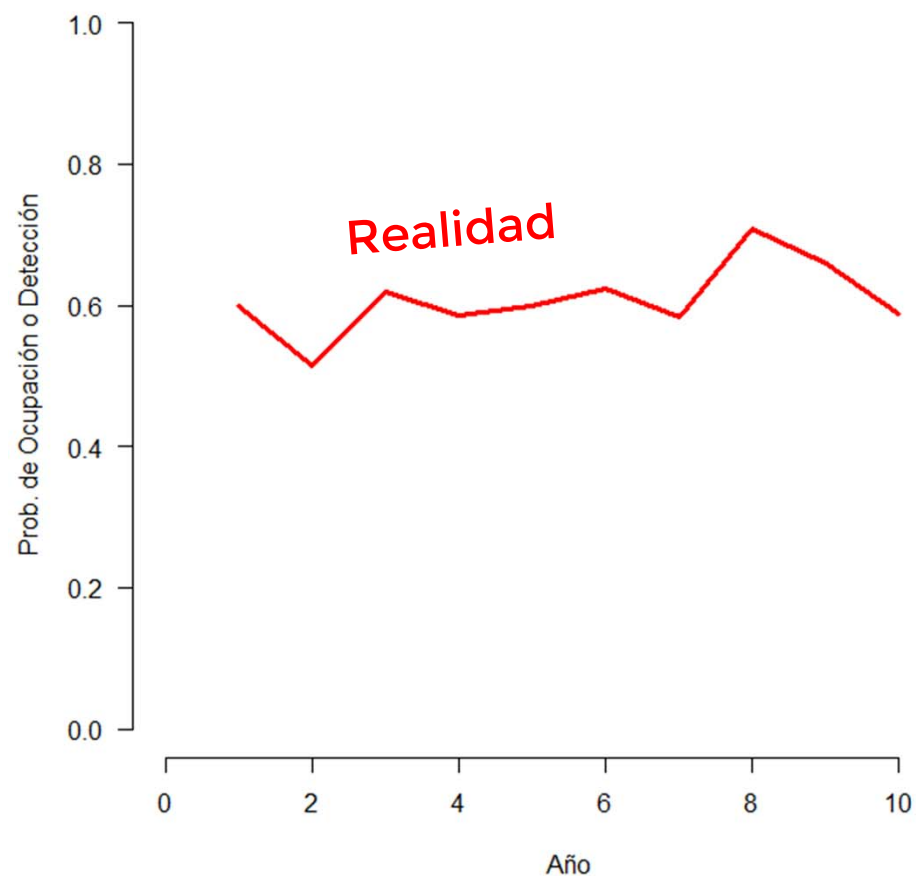
**detectabilidad**





# ¿Por qué la detectabilidad?

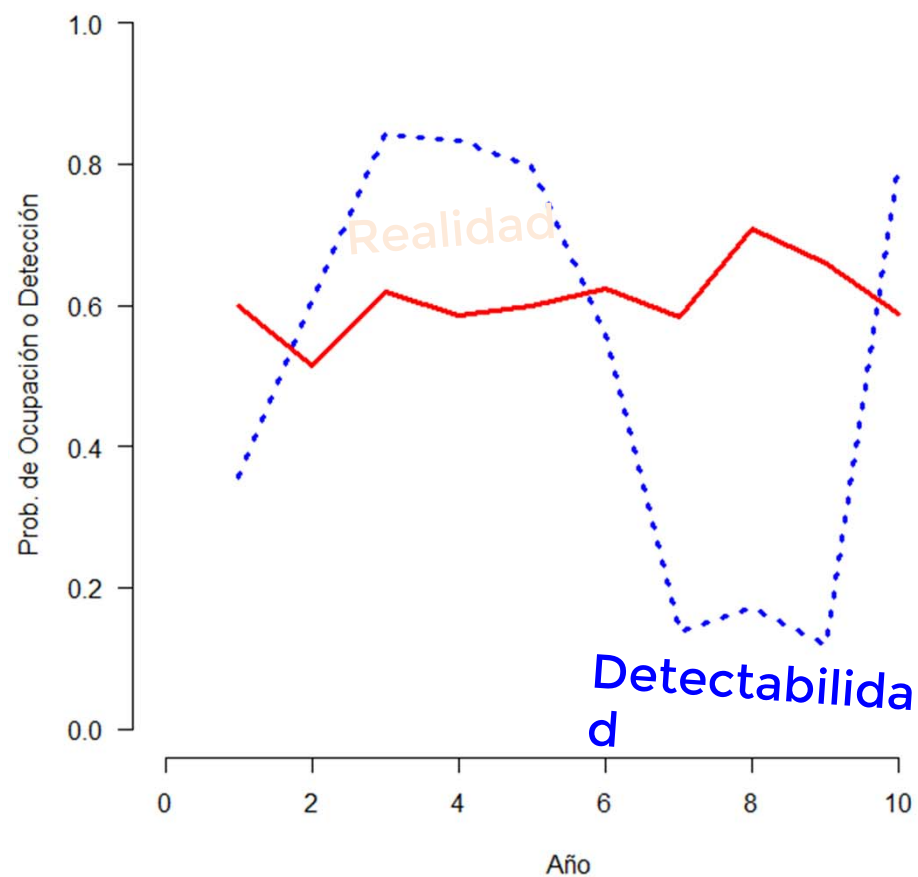
- Si queremos hacer un seguimiento de una población a lo largo del tiempo
- Y nos vamos a basar en conteos...





