

Tellería, J. L. (2002). Objetivos y métodos del seguimiento de poblaciones de aves. En A. Sánchez (ed): *Actas de las XV Jornadas Ornitológicas Españolas*, pp. 23-32. SEO/BirdLife, Madrid

OBJETIVOS Y MÉTODOS DEL SEGUIMIENTO DE POBLACIONES DE AVES

José Luis Tellería
Departamento de Biología Animal I (Zoología de Vertebrados)
Facultad de Biología
Universidad Complutense
28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

En su planteamiento más tradicional, el seguimiento de una población animal consiste en el control rutinario de su abundancia. La información así obtenida es muy útil. Por ejemplo, en el caso de las especies de interés cinegético o pesquero es básica para el diseño de los planes de explotación; en las especies plaga ayuda a prevenir futuras irrupciones dando tiempo a combatirlas; y en el campo de la conservación sirve para advertir sobre el declive numérico de las especies antes de que éste sea irreversible (Caughley, 1977; Getz & Haight, 1989; Perrins *et al.*, 1991). Este último objetivo es básico desde la perspectiva de la acción conservacionista, habitualmente condicionada por la tardía constatación del desplome numérico de las especies (Soulé, 1991). Sin embargo, y como consta en el título de estas Jornadas, el seguimiento de la evolución numérica de las aves es una herramienta para su conservación. Registrar su abundancia no es un fin sino el medio con el que mejorar su gestión. Por eso, parece interesante reflexionar sobre el papel de estos censos rutinarios en el entramado más genérico de la investigación dirigida a la protección de la avifauna. Tal vez así podamos ensanchar sus hormas habituales en beneficio de aproximaciones conceptuales y metodológicas más ricas, integradas y dinámicas (Ringold *et al.*, 1996; Gibbs, 1999).

Comencemos por decir que cualquier proyecto de conservación de las poblaciones de un determinado grupo taxonómico ha de abordar, al menos formalmente, cuatro objetivos interrelacionados: 1) La delimitación de las unidades de gestión (¿qué queremos conservar?), 2) el estudio de su evolución numérica (¿qué está ocurriendo con ellas?), 3) el diagnóstico de las causas de tal evolución numérica (¿por qué varían numéricamente?) y, finalmente, 4) la puesta a punto, por los organismos o instituciones competentes, de aquellas medidas que contribuyan a su eficaz protección (¿qué hay que hacer para dirigir su evolución de acuerdo con nuestros objetivos?). Todo esto supone, de hecho, el desarrollo de un *programa de investigación* que nos lleve a ilustrar el interés conservacionista de las poblaciones estudiadas y a diagnosticar los problemas que las afectan como paso previo al desarrollo de las medidas correctoras necesarias. Y es en este contexto donde hemos de valorar la utilidad instrumental de los programas de seguimiento de las poblaciones de aves.

LAS UNIDADES DE GESTIÓN

Hay dos razones por las que es importante definir con claridad las unidades objeto de nuestro seguimiento. En primer lugar, porque hemos de delimitar la identidad y apremio conservacionista de las entidades biológicas consideradas y, en segundo lugar, porque su

Seguimiento de poblaciones de aves

incorrecta delimitación espacio-temporal puede condicionar la fiabilidad de nuestros resultados.

