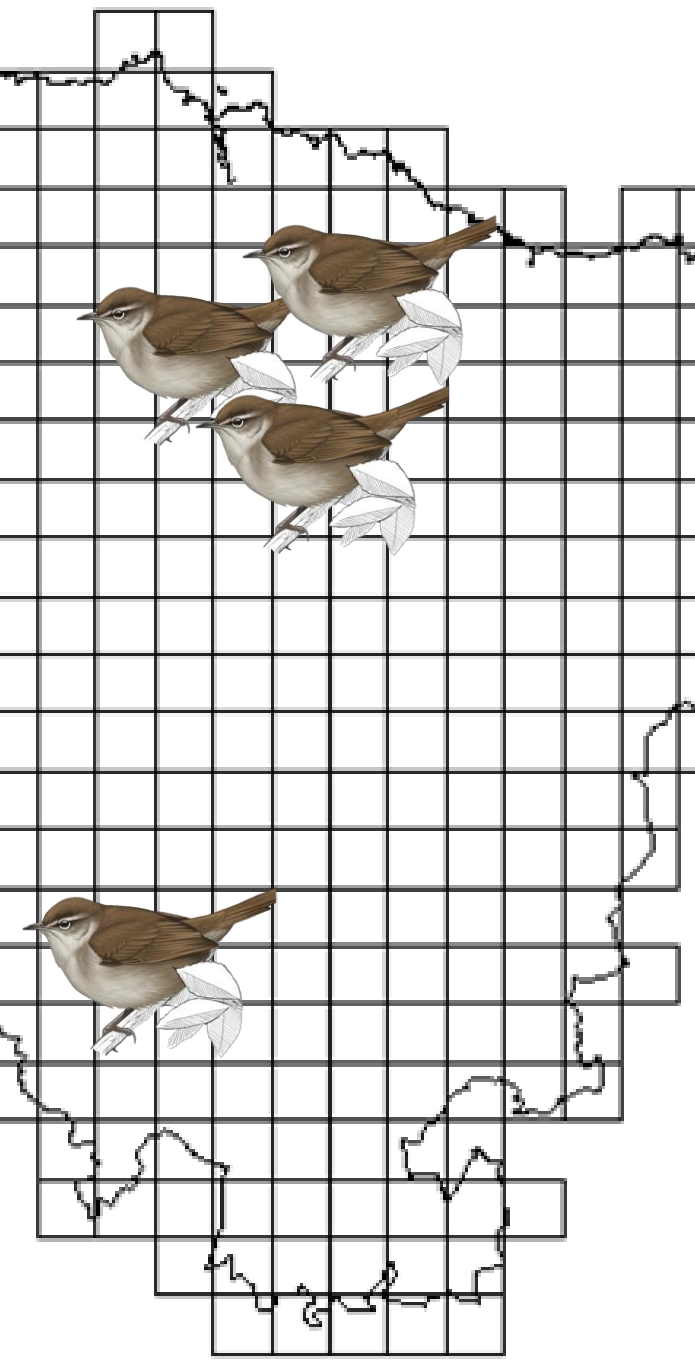




EFFECTIVOS DE POBLACIONES REGIONALES Y MAPEO DE LA ABUNDANCIA

LIMITACIONES Y RESULTADOS CON LAS AVES DE EUSKADI

Luis M. Carrascal
Museo Nacional de Ciencias Naturales
C.S.I.C. - Madrid

Presentación

Los **efectivos poblacionales** son indispensables para valorar el estado de conservación de las especies (uno de criterios IUCN).

Su **variación espacial** informa de la respuesta a factores ambientales y antrópicos.

Con gran valor en **análisis biogeográficos**.

Objetivos

Estimar los **efectivos regionales** de poblaciones de aves comunes.

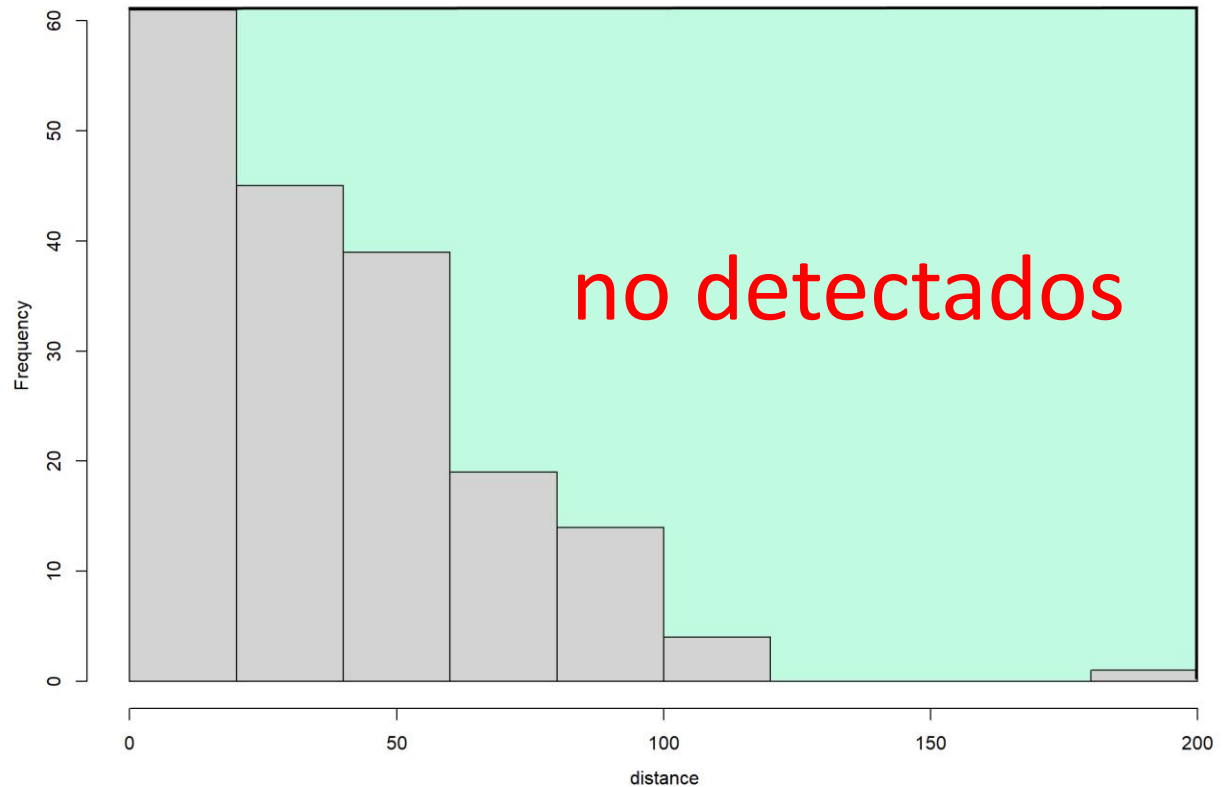
Informar de su **heterogeneidad espacial** con un alto nivel de resolución.