# ¿Por qué la detectabilidad?

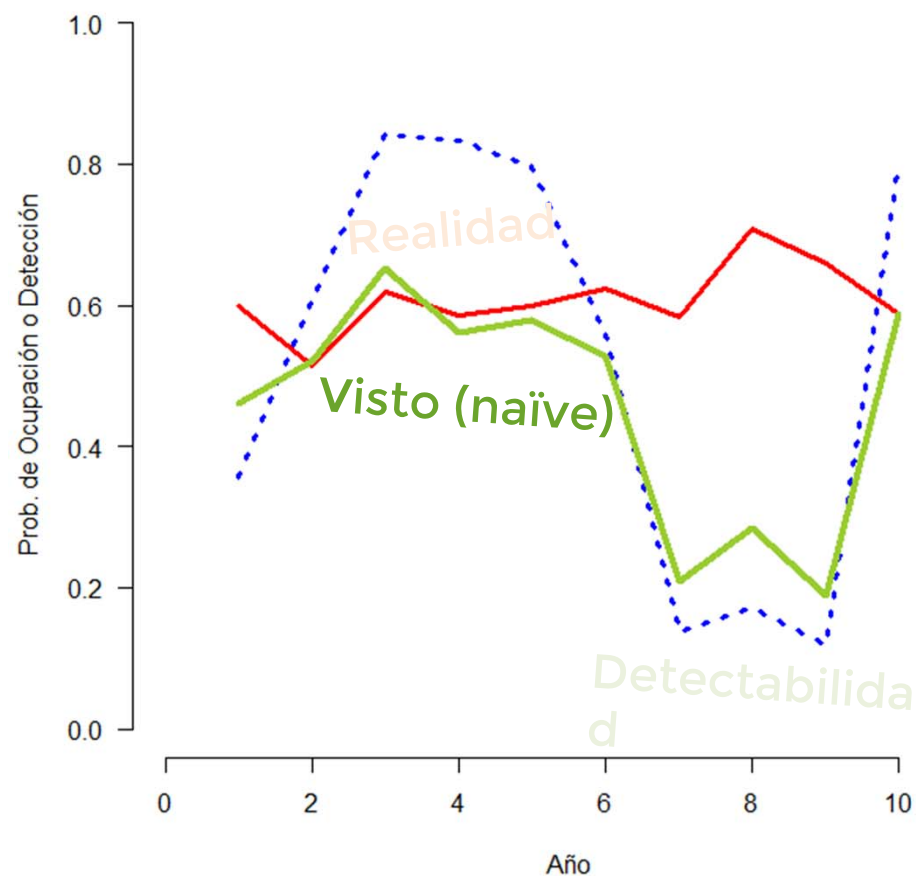
- ... y hay una evolución de la detectabilidad que no conocemos ni consideramos ...





# ¿Por qué la detectabilidad?

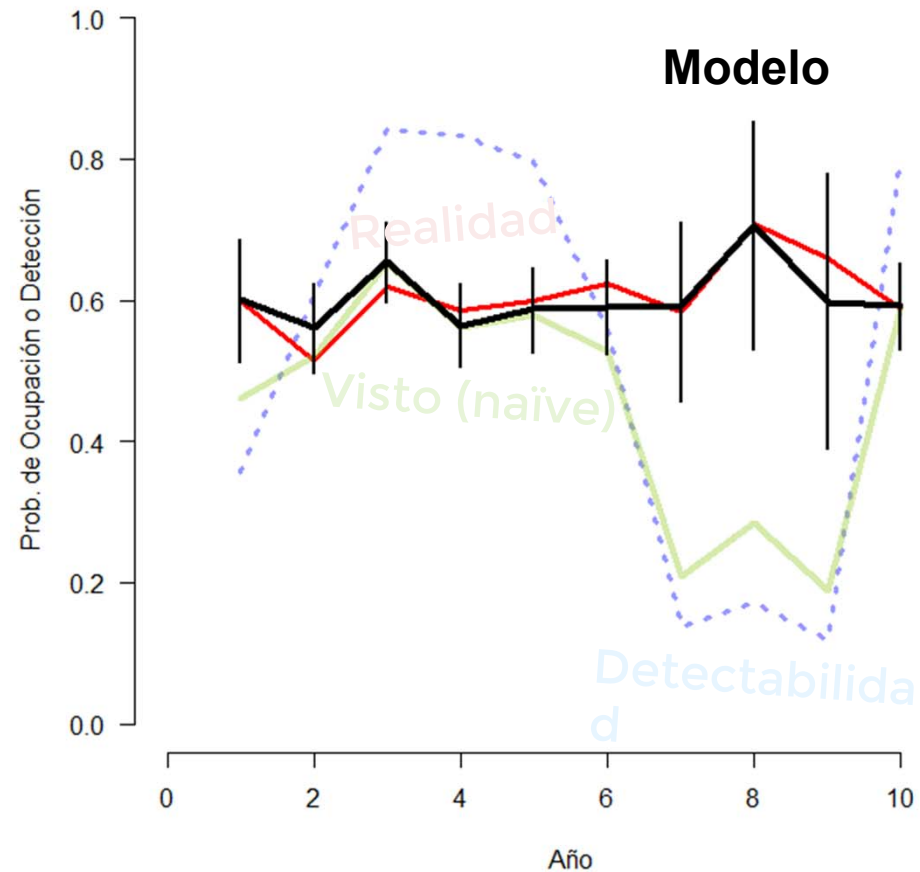
- ... lo que percibimos no es la evolución del tamaño de la población, sino la evolución de “algo” que depende simultáneamente de la abundancia y su detectabilidad