Identidad taxonómica

Es importante indicar que todas las especies tienen, *a priori*, el mismo interés conservacionista. Al margen de los planteamientos éticos que alimenten nuestra preocupación por la protección de las aves (todas las especies tienen derecho a ser conservadas; Callicott, 1986; Norton, 1987; Mosterín, 1997), hay una razón metodológica que justifica esta amplitud de miras: las especies que hoy son comunes pueden rarificarse mañana por lo que su evolución numérica debiera ser controlada con similar celo que en el caso de las más raras. Esta es la razón por la que los programas de seguimiento se dirigen a controlar el mayor número posible de especies. Pero es obvio que no todas las aves presentan una situación demográfica equivalente y, en consecuencia, un apremio conservacionista similar (Tucker & Heath, 1994). Por ejemplo, las especies con poblaciones menos numerosas tienen mayor riesgo de extinguirse; o de estar sometidas a los deletéreos efectos de la pérdida de variabilidad genética, endogamia, etc. (Soulé, 1987; Avise & Hamrick, 1995; Lynch, 1996). Parece lógico, por lo tanto, que las sometamos a un control más intenso - incluso a un seguimiento específico- con el fin de interpretar cuidadosamente el significado de su evolución numérica. Lo mismo puede decirse a nivel intra-específico de aquellas poblaciones de censo muy reducido y en riesgo inminente de extinción local o regional. Puede darse, además, la circunstancia añadida de que alguna de estas poblaciones presenten diferencias biológicas (por ejemplo, es el caso de las *razas* o *subespecies*) que las configuren como entidades merecedoras de una atención especial (O'Brien & Mayr, 1991; Lesica & Allendorf, 1995). Por eso, hay una preocupación creciente por incorporar criterios biogeográficos en la planificación conservacionista (por ejemplo, Spellerberg, 1991) con el fin de discriminar primero y conservar después esta variabilidad intrapoblacional. Este es el origen del actual desarrollo de nuevos conceptos y métodos, como la delimitación de las *unidades de conservación* desde planteamientos evolutivos (Ryder, 1986; Moritz, 1994; Crandall *et al.*, 2000) y el desarrollo de una potente metodología taxonómica (como las técnicas moleculares; Haig, 1998; Parker *et al.*, 1998) con la que abordar su estudio.

Los países de la Cuenca Mediterránea son particularmente importantes en este contexto por albergar una gran variedad de poblaciones de organismos diferenciadas entre sí por su aislamiento durante los máximos glaciales (Hewitt 1996). Esto ocurre con las aves y otros vertebrados (Blondel & Mouver-Chauviré, 1998; Taberlet *et al.*, 1998). Además, al abrigo de su diversidad ambiental, es posible encontrar variaciones poblacionales a pequeña escala geográfica. La Península Ibérica, por ejemplo, alberga poblaciones migradoras y sedentarias de ciertos pájaros (Tellería & Carbonell, 1999; Pérez *et al.*, 2000) cuya evolución numérica habría que rastrear de forma independiente: mientras que nuestras currucas y petirrojos migradores pudieran asemejarse a la gran población europea que explota periódicamente la estacionalidad de este continente (ver, sin embargo, Tellería *et al.*, 2001), las formas sedentarias - probable origen de las primeras- están acantonadas en unos pocos bosques húmedos de la mitad meridional ibérica.