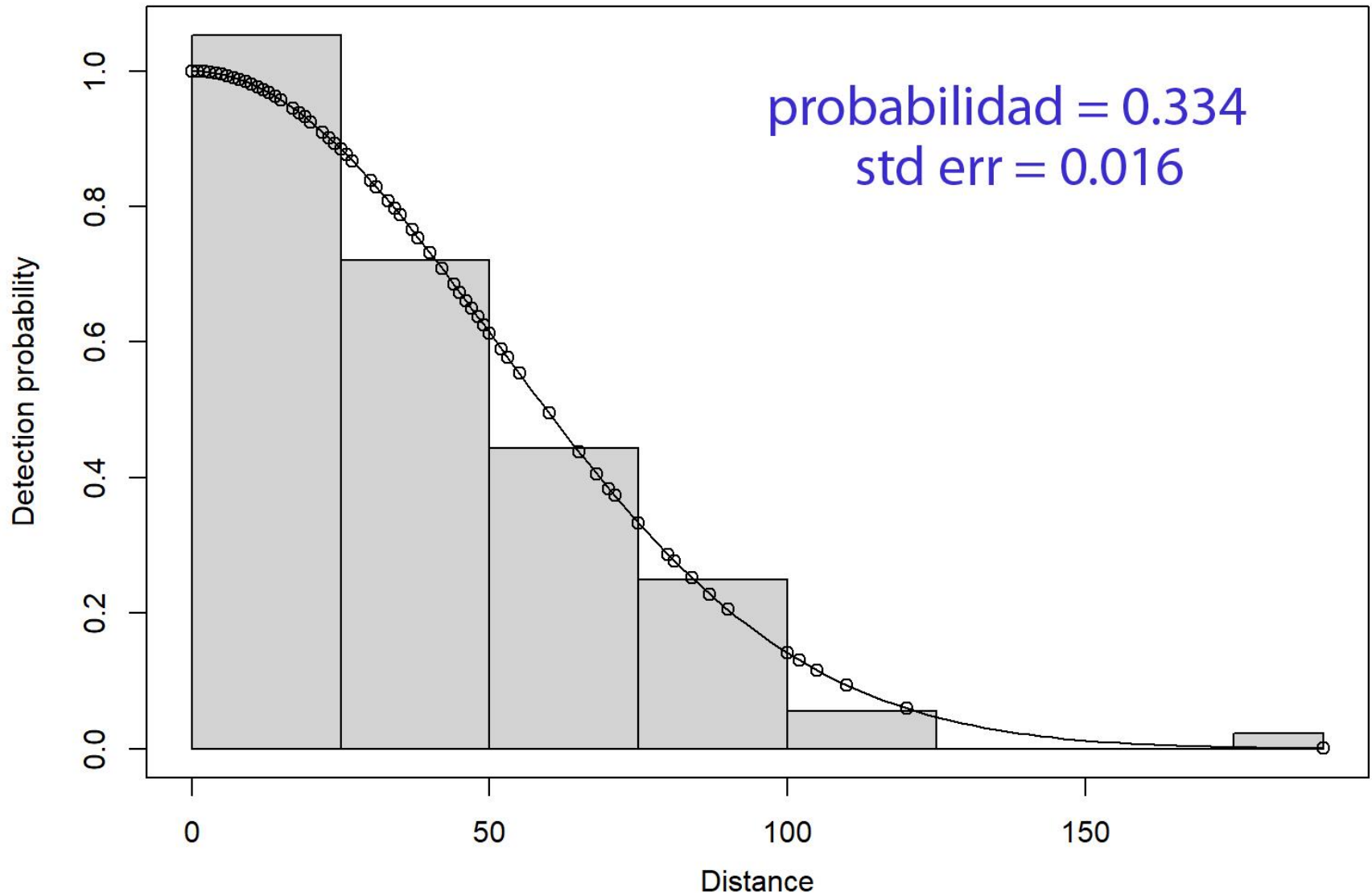
Poner el énfasis en el **alcance que tienen los resultados** en función del:

- * esfuerzo de muestreo
- * cobertura del territorio
- * limitaciones perceptivas

**¿cuántos individuos
detectamos?**

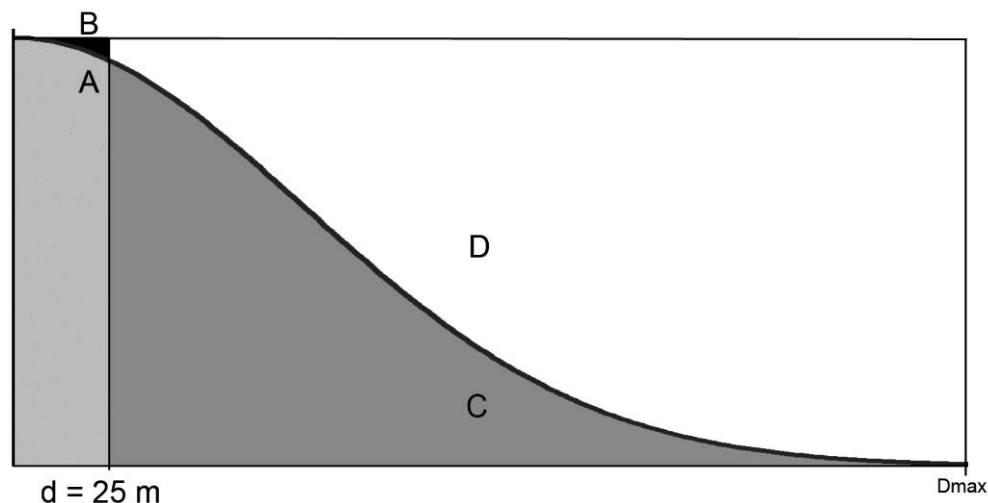
Distribución de la cantidad de **contactos** con la **distancia al observador**





“atajos” metodológicos

que no exigen estimar todas las distancias de detección
sólo sí se han visto **más “acá” o más “allá”** de una **distancia umbral establecida en 25 m**



$$P = (A+C) / (A+B+C+D)$$

$$\text{DEC} = D_{\max} \cdot P$$

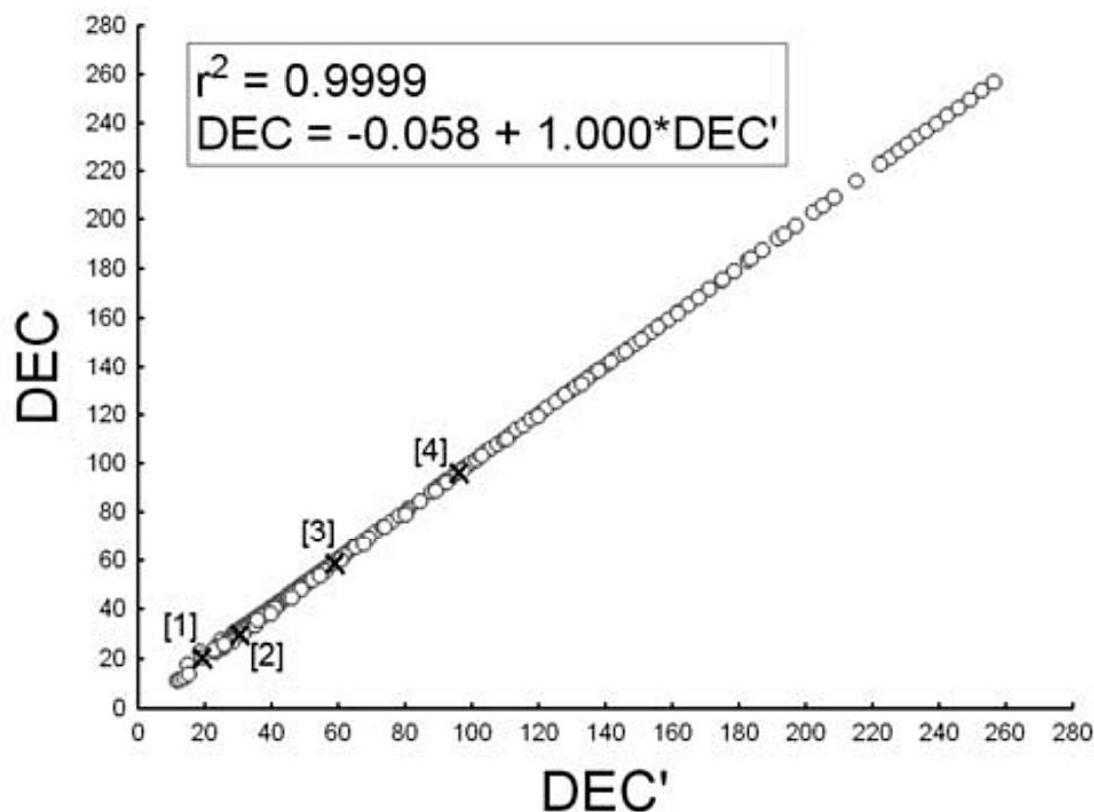
$$p(d) = A / (A+C)$$

$$\text{DEC}' = d / p(d) + t$$

$$D_{\max} \cdot P = d / p(d) + t$$

“atajos” metodológicos

buena relación con lo obtenido con aproximaciones más complejas



DISTANCIA EFICAZ DE CENSO (DEC)