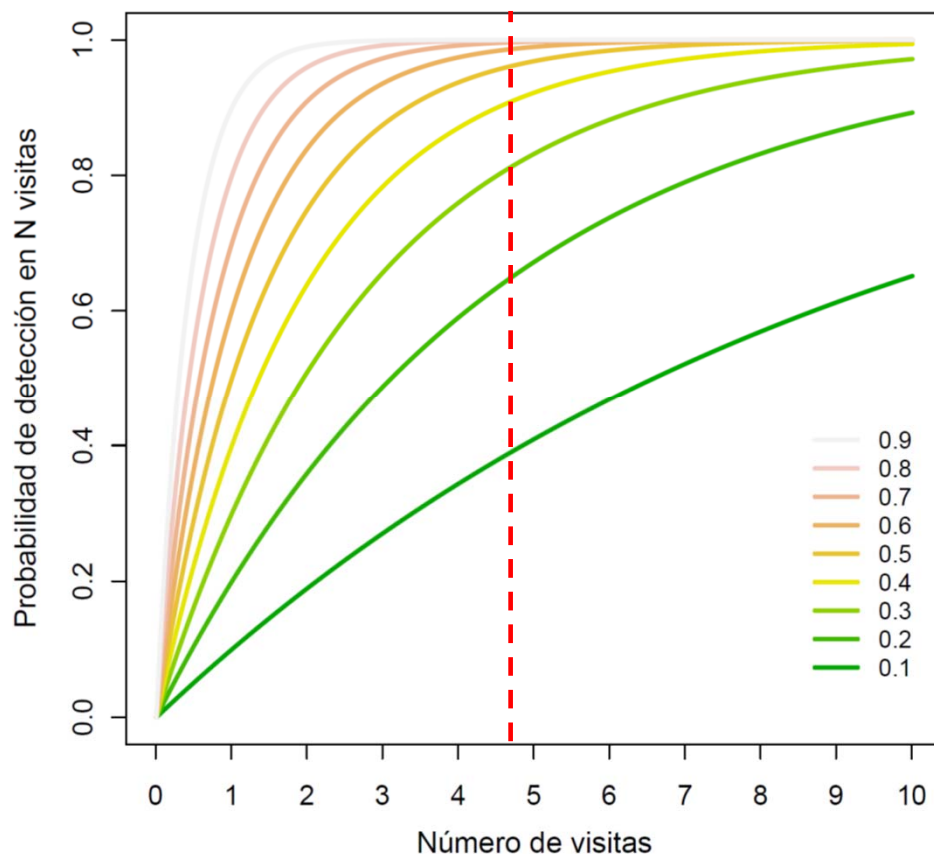
# ¿Por qué la detectabilidad?

- Con los modelos nos aproximamos a la realidad y podemos conocer el nivel de incertidumbre de nuestras estimas
- Pero hay que destacar además como los errores en la estima naïve resultan especialmente graves...



## ...con baja detectabilidad

PROBABILIDADES DE DETECCIÓN



- En esta circunstancia se suele recurrir a las réplicas “buscando” un positivo
  - Pero las réplicas no van a solventar el problema, ya que puede ser muy difícil obtener el positivo
- Si  $p_0$  es la probabilidad de detección en una visita, en  $n$  visitas es,

$$p_n = 1 - (1 - p_0)^n$$

**¡Es imprescindible el modelado!**

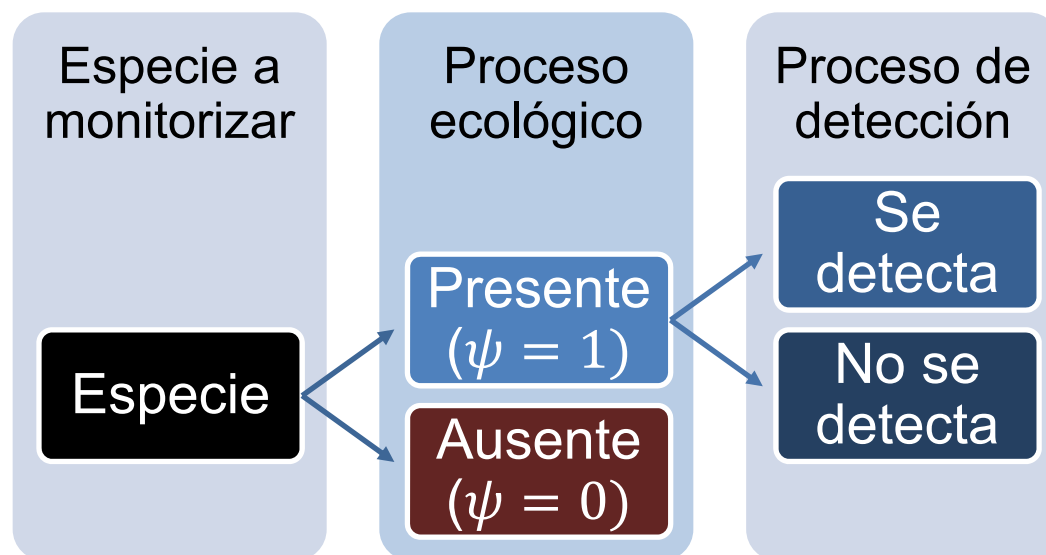
# Modelado

## *Objetivo fundamental*

Separar:

- **Proceso ecológico:** que determina la presencia o la abundancia de una especie en un lugar concreto
- **Proceso de observación:** si una especie está presente, cuáles son los condicionantes de su detección

**La inferencia de la población se basa en lo observado, y en un cálculo de la probabilidad de detección**



**Proceso ecológico:**

$$z_i \sim \text{binomial}(\psi)$$

**Proceso de observación:**

$$[y_i | z_i] \sim \text{binomial}(z_i \times p)$$



# Tipologías

## *Modelos no espaciales*

- Muestreos de distancias
- Captura-recaptura
- Muestreos replicados
  - Sitio-ocupación
  - N-mixtos
  - Doble observador

## *Modelos espaciales*

- Captura recaptura-espacial (SCR); Marcaje-reavistamiento espacial (SMR) y Conteos espaciales (SC) **\*REFERENCIA\***
- Sitio-ocupación con correlación espacial

Un ejemplo...