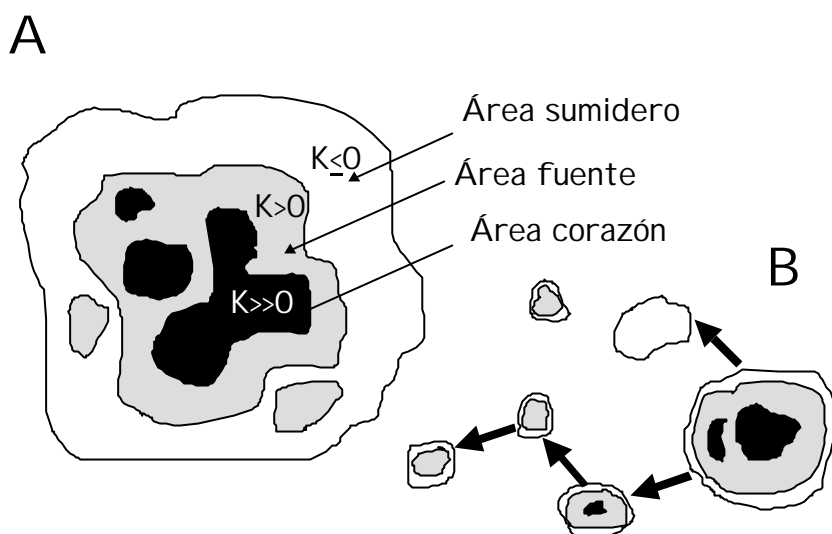


Figura 1. *Modelos de distribución.* A) Distribución de la calidad de hábitat dentro del sector ocupado por una población. Esta se estructura en una serie de áreas donde la capacidad de porte (k), o densidad teórica mantenida en situación de equilibrio, presenta valores muy altos (*área corazón*), superiores a 0, o inferiores a este valor en cuyo caso las poblaciones solo pueden mantenerse si hay un aporte de individuos desde los sectores más adecuados. Se habla entonces de *áreas fuente* y *áreas sumidero*. B) Las poblaciones de una determinada especie pueden ocupar sectores aislados entre sí, cuya evolución demográfica y los factores que la afectan (por ejemplo, calidad del hábitat) han de ser estudiados de forma individualizada. Es importante, además, valorar el efecto de los movimiento de individuos entre ellas por su papel en la recuperación de poblaciones extintas o por sus beneficiosos efectos sobre las poblaciones más reducidas.

Escala geográfica

Un segundo aspecto a considerar es la delimitación espacial de nuestras unidades de gestión. Las poblaciones de organismos se distribuyen de forma desigual en el territorio dando lugar, en el caso de las especies más raras o localizadas, a núcleos aislados (Wiens, 1989). Estos difieren en el tamaño de sus efectivos y en su capacidad para intercambiar un número suficiente de individuos que eviten los deletéreos efectos de la pérdida de variabilidad genética y/o endogamia (ver arriba), o la extinción de las poblaciones más reducidas (Hanski, 1991; Figura 1). Incluso las especies de distribución continua suelen encontrar sectores óptimos, regulares o pésimos para el desarrollo de su biología y en los que la abundancia (u otros indicadores de la situación de las especies, como su condición corporal, tasas de reproducción, etc) varía en consecuencia (Brown, 1984; Lawton, 1993, 1996; Figura 1). Por añadidura, la distribución espacial de las poblaciones puede cambiar con el tiempo, produciéndose retracciones o expansiones desde determinados sectores óptimos cuya discriminación y protección son fundamentales desde una perspectiva conservacionista. Se da así una distribución dinámica de la abundancia que hemos de rastrear para comprender cabalmente la evolución de las poblaciones y el significado conservacionista del territorio donde se asientan. Es obligado aquí recomendar la consulta de la página del USGS-Patuxent Wildlife Research Centre (<http://www.mp2-pwrc.usgs.gov/bbs/>), donde se recogen los resultados del North American Breeding Bird Survey y del Christmas Bird Count y pueden verse de forma interactiva la distribución

Seguimiento de poblaciones de aves

espacial de la abundancia de las especies estudiadas, así como sus variaciones estacionales e interanuales (Sauer *et al.*, 1996, 2000).

También en este caso, los países mediterráneos parecen presentar retos inéditos en otras latitudes. La distribución de muchos organismos en esta región describe fielmente la transición mediterránea entre las húmedas condiciones centroeuropeas y la sequía sahariana. Esto lo reflejan bien las aves. Si comparamos, por ejemplo, la distribución de especies de preferencias centroeuropeas con otras más mediterráneas (ver por ejemplo, la distribución del petirrojo *Erithacus rubecula* y del alzacola *Cercotrichas galactotes*; o la de la curruca capirotada *Sylvia atricapilla* y la curruca cabecinegra *Sylvia melanocephala* en Purroy, 1997) veremos una distribución casi complementaria de ambos grupos de especies. Este escenario parece insinuar la existencia de un gradiente latitudinal de adecuación del hábitat, paralelo al de xericidad ambiental, sobre el que se distribuye de forma antagónica la abundancia de las especies norteñas y mediterráneas (Tellería & Santos, 1994). Al ser la Península Ibérica el límite del área de distribución de muchas de estas especies, es presumible la existencia de una dinámica regional de colonización-retracción al albur de cambios ambientales y/o demográficos (Hoffmann & Blows, 1994; Santos & Tellería 1995). En este escenario, está aún por conocerse el funcionamiento demográfico de ciertas áreas refugio (por ejemplo, las montañas para las especies norteñas o alpinas; ciertos sectores térmicos y secos del norte ibérico para las aves meridionales...) que parecen mantener poblaciones aisladas y que, por ello, podrían hacerse acreedoras de programas de seguimiento específicos. La cuidadosa cartografía de estos enclaves ahora en curso ayudará, sin duda, a mejorar el diseño de los programas de seguimiento de las poblaciones de aves (ver, sin embargo, Rufino, 1989 y Purroy, 1997).