Utilizando dos métodos diferentes

Ejemplos:

Regulus ignicapilla: 26 – 36 m

Lanius collurio: 31 – 59 m

Fringilla coelebs: 64 – 79 m

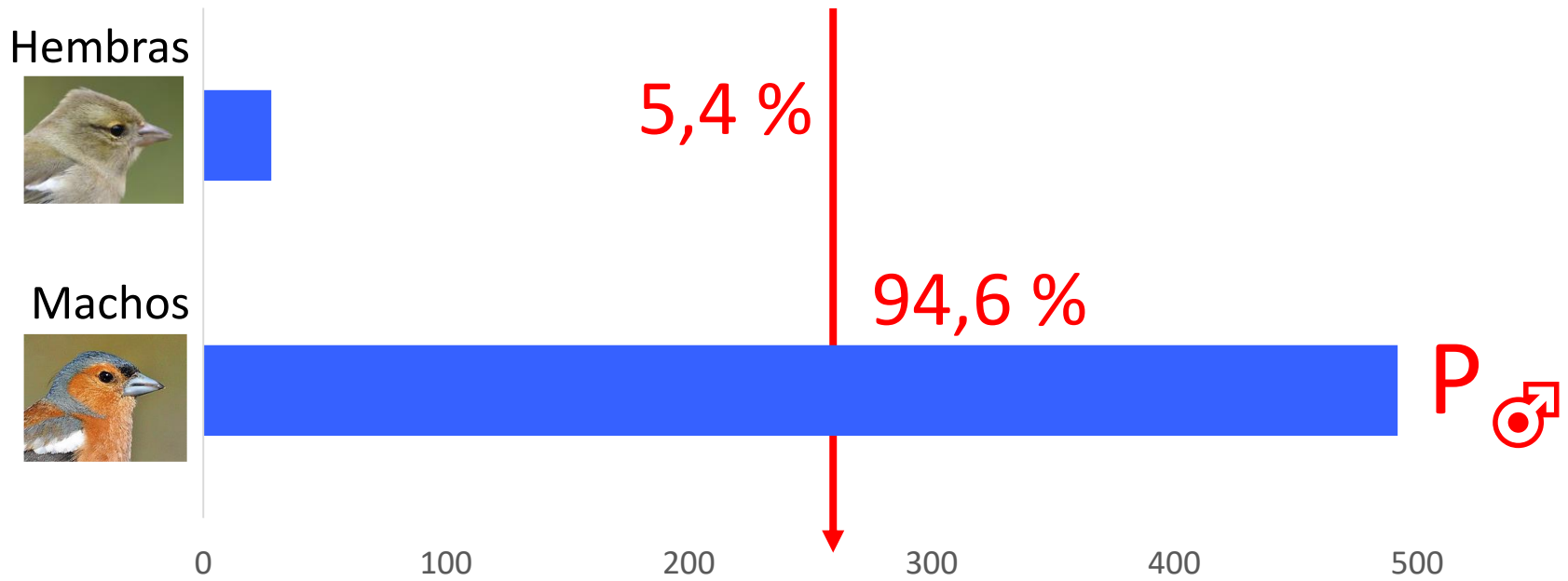
Buteo buteo: 110 – 326 m

Pyrrhocorax pyrrhocorax: 458 – 790 m

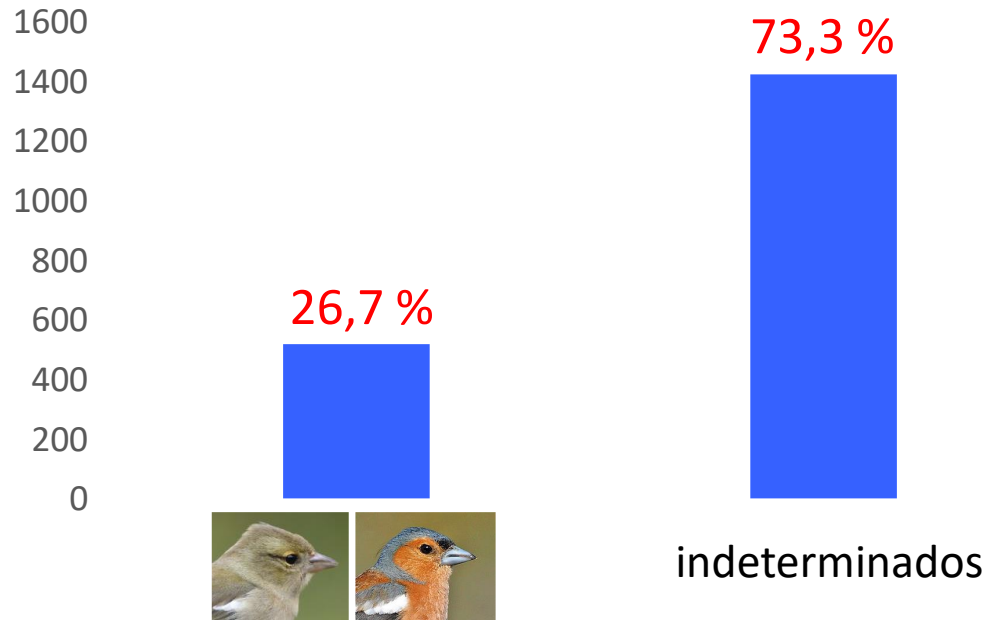
**¿detectamos de manera insesgada
los machos y las hembras?**

Desconocemos cuál es el **balance de sexos real** en la población
Podemos asumir que está cerca de **50:50** → **machos:hembras**
Realmente sólo tenemos constancia de la **proporción aparente**

Fringilla coelebs



Fringilla coelebs



Se asume que la proporción **machos:hembras** en los **indeterminados** es **50:50**

Indice multiplicativo corrector:

$$(2 * P_{\text{macho}}) * (1 - P_{\text{ind}}) + P_{\text{ind}}$$

INDICES MULTIPLICATIVOS CORRECTORES

Ejemplos:

Regulus ignicapilla: x 1,28

Lanius collurio: x 1,51

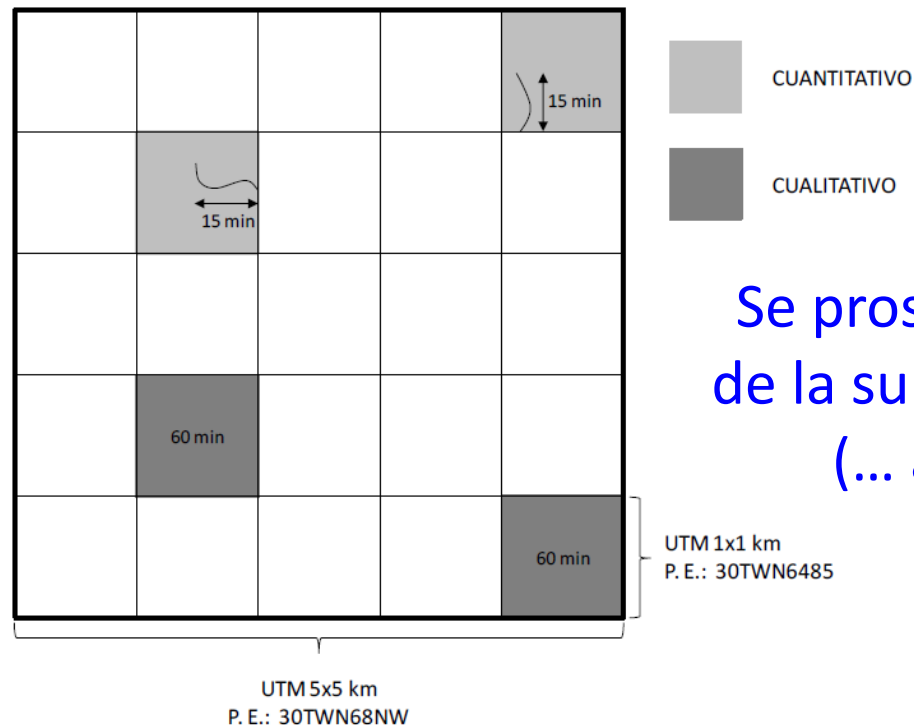
Fringilla coelebs: x 1,24

Certhia brachydactyla: x 1,42

Motacilla alba: x 1,09

**Si no se corrigiesen, las poblaciones
estarían subestimadas**

**¿qué proporción de especies
detectamos en 25 km²?**



Se prospecta el **16%**
de la superficie en 5 h
(... algo más)

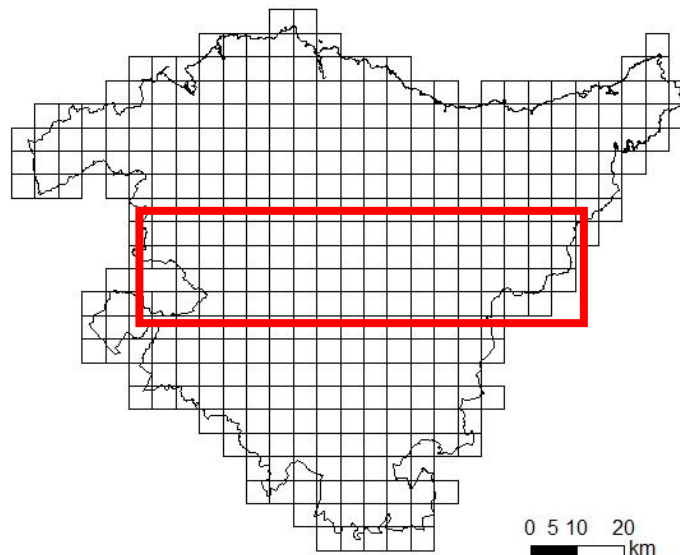
Fig. 2. Esquema conceptual de la realización de los censos cualitativos y cuantitativos en el proyecto ANE. Dentro de la cuadrícula de 5x5 km, se escogen 2 cuadrículas de 1x1 km para los censos cualitativos y 2 cuadrículas para los cuantitativos. En cada visita y cada cuadrícula, los censos cualitativos duran 1 h (60 min) y los cuantitativos, 15 min. Como en cada cuadrícula hay que hacer 2 visitas, en total se invertirán 5 h para censar completamente la cuadrícula de 5x5 km.

Con **un transecto**, repetido dos veces, muestreamos **30 minutos**.
Hemos realizado **464 transectos** en 232 horas.

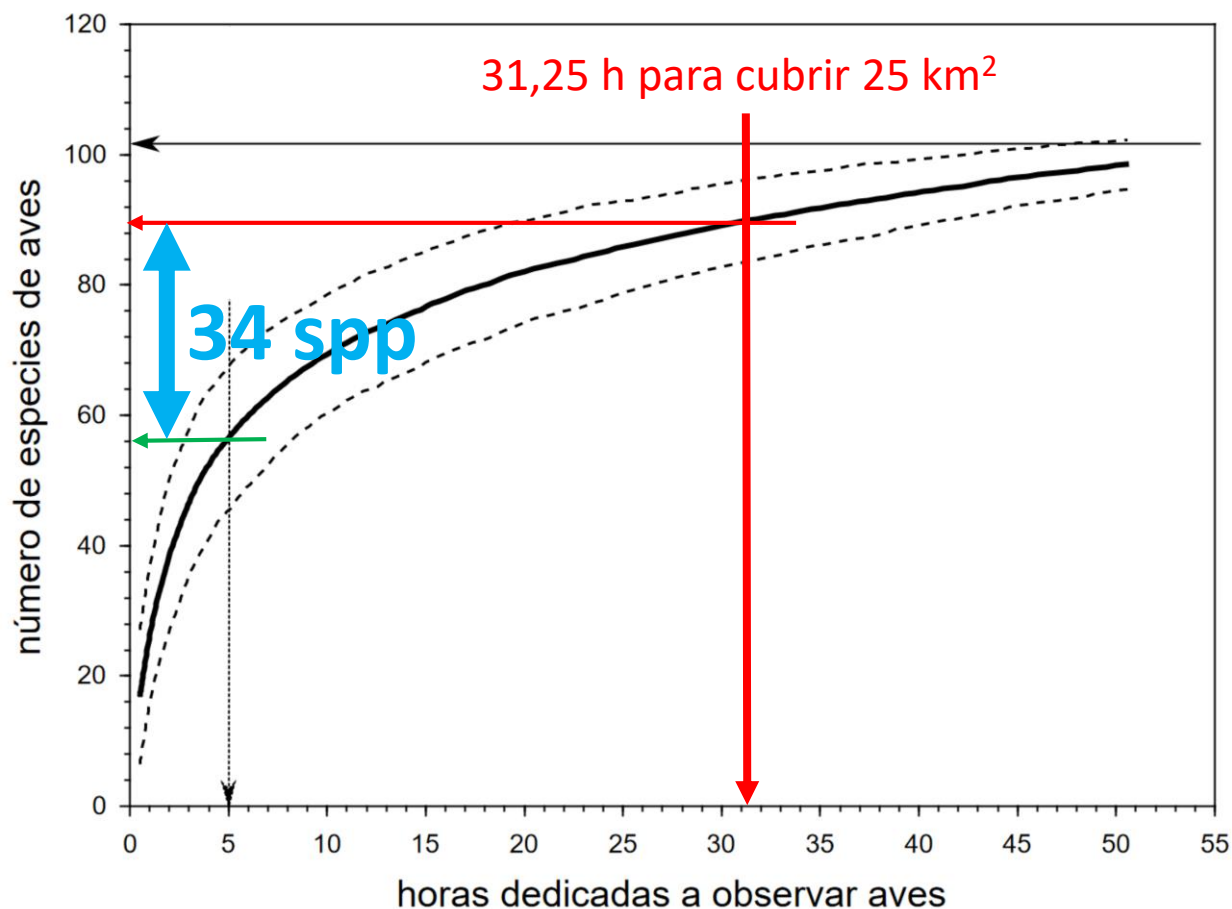
En la **banda central de Euskadi** hemos realizado **122 transectos**
en **58 cuadrículas** diferentes (media de **61 especies**; 40 – 84)

Se detectaron **102 especies** en esos **122 transectos**

En las **58 cuadrículas** se observaron **174 especies** tras 290 horas



Se han obtenido **curvas acumuladas de riqueza de especies** usando la muestra de los transectos (30 minutos por cada uno) la **representación de los hábitats disponibles** en ese sector ha sido **muy buena**