# Estructura de una comunidad de carnívoros

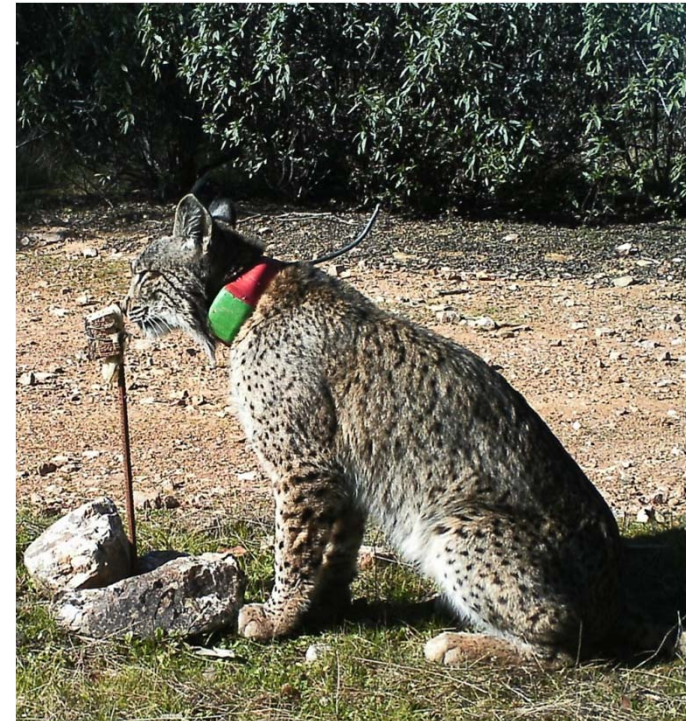
Valdecigüeñas - Badajoz

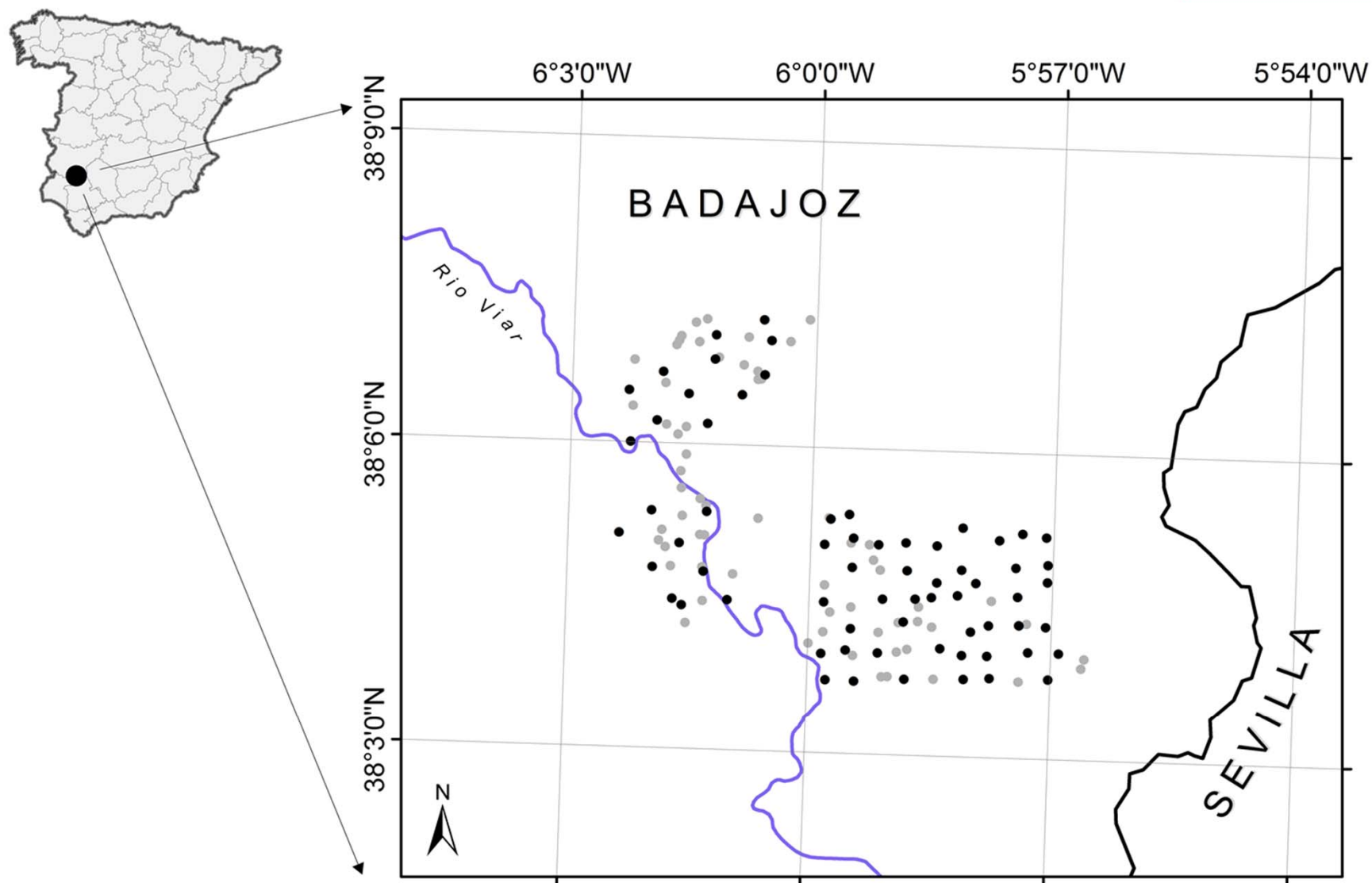
Jiménez, J., Nuñez-Arjona, J. C., Rueda, C., González, L. M., García-Domínguez, F., Muñoz-Igualada, J., & López-Bao, J. V. (2017). Estimating carnivore community structures. *Scientific Reports*, 7, 41036. <https://doi.org/10.1038/srep41036>



# Planteamiento

- El trabajo en Valdecigüeñas se diseñó inicialmente como un estudio previo y posterior a la introducción del lince ibérico en dicho paraje
- Se pretendía evaluar como se modificaba la comunidad de mesocarnívoros
- Aunque más tarde se decidió la suelta en el Matachel (y realizamos allí el estudio previsto) el trabajo en Valdecigüeñas constituía una buena aproximación con modelos espacialmente explícitos a un estudio multiespecie