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN NUMÉRICA

Por lo comentado anteriormente, el seguimiento de la evolución numérica de una población ha de contemplar su variación interanual y la forma en que esta se distribuye en el espacio. Por lo tanto, una distribución sesgada o incompleta del esfuerzo de seguimiento entre sectores de diferente significado demográfico puede dar una información errónea sobre la evolución de las poblaciones controladas (Sauer & Droege, 1990). De esto se deduce la necesidad cubrir bien con nuestros censos la región estudiada. En el caso de aquellas especies raras o de distribución discreta (por ejemplo, aves coloniales o fuertemente gregarias, o especies muy raras), suele recurrirse al censo total de sus poblaciones mediante la identificación previa de los lugares donde se congregan y el subsiguiente censo de sus efectivos. Pero en el caso de las aves más comunes y extendidas esto se aborda mediante el muestreo de su abundancia en un gran número de localidades. Esto implica, en primer lugar, el diseño de un *muestreo estratificado* que, más que atender a las unidades administrativas al uso (estados, autonomías, provincias...), exploren el comportamiento de las poblaciones de aves asentadas en unidades ambientales delimitadas de acuerdo con una lógica biológica y/o conservacionista previa (regiones biogeográficas, montañas donde se acantonen ciertas especies, estepas crecientemente fragmentadas, cultivos objeto de cambios en las prácticas agrícolas,...; ver apartado anterior). En segundo lugar, deberá adscribirse el esfuerzo de muestreo necesario para obtener estimas de la abundancia cuyas tendencias puedan ser analizadas estadísticamente. Como se necesitan tamaños de muestra grandes para cubrir los estratos delimitados y aumentar la precisión de las estimas, se suele recurrir a métodos de censo poco costosos (número de observaciones por unidad de distancia o tiempo de prospección, capturas por unidad de esfuerzo, etc.; ver Bibby *et al.*, 2000 para un repaso de la metodología aplicada en estos estudios) que aportan un índice de la abundancia sin estimar las densidades o tamaños poblacionales. Como

Seguimiento de poblaciones de aves

ejemplo de este tipo de aproximaciones, representativo por la gran extensión del territorio muestreado, tal vez sirva recordar la metodología utilizada en el seguimiento de las poblaciones de aves reproductoras de Norteamérica <http://www.mp2-pwrc.usgs.gov/bbs/>. Esta consiste en el recuento del número de las aves observadas en 50 paradas realizadas cada media milla en un trayecto de 25 millas realizado en un vehículo durante una mañana. En cada parada, el observador apunta las aves que se ven y oyen durante tres minutos y el trayecto se repite año tras año en la misma época. Los 2000 itinerarios fijos así atendidos permiten, en consecuencia, controlar la evolución numérica de cientos de especies a lo largo y ancho de ese territorio. Una metodología similar se aplica en varios países de Europa; como en España, donde la Sociedad Española de Ornitología desarrolla el programa SACRE de seguimiento de aves comunes (ver <http://www.seo.org> para más información sobre otros programas de seguimiento). Toda esta información así obtenida ha de ser elaborada para constatar analíticamente, como un paso preliminar básico, las tendencias demográficas de las poblaciones (Sauer & Droege, 1990; Link & Sauer, 1997, 1988; Fewster *et al.*, 2000)