**¿cuánta superficie hemos
muestreado eficazmente?**

Anthus spinoletta

Celda de 1 km² = 100 ha

Transecto de 500 m en 15 min

Dist. máxima detección: 150 m

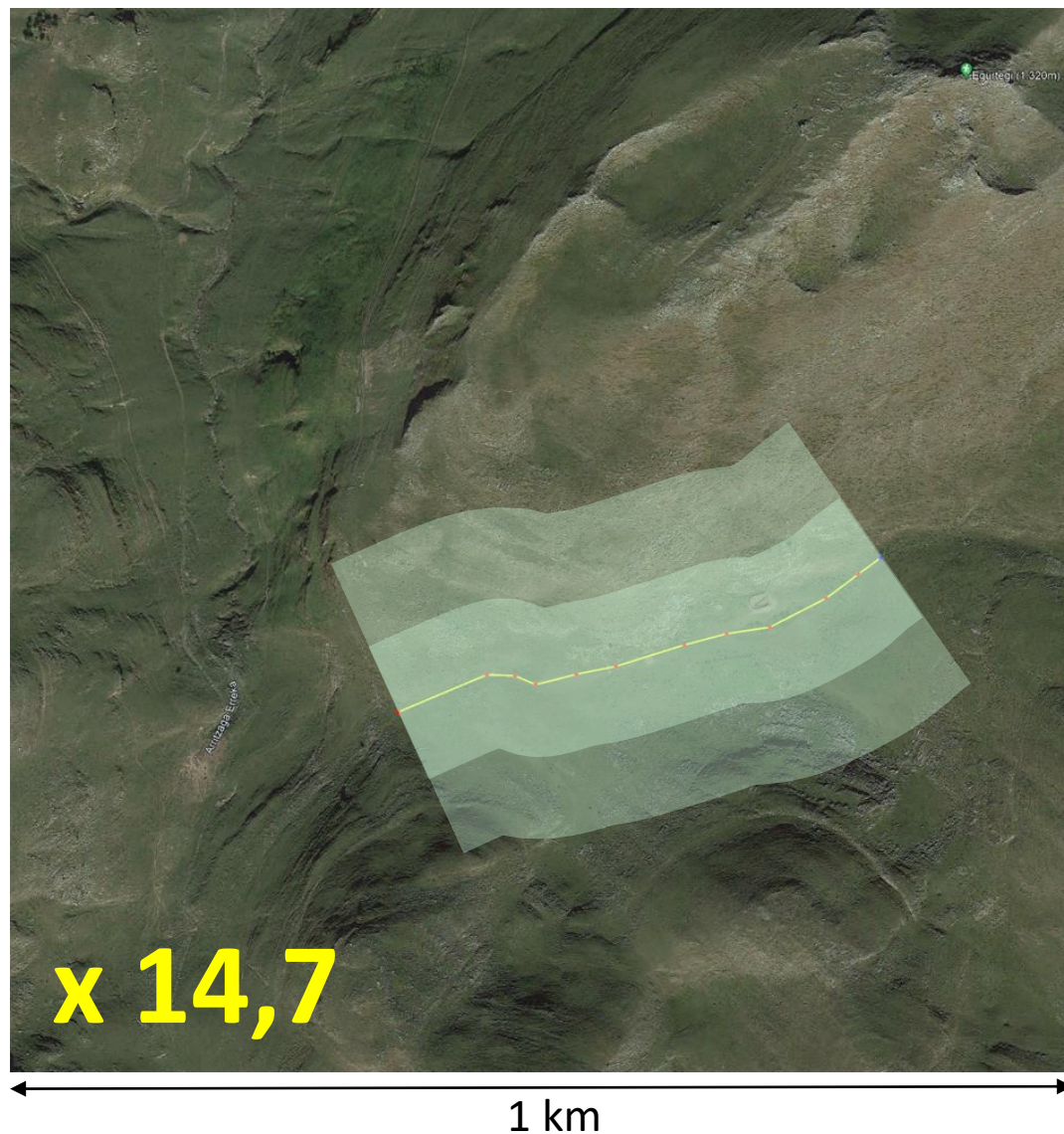
Área cubierta: $2 \times 150 \times 500 = 15$ ha

% cubierto: 15

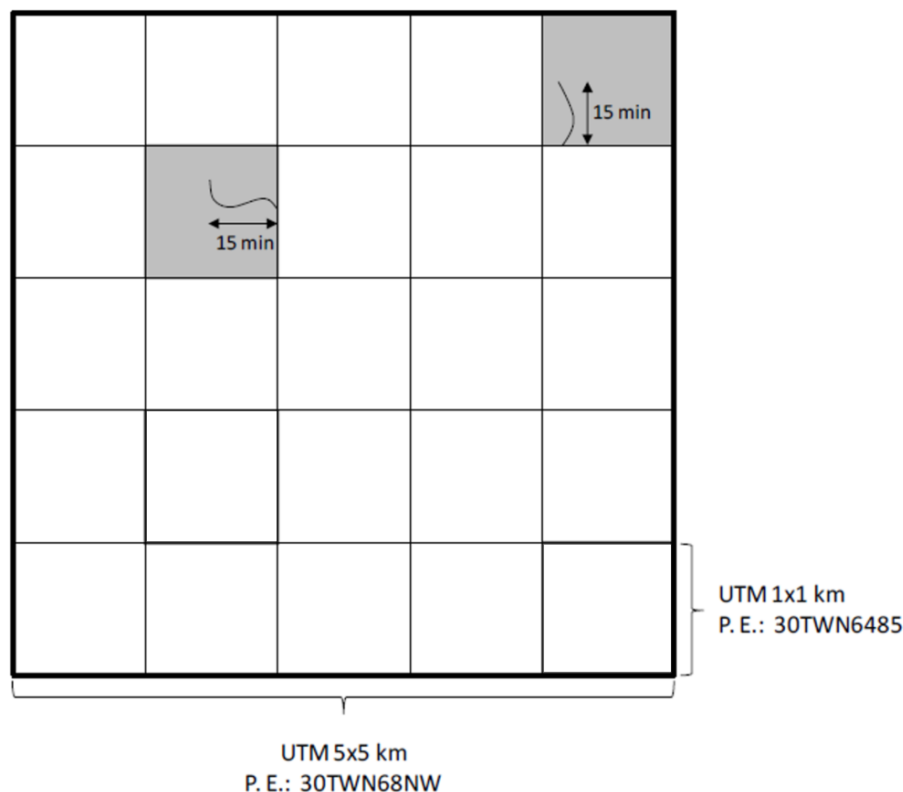
Dist. Eficaz de censo: 68 m

Área eficaz: $2 \times 68 \times 500 = 6,8$ ha

% cubierto: 6,8



En una **cuadrícula de 25 km²** hemos muestreado cuantitativamente
solamente **2 celdas de 1 km²**



Hemos muestreado eficazmente el 0,54% de la superficie

464 transectos lineales de 500 m de longitud
en el mismo número de cuadrículas UTM de 1x1 km²
dentro de 247 celdas UTM de 5x5 km²
(promedio de 1,88 transectos por celda de 25 km²)
superficie de 7.514 km² cubierta
Euskadi (7.234 km²) + enclave de Treviño (280 km²)

Otros ejemplos:

Regulus ignicapilla: 0,16 – 0,22 %

Lanius collurio: 0,19 – 0,36 %

Buteo buteo: 0,68 – 2,01 %

Pyrrhocorax pyrrhocorax: 2,83 – 4,88 %

MODELIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA

La datación de **la presencia** de una especie con los datos de campo es un signo inequívoco de su existencia.

Pero su **no observación** no significa necesariamente que “no exista”.

