31/01/2020

**Modelos de ocupación de mamíferos medianos y grandes basados en detecciones con cámaras trampa.**

**Introducción -** Los modelos de ocupación son una herramienta de análisis muy poderosa que permite usar los datos de muestreos de fauna para mucho más que sacar el inventario de especies de una localidad. A continuación se muestra el ejemplo de la aplicación de este análisis para una especie común en la zona de estudio, con el ánimo de mostrar el potencial para continuar analizando los datos recolectados en este estudio a través de los sensores pasivos de biodiversidad (cámaras trampa y grabadoras).

**Métodos -** Para este ejemplo se tomaron los datos de detección de Boruga (*Cuniculus paca*) en la primera sesión de fototrampeo llevada a cabo en los cuatro bloques con 42 cámaras que funcionaron entre 43 y 53 días (Tabla X1). A pesar de que esta especies fue la que contó con más detecciones (392 para la primera sesión), para ejecutar los modelos de ocupación fue necesario agrupar los resultados cada 5 días, para un total de 10 ocasiones de muestreo.

**Tabla X1.** Esfuerzo de muestreo en la primera sesión de fototrampeo

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bloque** | **Número de cámaras (cuadrantes)** | **Fecha inicio** | **Fecha final** | **Días cámara** |
| Platanillo | 17 (3) | 11/07/2019 | 03/09/2019 | 873 |
| Nancy-Burdines | 5 (1) | 05/08/2019 | 18/09/2019 | 219 |
| Rumiyaco | 11 (2) | 22/07/2019 | 08/09/2019 | 520 |
| Venado | 9 (2) | 28/07/2019 | 15/09/2019 | 424 |
| Total | 42 (8) | 11/07/2019 | 18/09/2019 | 2,036 |

Después de construirse la matriz de presencia/ausencia para los 42 sitios en 10 ocasiones (la cual presentó 288 ausencias, 124 presencias y 18 celdas sin información disponible – Figura X1), se realizó el análisis de los datos a través de la construcción de seis hipótesis alternativas para la ocupación de Boruga en la zona de estudio:

***m0***: la probabilidad de detección y la probabilidad de ocupación son *constantes*.

***m1***: la probabilidad de detección es constante y la probabilidad de ocupación depende de la *cobertura de bosque* en 1 km2 alrededor de la cámara.

***m2***: la probabilidad de detección es constante y la probabilidad de ocupación depende del *nivel de huella humana* en 1 km2 alrededor de la cámara.

***m3***: la probabilidad de detección es constante y la probabilidad de ocupación depende de la *elevación* a la cual se puso la cámara.

***m4***: la probabilidad de detección es constante y la probabilidad de ocupación depende de la *cobertura de bosque* y la *elevación*.

***m5***: la probabilidad de detección es constante y la probabilidad de ocupación depende de la *huella humana* y la *elevación*.

Nunca se mezclaron cobertura de bosque y huella humana en el mismo modelo debido a que la correlación entre ambas variables para los puntos de muestreo fue de -0.71 (entre bosque y elevación fue 0.25 y entre huella y elevación fue 0.05). El rango de variación de los puntos en cuanto a cobertura de bosque fue de 10% a 79%, de huella humana de 5 a 42, y de elevación de 171 a 920 msnm; rangos que abarcan las condiciones generales observadas para la zona de estudio.

Tras correr los seis modelos, se realizó un procedimiento de selección de modelos basados en el Criterio de Información de Akaike (AIC) para determinar qué hipótesis era más informativa para explicar la presencia de Boruga en la zona de estudio.



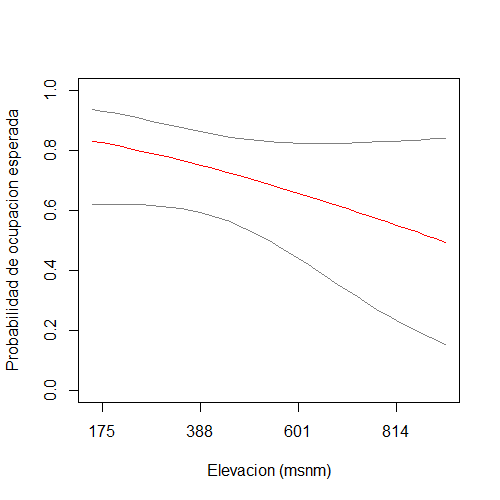
**Figura X1.** Resumen de detecciones de Boruga en 43 puntos (*site* - vertical) y 10 ocasiones (*observation* - horizontal) de muestreo (blanco: sin información, rosado: no se detectaron individuos de la especie en este periodo, azul: se detectó al menos un individuo de la especie en este periodo).