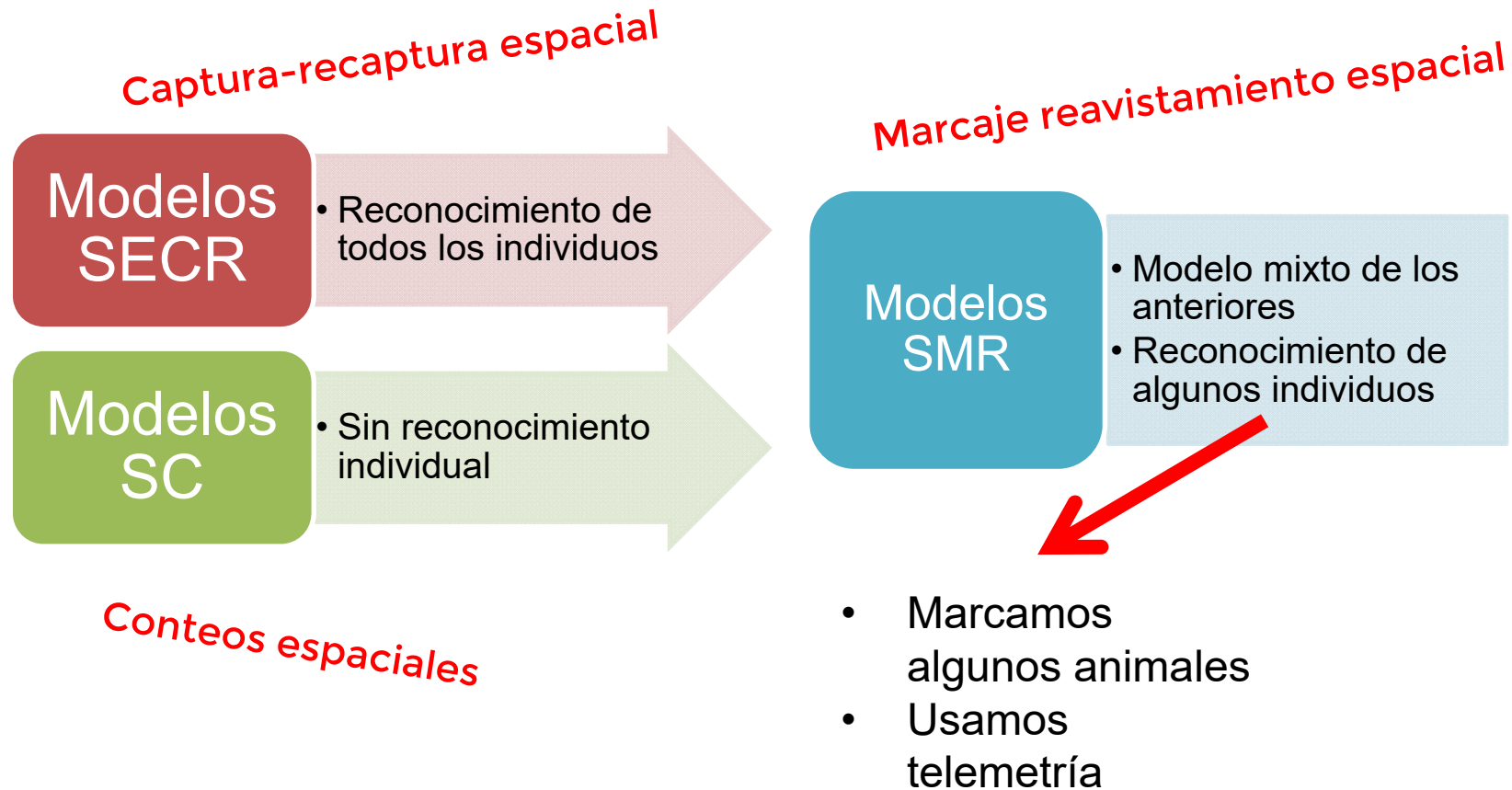


HCO ScoutGuard

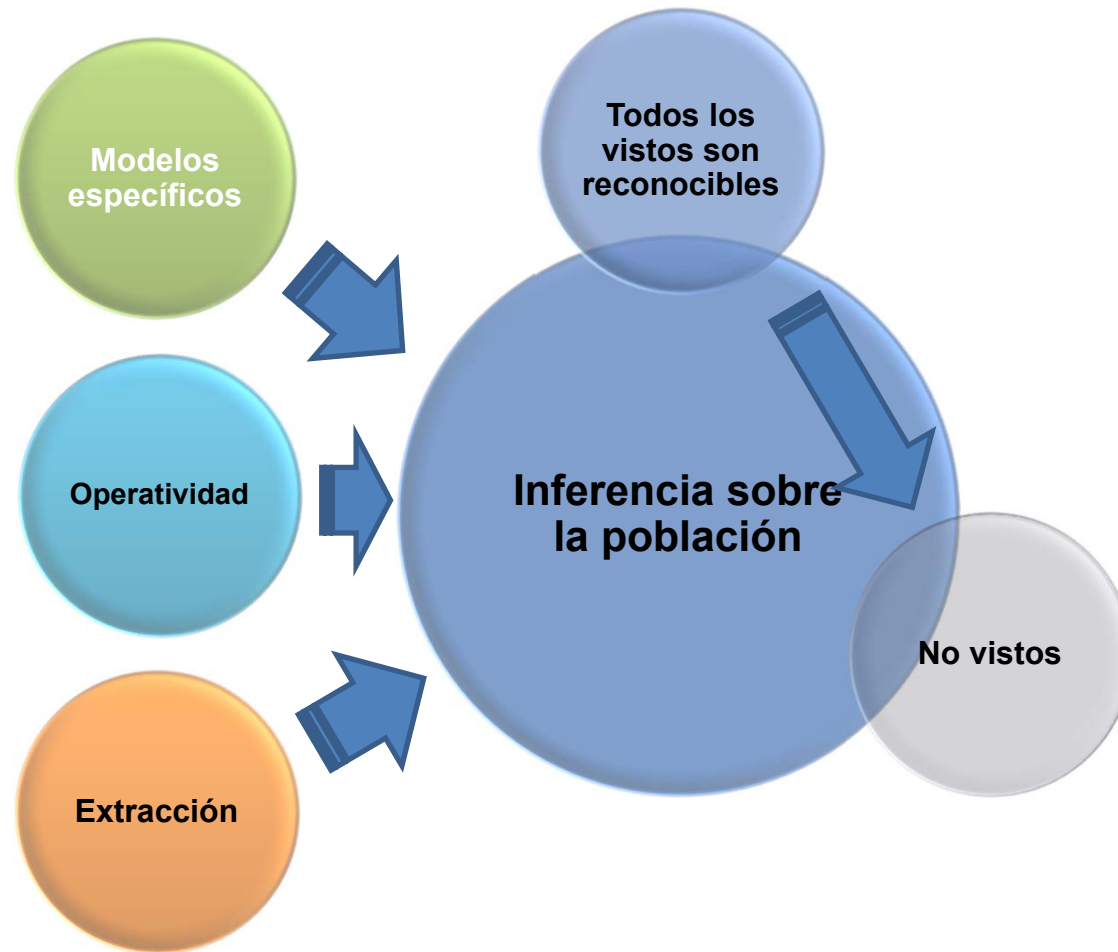
03.10.2014 13:10:39



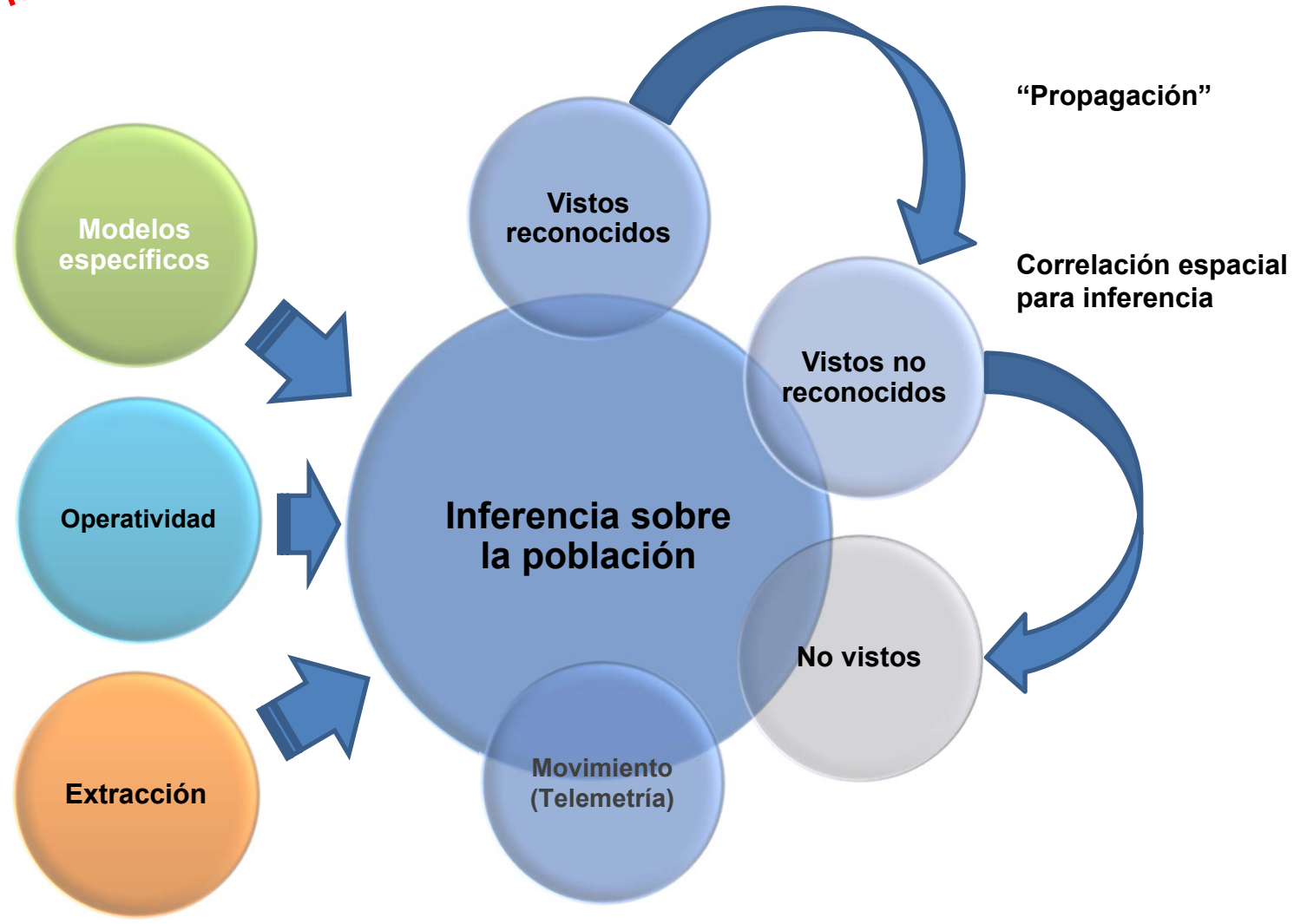
# Métodos



# Captura-recaptura espacial



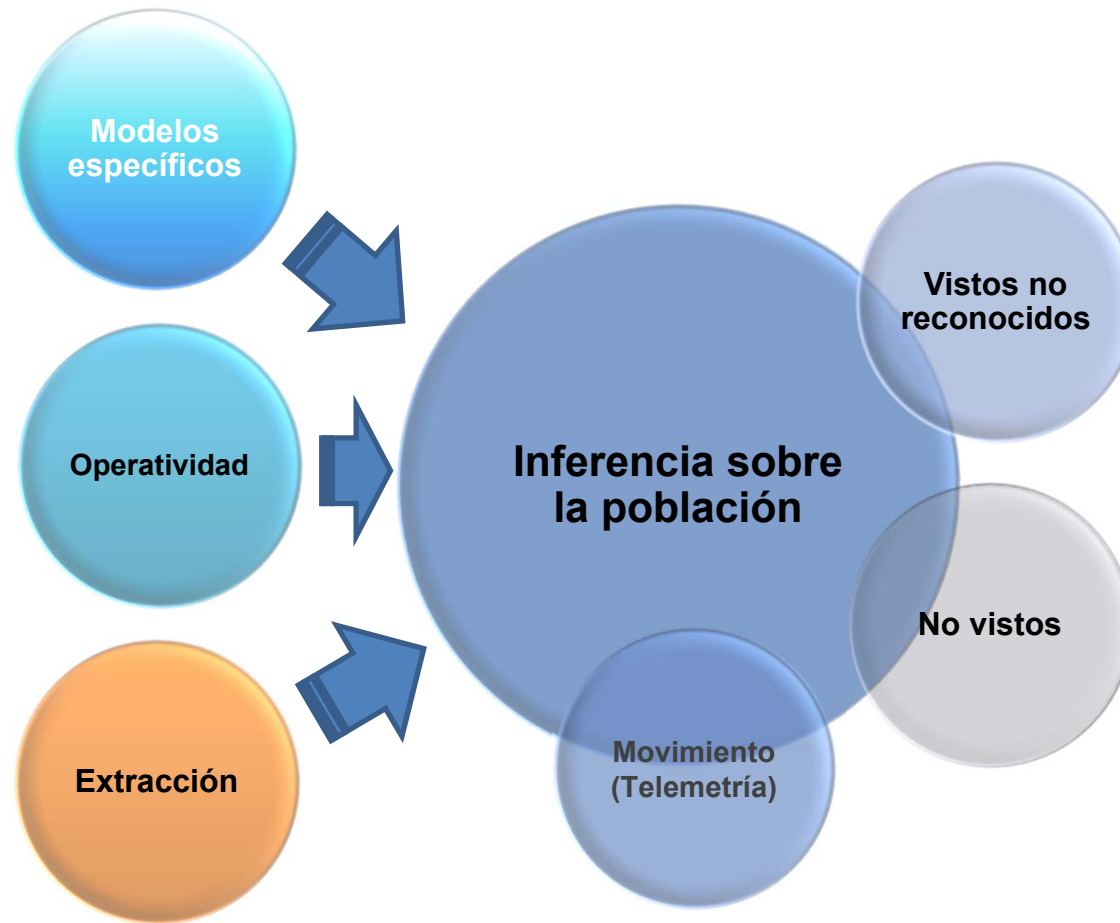
**Marcaje-reavistamiento  
espacial**







# Conteos Espaciales

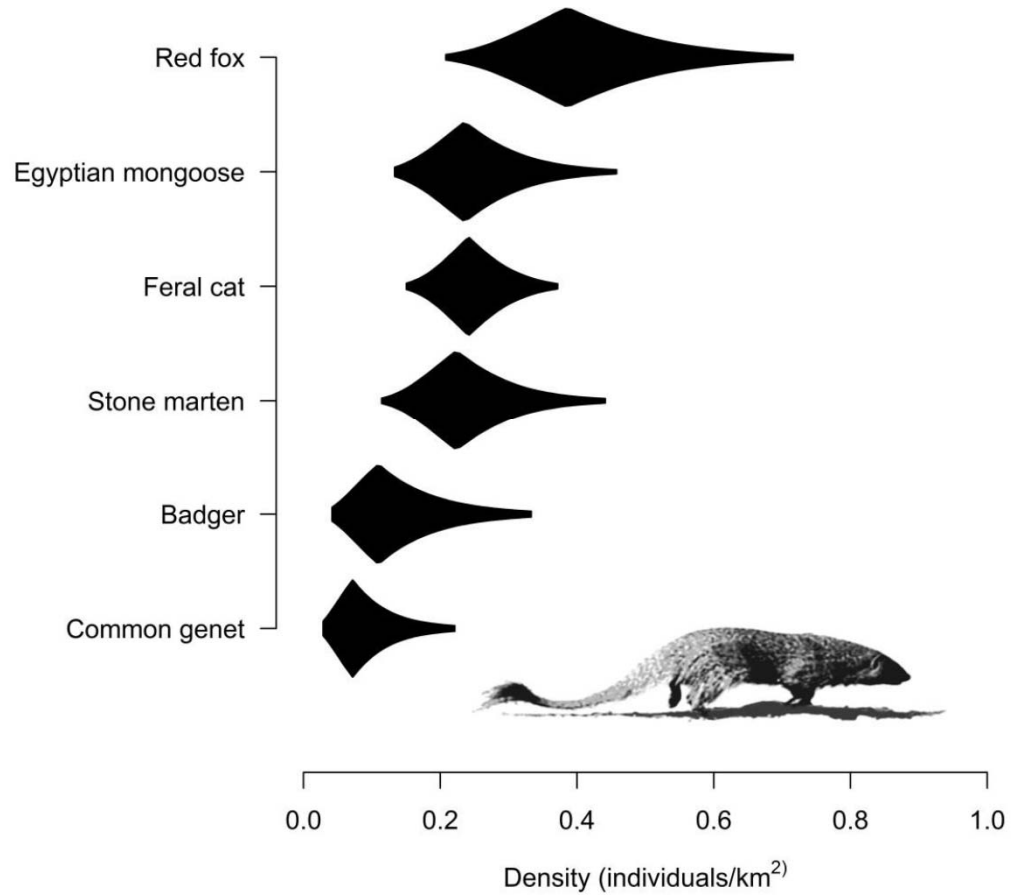


Correlación espacial  
para inferencia

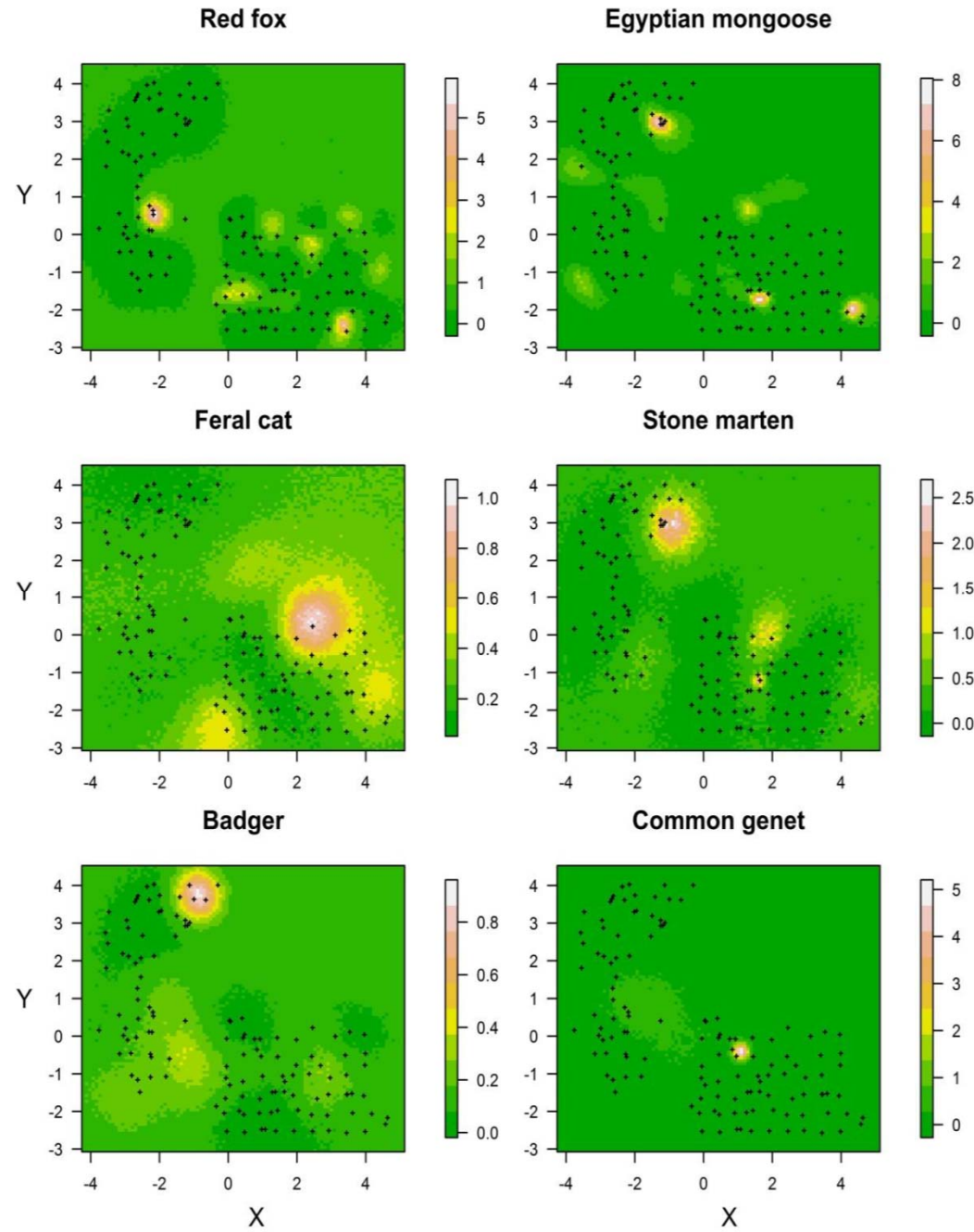


# Modelos espacialmente explícitos

- Es posible la estima de la estructura de una comunidad de mamíferos carnívoros combinando:
  - Fototrampeo
  - Captura en vivo, para marcaje de algunos animales de especies irreconocibles
  - Telemetría de 1 - 2 animales por especie



DENSIDADES (individuos/km <sup>2</sup> )	
<b>Gato asilvestrado</b> <i>Felis catus</i>	0.249 ± 0.059
<b>Garduña</b> <i>Martes foina</i>	0.240 ± 0.083
<b>Zorro</b> <i>Vulpes vulpes</i>	0.410 ± 0.133
<b>Tejón</b> <i>Meles meles</i>	0.130 ± 0.077
<b>Jineta</b> <i>Genetta genetta</i>	0.087 ± 0.054
<b>Meloncillo</b> <i>Herpestes ichneumon</i>	0.252 ± 0.082



## ... algunos apuntes

- Las especies más abundantes son el zorro y el meloncillo, aunque sin llegar a densidades altas
- Llama la atención la ausencia de gato montés, y la abundancia de gato asilvestrado
- La probabilidad de captura del gato asilvestrado es casi la misma que de foto-trampearlo. Esto resulta radicalmente diferente para zorro y meloncillo
- *Frente a otros trabajos similares desarrollados en los Montes de Toledo, la densidad de garduña y gineta es notablemente más baja*

# Conclusiones

- El conocimiento de las especies exige el uso de modelos para hacer inferencias sobre los tamaños poblacionales (y densidad)
- Los modelos son herramientas que no resultan sencillas ni baratas de usar, pero...
- ...la gestión de las especies debe basarse en su conocimiento, o en caso contrario, las decisiones que se adopten pueden ser ineficaces y hasta contraproducentes

## AGRADECIMIENTOS

- Junta de Extremadura
- Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
- TRAGSATEC



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

### Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura



[www.congresoforestal.es](http://www.congresoforestal.es)