... no se la ha encontrado con esa cantidad de tiempo de trabajo de campo

Esto ha debido de ocurrir en mayor medida con aquellas especies:

- * de menor tamaño y menos detectables,
- * en situaciones de baja abundancia local
- * y con distribución restringida a unos pocos lugares dentro de la cuadrícula

Las cinco horas por 25 km² no han permitido llegar a todos los lugares.

Esto justifica la necesidad de **modelizar**:

- (1) la probabilidad de ocurrencia,
- (2) el nivel de la abundancia en toda la región de estudio y
- (3) los efectivos regionales de población

bosques aleatorios de regresión

(Regression Random Forests, RRF)

Para modelizar el **número de individuos de cada especie**
detectados en dos visitas a **transectos de 500 m de longitud** (N=464),
usando **17 variables ambientales**

bosques aleatorios de regresión (*Regression Random Forests, RRF*)

Para modelizar el número de individuos de cada especie detectados en dos visitas a transectos de 500 m de longitud (N=464), usando 17 variables ambientales

Procedimiento de aleatorización de la muestra original que genera sub-muestras de transectos que no se utilizan en la modelización
... se emplean para **examinar el poder predictivo**

Desacopla las variables predictoras **reduciendo la multi-colinealidad**.

Aborda **relaciones no lineales** abundancia – variables ambientales.

Estima **interacciones complejas** entre variables ambientales.

Trabaja con latitud – longitud controlando la **auto-correlación espacial**
... y usa su **valor surrogado a otras variables** (e.g. clima)

Las variables predictoras consideradas fueron las siguientes:

Geográficas: **latitud** y **longitud** del baricentro de la celda de 1 km².

Orográficas: **altitud media** y rango altitudinal (i.e., **montañosidad**) de la celda de 1 km².

Tipología de hábitats: porcentajes de cobertura de la celda de 1 km² cubiertos por:

- bosques caducifolios,
- bosques de coníferas,
- bosques mixtos,
- bosques esclerófilos,
- monte alto,
- matorrales,
- pastizales,
- roquedos con cierta cantidad de pasto y matorrales,
- humedales,
- masas de agua,
- suelo de uso agrícola,
- suelo urbano denso,
- suelo urbano con espacios verdes

PODER PREDICTIVO

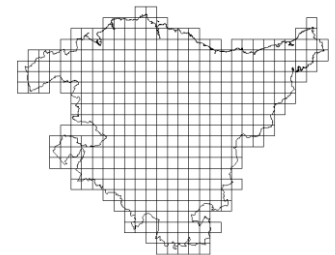
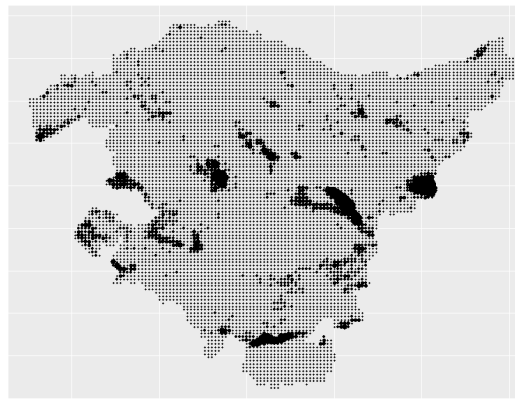
464 transectos
de 500 m

17 variables
ambientales
y geográficas

Modelos RRF
(aleatorización)

Test (37%)

Análisis (63%)



El **poder predictivo** se examinó en UTM 5x5 km²
... la celda de mapeo de la abundancia

Sylvia undata: 17%

Muscicapa striata: 24%

Motacilla alba: 48%

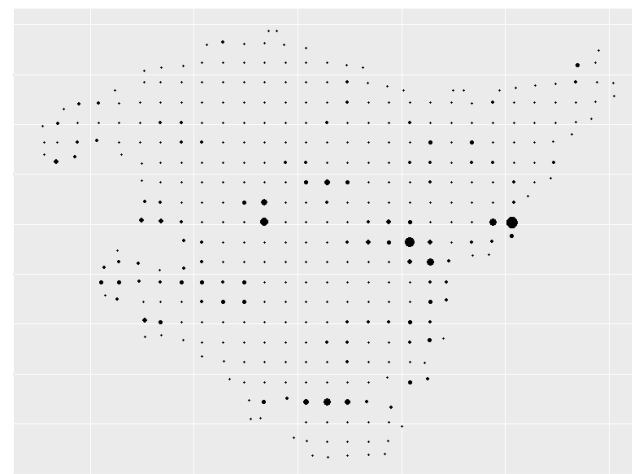
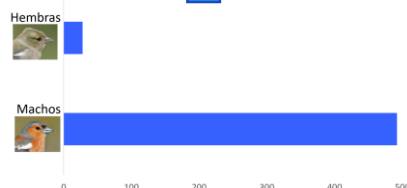
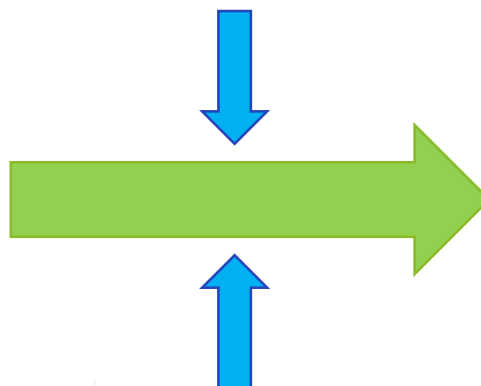
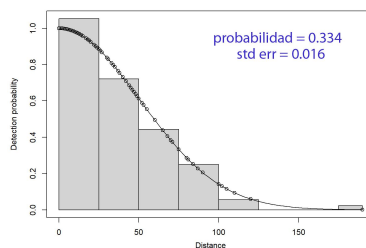
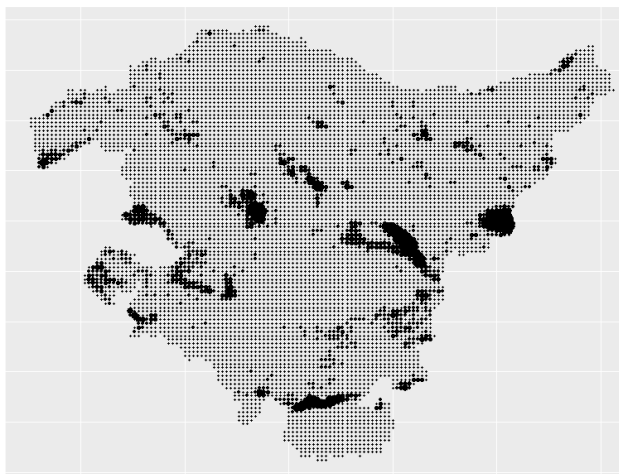
Lanius collurio: 58%

Certhia brachydactyla: 71%

Fringilla coelebs: 87%

Oriolus oriolus: 96%

Corrección de las predicciones teniendo en cuenta: probabilidad de detección observación sesgada de machos y hembras



```

matriz.datos$spp <- matriz.datos$Anthus_spinoletta
multiplo.km2 <- matriz.datos$spp[1]
datos <- matriz.datos[,-1,]
predecir <- na.omit(predecir)
## formula
eqt <- as.formula("LONG+LATI+altinean+altirange+altmax+for_cau+for_con+for_mixto+monteaito+escieroi+matorral+pastizal+poco_veget_nat+humedale
s+agricola+agua+urb_verde+urb_duro")
##
set.seed(699)
npred.recomendado <- round(length(all.vars(eqt[[3]]))/3, 0)
modelo1 <- randomForest(eqt, data=datos, mtry=npred.recomendado, ntree=1000, importance=T, nodesize=5, maxnodes=100,
keep.inbag=1, keep.forest=1, na.action=na.omit)
modelo2 <- randomForest(eqt, data=datos, mtry=npred.recomendado, ntree=1000, importance=T, nodesize=5, maxnodes=100,
keep.inbag=1, keep.forest=1, na.action=na.omit)
## PLOT de errores MSE (mean square errors)
## plot de pseudo-R2 OOB de los modelos
plot(modelo1$nitree, modelo1$rsq, main="NEGRO - modelo", ylab="R2 predictivo OOB")
lines(seq(1:modelo2$ntree), modelo2$rsq, col="red")

## VALORES OBSERVADOS Y PREDICHOS PARA LA RESPUESTA
predicciones.datos <- predict(modelo, newdata=datos[complete.cases(datos[,177]),])
  
```

The combination of some data and an aching desire for an answer does not ensure that a reasonable answer can be extracted from a given body of data.