**Resultados y discusión -** Tras realizar el análisis de selección de modelos, se encontró que el modelo nulo, es decir aquel que no usaba ninguna covariable para explicar la probabilidad de ocupación, fue el más informativo para esta especie (Tabla X2). Esto significa que ninguna de las variables elegidas para el análisis, cobertura de bosque, huella humana o elevación afecta de forma significativa la distribución local de la Boruga (Figura X2), pero no necesariamente significa que se encuentre repartida de forma homogénea en la zona.

**Tabla X2.** Resultados de la selección de modelos de ocupación para la Boruga (*Cuniculus paca)*.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Modelo** | **No. parámetros** | **AIC** | **AIC\_delta** | **AIC\_peso** | **AIC\_peso.acum** |
| m0: psi(.)p(.) | 2 | 462.98 | 0 | 0.24 | 0.24 |
| m3: psi(E)p(.) | 3 | 463.22 | 0.24 | 0.21 | 0.45 |
| m1: psi(B)p(.) | 3 | 463.64 | 0.65 | 0.17 | 0.63 |
| m2: psi(H)p(.) | 3 | 464.12 | 1.14 | 0.14 | 0.76 |
| m5: psi(H+E)p(.) | 4 | 464.27 | 1.28 | 0.13 | 0.89 |
| m4: psi(B+E)p(.) | 4 | 464.51 | 1.53 | 0.11 | 1 |

\***psi**: probabilidad de ocupación, **pi**: probabilidad de detección, **E**: elevación, **B**: cobertura de bosque, **H**: Índice de Huella Humana; a menor *AIC* el modelo se considera más informativo, los valores de *AIC\_delta* menores a 2 se interpretan como diferencias menores entre modelos, *AIC\_peso* es el peso que se le da a cada modelo dentro del conjunto y *AIC\_peso.acum* muestra cómo se acumula este al agregar modelos al conjunto).



**Figura X2.** Efectos de la elevación (rojo), porcentaje de bosque (azul) e índice de huella humana (verde) sobre la probabilidad de ocupación de Boruga (*Cuniculus paca*) en el área de estudio. Aunque se ven patrones negativos para elevación y bosque, y positivos para huella humana, ninguno de estos modelos (m3, m1 y m2) explicó los datos de mejor forma que el modelo nulo (m0).

La probabilidad de detección de Boruga con cámaras trampa en la zona de estudio fue de **0.41** (error estándar: 0.03), mientras que su probabilidad de ocupación fue de **0.74** (error estándar: 0.07 – Figura X3); las cuáles son bastante altas e indican el alto potencial de esta metodología para estudiar a esta especie, que es de interés de las comunidades que habitan la zona.



**Figura X3.** Probabilidad de ocupación () y de detección (p) de Boruga (*Cuniculus paca*) estimada a partir del modelo nulo (parámetros constantes) con datos de presencia/ausencia para 42 puntos, en 10 ocasiones de 5 días de muestreo con cámaras trampa.

Considerando que la Boruga es una especie de mamífero generalista que aún se menciona como abundante en la zona de estudio, no es sorprendente que se hayan encontrado altas probabilidades de detección y de ocupación generales, ni que esta última no esté muy afectada por la cobertura de bosque, el valor de índice de huella humana o la elevación. Para entender mejor la distribución de la especie será necesario incluir otras variables que no se midieron pero que pueden estarla afectando como los son cercanía a cuerpos de agua, niveles de cacería o distribución de las especies de las que se alimenta, o de lugares apropiados para refugio. También es necesario ampliar el análisis a la segunda sesión para ver si hay efectos de la temporalidad climática.

A manera general, se recomienda continuar con los análisis de ocupación de todas las especies para las que se hayan colectado suficientes datos, y además incorporar en los mismos las dos ocasiones de muestreo, así como otras estructuras para los sub-modelos de detección y ocupación.