

Métodos de captura-recaptura en ecología: Abundancia, supervivencia y dinámicas poblacionales en espacio y tiempo.

Roberto Munguía-Steyer
IB-USP, Brasil.
rmunguia.steyer@gmail.com

INTRODUCCIÓN:

Estimar parámetros tales como la abundancia y supervivencia resulta de vital importancia para realizar inferencias ecológicas en una gama de ámbitos, ya sea desde una perspectiva demográfica (tasas de crecimiento poblacional), de biología de la conservación (persistencia de la especie estudiando la dinámica de parches), aprovechamiento comercial, (manejo cinegético, pesquerías), o bien como herramienta para poner a prueba ecológico-evolutivas (gradientes de selección natural). El presente curso consistirá en abordar la variedad de modelos existentes, sus particularidades y la manera de saber elegir entre ellos ajustando los modelos a la realidad biológica del sistema natural en cuestión.

Los modelos de captura-recaptura presentan una gran diversidad en sus propósitos y grados de complejidad. Inicialmente fueron utilizados para realizar estimaciones de tamaño poblacional en modelos cerrados, en los cuales se asumía la ausencia de nacimientos, muertes, inmigraciones y emigraciones, así como una homogeneidad tanto en los atributos como en las probabilidades de recaptura de los individuos que conforman la población. Como las probabilidades de recaptura son un componente esencial para estos modelos, posteriormente se incorporaron algunas variables que pueden incidir en este parámetro como la alteración de la conducta de un individuo capturado previamente, la cual podía aumentar o disminuir sus probabilidades de ser recapturados si se usan alimentos como cebos o trampas estresantes para capturarlos. Un paso adicional fue el estimar la abundancia y supervivencia en categorías específicas tales como el sexo al que pertenecían o en categorías fluctuantes (*vgr.* estado nutricional). En la actualidad estos modelos se utilizan en disciplinas tan alejadas a la que le dieron origen, por ejemplo como herramienta de evaluación en las tasas de incidencia de enfermedades de importancia epidemiológica como el VIH o estudios de nicho de mercado para algún producto comercial que pretenda lanzarse al mercado.

REQUISITOS:

Conceptos básicos de biología de poblaciones tales como natalidad, mortalidad, migración. Elementos de estadística (media, mediana, intervalos de confianza, regresión, análisis de varianza). Conocimientos del lenguaje de programación R recomendable. Manejo de la computadora, disposición a trabajar con software que use tanto ambiente gráfico como la consola.

OBJETIVO GENERAL:

El presente curso fundamentará y explicará los alcances de los métodos de captura-recaptura en estimadores poblacionales tales como la abundancia y dinámica poblacional, así como su uso en los análisis de supervivencia y estimación de longevidad de animales en vida silvestre.

- Aprendizaje de los modelos cerrados de estimación poblacional Lincoln-Petersen (2 capturas) y Schnabel (más de 2 capturas), así como los supuestos inherentes a ellos.
- Aprendizaje de los modelos utilizados en el análisis de supervivencia tanto en los sistemas con

destino conocido (Kaplan-Meier, modelos paramétricos) como aquellos con detectabilidad imperfecta (modelos captura-recaptura)

- Estimación de la bondad de ajuste del modelo, sobredispersión y métodos posibles de corrección del posible sesgo en los estimadores de supervivencia o abundancia (bootstrap, simulaciones)
- Evaluar y seleccionar el modelo con mayor soporte dentro de una gama de modelos alternativos mediante las técnicas de teoría de la información.
- Conocimiento de los modelos multiestado: metapoblaciones, modelos de conducta.
- Estimación de la selección natural utilizando atributos específicos para cada individuo.
- Combinando los modelos cerrados y los abiertos: Modelos robustos.
- Aprendizaje y uso de los programas de cómputo más versátiles y usados en este tópico, el lenguaje de programación R con los respectivos paquetes survival y RCAPTURE, además de MARK el software con interfaz gráfica más usado en el análisis de los modelos de captura-recaptura.

PROGRAMA:

Duración del curso intensivo: 60 horas, 8 mañanas y 7 tardes. Horario: de 9:30 a 13:30 y de 14:30 a 18:30 hrs.

Fecha propuesta 5 al 14 de abril del 2010.

Unidad I. Estimación de la abundancia. Modelos cerrados.

Duración 12 horas.