John Tukey

Resultados sometidos a supervisión externa

Basada en:

- (1) se computaron **0 individuos** cuando los modelos RRF predecían < 2 individuos ... al menos una pareja en 25 km²
- (2) **presencia-ausencia realmente registrada** por los ornitólogos,
- (3) **probabilidad de ocurrencia** en cada UTM de 5x5 km,
- (4) **variables clave más asociadas con cada especie,**

Realizado con 89 especies

Resultados sometidos a supervisión externa

¿presencia-ausencia realmente registrada por los ornitólogos?: **SI** → ✓

NO



¿probabilidad de ocurrencia en cada UTM de 5x5 km > 90%?: **SI** → ✓

NO pero >67%



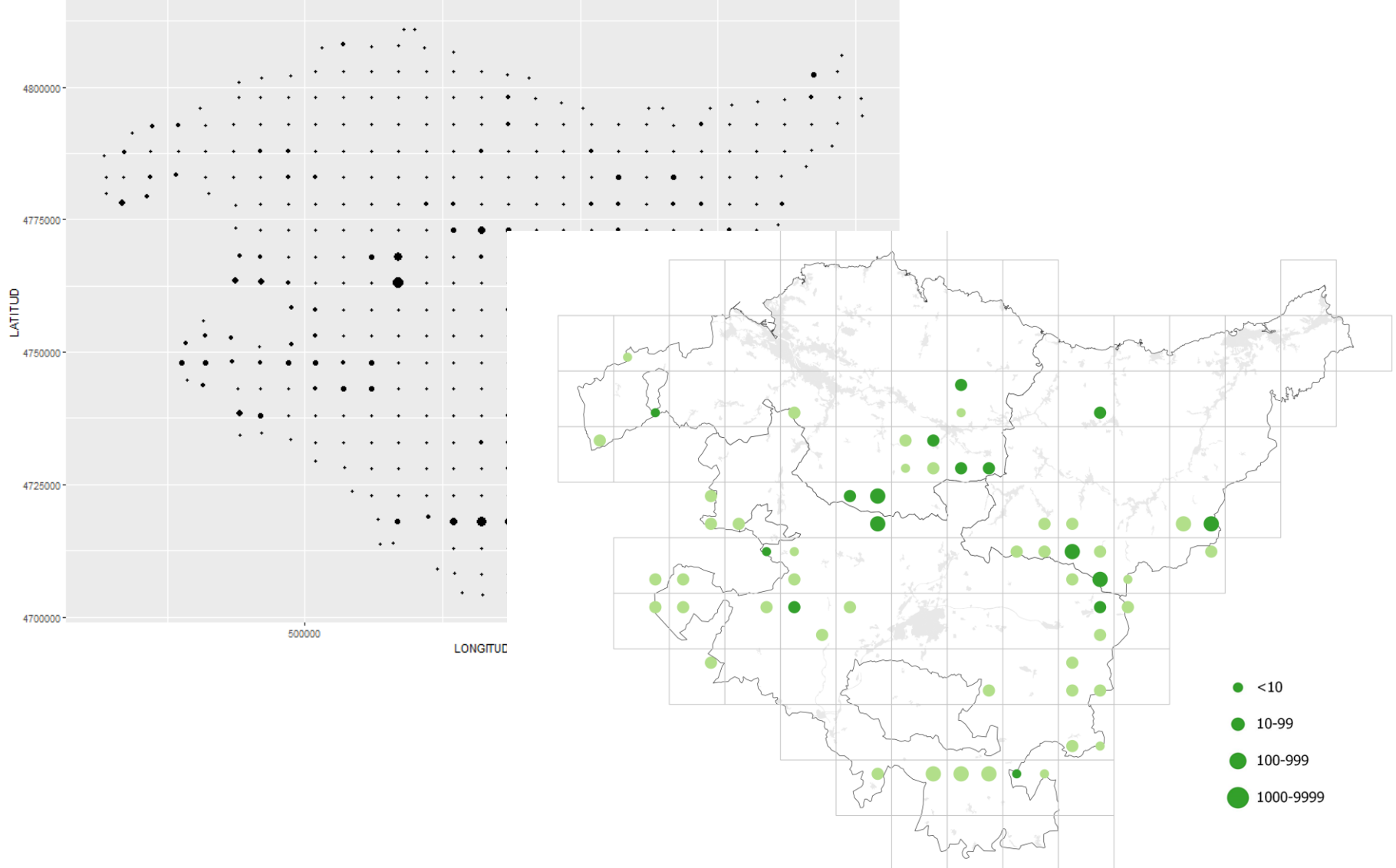
¿variables clave más asociadas con cada especie?: **SI** → ✓

p.ej. 1 km² con altitud > 750 m y roquedos



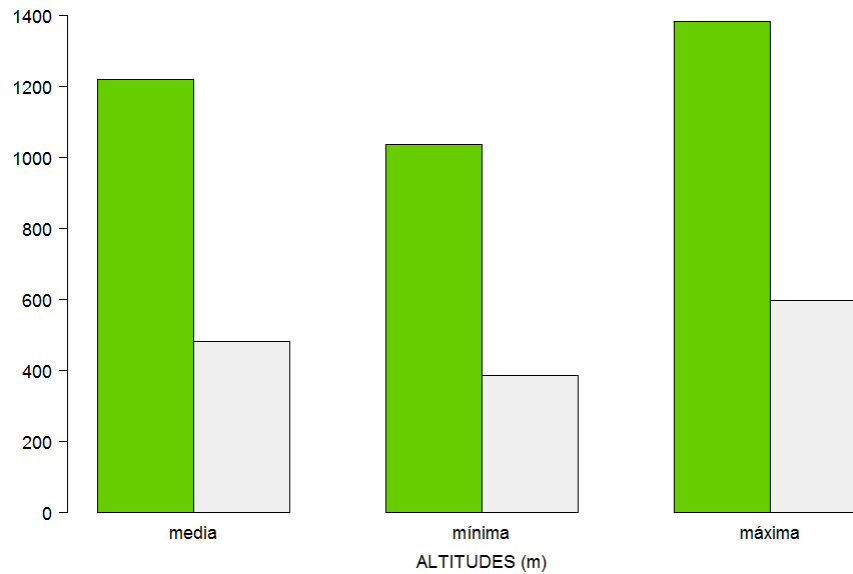
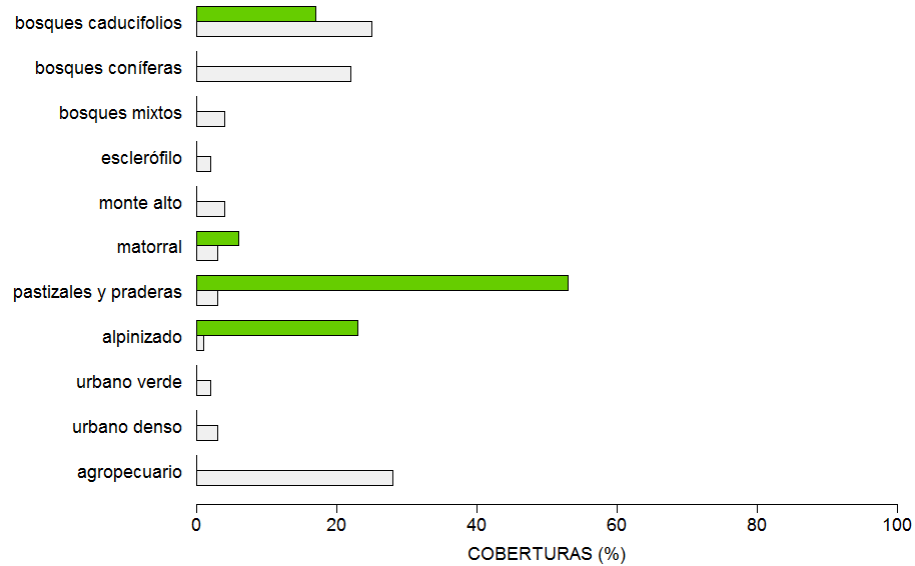
0 individuos