1.1 La abundancia como concepto integrador en ecología.

1.2 Abundancia vs. Censos, tomando en cuenta cuando la detectabilidad es imperfecta.

1.3 Modelos de ocupación y abundancia.

1.4 Identificando la probabilidad de recaptura: historia de encuentros.

1.5 Máxima verosimilitud.

1.6 Premisas de los modelos con poblaciones cerradas.

1.7 Modelo Petersen-Lincoln y modelo Schnabel.

1.8 Introducción al uso de MARK: formato de archivo, historias de encuentro, interfaz gráfica.

1.9 Ejemplos de los modelos con poblaciones cerradas MARK y RCAPTURE.

Unidad II. Estimación de la abundancia. Considerando la heterogeneidad.

Duración 12 horas.

2.1 Relajando las premisas : Tipos heterogeneidad en las probabilidades de recaptura y su posible efecto.

2.2 Efecto del trampeo, heterogeneidad conductual.

2.3 Heterogeneidad temporal.

2.4 Heterogeneidad individual, modelo de mezclas.

2.5 Covariables individuales, diseño matricial.

2.6 Diseño Matricial y parámetros en MARK.

2.7 Ejemplos de los modelos con heterogeneidad en las probabilidades de recaptura.

Unidad III. Estimación de la supervivencia

Duración: 12 horas.

- 3.1** Sistemas con destino conocido, curvas de supervivencia.
- 3.2** Análisis de Kaplan-Meier, regresiones cox y modelos paramétricos de supervivencia.
- 3.3** Análisis de supervivencia de nidos.
- 3.4** Cuando la detectabilidad es menor a uno: Longevidad y tasas de encuentro.
- 3.5** Probabilidad de recaptura y supervivencia. Máxima verosimilitud.
- 3.6** Estimación de supervivencia por grupos.
- 3.7** Técnicas de validación de los supuestos.
- 3.8** Ajuste del modelo, pruebas de bondad de ajuste.
- 3.9** Selección de modelos mediante criterios de teoría de la información.
- 3.10** Ejemplos de cuando el destino de los individuos es conocido, curvas de supervivencia, modelos paramétricos.
- 3.11** Ejemplos de los modelos de supervivencia mediante el uso de las técnicas de captura-recaptura.

Unidad IV. Estimando conjuntamente la abundancia y la supervivencia.

Duración: 8 horas.

- 4.1** Restringiendo los supuestos: Modelo Jolly-Seber.
- 4.2** Modelo Robusto de Pollock.
- 4.3** Modelo Robusto: Incorporando las tasas de emigración e inmigración en el tiempo.
- 4.4** Ejemplo modelo Jolly-Seber.
- 4.5** Ejemplo modelo robusto.

Unidad V. Modelos multiestados

Duración: 8 horas.

- 5.1** Descripción de los modelos multiestados.
- 5.2** Caracteres discretos dinámicos en espacio o tiempo.
- 5.3** Tasas de migración y emigración: Modelo metapoblacional.
- 5.4** Ejemplo: cuidado parental.
- 5.5** Ejemplo metapoblaciones.

Unidad VI: Estimando Selección natural y modelos jerárquicos.

Duración: 8 horas.

- 6.1** Variables continuas y categóricas: diseño matricial.
- 6.3** Variables individuales, selección natural direccional y estabilizadora.
- 6.4** Variación sistemática de los parámetros a lo largo del tiempo, tendencias.
- 6.5** Estado del arte de la modelación captura-recaptura, modelos jerárquicos y estadística bayesiana.

BIBLIOGRAFIA:

- Amstrup, S. C., T. L. McDonald, & B. F. J. Manly. 2005 (Eds.). Handbook of Capture-Recapture Analysis. Princeton University Press.
- Cooch, E., & G. White 2009. Mark a gentle introduction. Program Mark: a gentle introduction. [online] <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/> Cornell University & Colorado State University Cooperative Wildlife Units.
- Gregoire, A., M. Preault, F. Cezilly, M. J. Wood, R. Pradel & B. Faivre. 2004. Stabilizing natural selection on the expression of a secondary sexual trait in a passerine bird. *Journal of Evolutionary Biology* 17: 1152-1156.
- Lebreton, J. D., K. P. Burnham, J. Clobert & D. R. Anderson. 1992. Modeling Survival and Testing Biological Hypotheses Using Marked Animals: A Unified Approach with Case Studies. *Ecological Monographs*. 62(1): 67-118.
- Nichols, J. D. 1992. Capture-recapture methods. *Bioscience* 42(2): 94-102.
- Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White & D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations *Wildlife Monographs* 62: 3-135.
- Royle, J. A. & R. M. Dorazio. 2008. Hierarchical modeling and inference in ecology: the analysis of data from populations, metapopulations and communities. Academic Press.
- White, G. C. 2008. Closed population estimation models and their extensions in program MARK. *Environmental and Ecological Statistics*. 15: 89-99.
- Williams, B. K., J. D. Nichols & M. J. Conroy. 2002. Analysis and management of animal populations. Associated Press.