AVES EN UTM 5x5 KM2 - *Anthus_spinoletta*



Anthus spinoletta

D = 44 IE = 0.76



ESTIMAS REGIONALES DE TAMAÑOS DE POBLACIÓN

Se han utilizado procedimientos de muestreo con remplazo (***bootstrapping***) de la información de 464 transectos de 500 m de longitud.

Los transectos estaban **espacialmente distribuidos** de manera bastante uniforme por Euskadi.

No obstante, su **representación de la variación ambiental** no fue perfecta.

hábitat	COB muestra	COB región	PESO
bosques caducifolios	23.802	24.617	1.034
bosques de coníferas	16.598	22.462	1.353
bosques mixtos	4.020	4.226	1.051
bosques esclerófilos	2.531	1.928	0.762
"monte alto"	3.170	4.256	1.343
matorrales	4.005	3.163	0.790
pastizales	3.946	2.761	0.700
vegetación escasa montana	0.805	0.818	1.017
roquedos	0.113	0.097	0.855
humedales	0.130	0.114	0.873
medios agrícolas	32.771	28.142	0.859
embalses y lagunas	0.819	1.571	1.917
medios urbanos verdes	2.965	1.754	0.592
medios urbanos densos	4.055	3.283	0.810

Ponderación inversa a su “infra-representación” en la región.

Se estimó la **media de aves por transecto** a escala regional, corrigiendo el sesgo de representatividad.

Se calculó la **densidad** corrigiendo la probabilidad de detección imperfecta, utilizando la **distancia eficaz de censo**.

Corregimos el sesgo de detección diferencial de machos y hembras.

Contemplamos estas **fuentes de incertidumbre** y estimamos los **intervalos de confianza**.

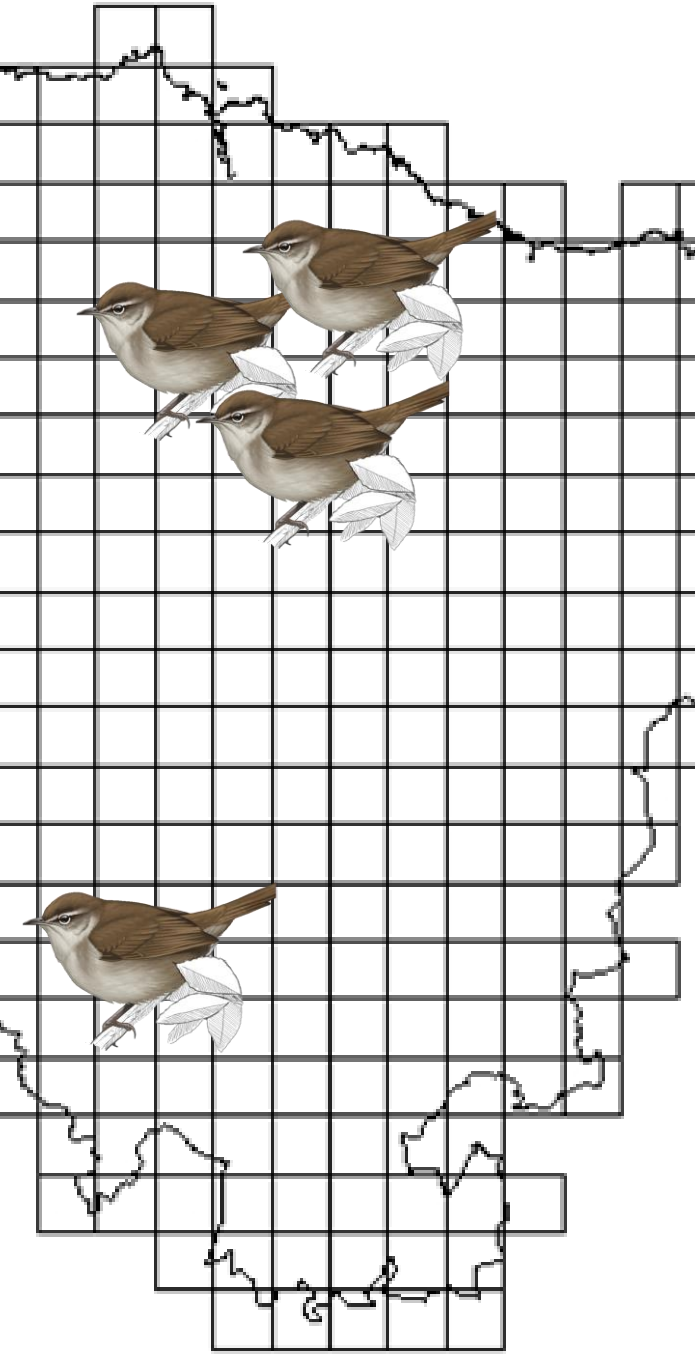
Considerando la **superficie** de Euskadi (y Treviño)
se infirieron los **efectivos poblacionales**.
Expresados en individuos.

Mayor incertidumbre:

- * las especies menos abundantes localmente
- * menos detectables
- * menos extensamente distribuidas

spp	EUSKADI	inf_95%	sup_95%	ASTURIAS
<i>Alauda arvensis</i>	14000	9700	21000	85805
<i>Anthus spinoletta</i>	4100	1600	7800	47826
<i>Anthus trivialis</i>	32000	22000	47000	154027
<i>Carduelis carduelis</i>	120000	90000	170000	98465
<i>Cettia cetti</i>	17000	10000	27000	2040
<i>Cyanistes caeruleus</i>	130000	98000	180000	218029
<i>Emberiza cia</i>	2300	490	5300	43606
<i>Fringilla coelebs</i>	270000	220000	370000	203963
<i>Galerida cristata</i>	4600	1900	8900	32
<i>Lanius collurio</i>	19000	12000	29000	37979
<i>Lophophanes cristatus</i>	50000	35000	73000	24616
<i>Oenanthe oenanthe</i>	3300	1200	6300	18638
<i>Serinus serinus</i>	100000	76000	140000	64002
<i>Sylvia atricapilla</i>	280000	220000	370000	288361
<i>Sylvia cantillans</i>	7000	3100	13000	11
<i>Troglodytes troglodytes</i>	290000	220000	390000	689253
<i>Upupa epops</i>	3500	1300	8100	35

Asturias: con una superficie equivalente a la de Euskadi



GRACIAS

ESKERRIK ASKO