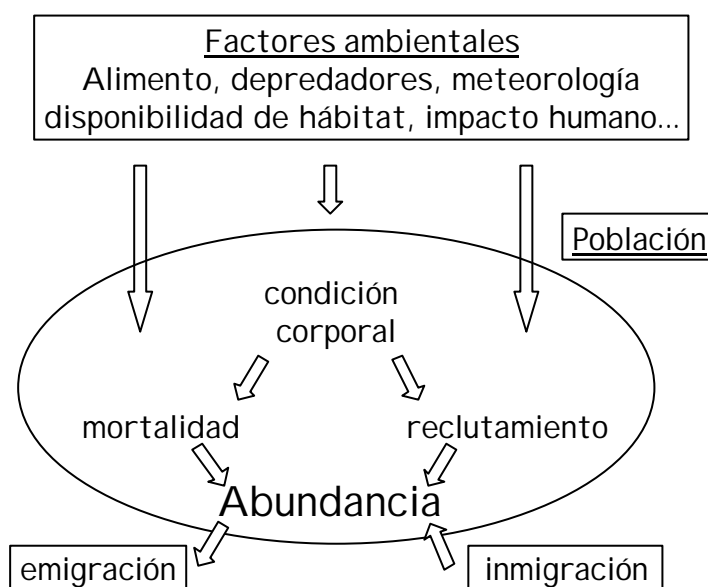


Figura 2. *Interacciones entre población y ambiente.* La abundancia de individuos de una población viene condicionada por una serie de factores ambientales que inciden directamente sobre la condición corporal, mortalidad y tasas de reclutamiento. Además, las poblaciones están sujetos a los efectos de los aportes o pérdidas de individuos por inmigración o emigración. Los programas de seguimiento de las poblaciones de aves debieran controlar no solo la abundancia sino la evolución de aquellos parámetros demográficos que la modelan y los factores ambientales que, en última instancia, la determinan.

DIAGNÓSTICO DE LAS CAUSAS DE LOS CAMBIOS DEMOGRÁFICOS

El seguimiento de la distribución espacio-temporal de la abundancia de las poblaciones tiene un gran interés informativo. Pero la mera constatación de estos patrones no nos ayuda a diagnosticar las causas de sus variaciones. Conviene recordar en este punto que –apoyados

Seguimiento de poblaciones de aves

en la tradicional visión multivariante del nicho (Hutchinson, 1957)- son muchos y variados los procesos que pueden actuar sobre la abundancia de las especies (interferencias humanas directas, alteración del hábitat, efectos climáticos y meteorológicos, disponibilidad de alimento, incidencia de los depredadores, competencia inter- e intra-específica, impacto de los parásitos...) y que, además, estos pueden actuar en diferentes momentos de su ciclo estacional (invernada, migración, reproducción...) o vital (huevos, pollos, adultos; Figura 2). Para abordar tal empeño, desbrozando la multitud de hipotéticos factores que aislada o conjuntamente actúan sobre las poblaciones, ha de recurrirse al *método científico* (Morrison *et al.*, 1992; Caughley, 1994). Este implica la configuración de una *hipótesis* o *modelo* que explique lo que está ocurriendo. Un modelo no tiene por qué ser algo complicado ya que por modelo se entiende "cualquier representación de una parte del mundo real" (Morrison *et al.* 1992) o, cuando se trata de representar un proceso en el que interactúan diversas variables, "cualquier afirmación sobre las relaciones entre variables" (James & McCulloch, 1985). Una forma sencilla de visualizar tales relaciones sería a través del algoritmo $y_i=f(x_i,z_i)$ donde y_i son las *variables dependientes* que queremos modelizar (en su caso más típico, la abundancia; pero también pueden serlo otras variables capaces de explicar las vicisitudes demográficas de las poblaciones en otros contextos: tamaño de puesta, condición corporal, etc.; Figura 2), x_i son las *variables independientes* cuyo efecto sobre y_i queremos evaluar (por ejemplo, incidencia de pesticidas, abundancia de depredadores, disponibilidad de alimento, etc) y z_i son las *variables secundarias*, no incorporadas al modelo por desconocimiento u olvido. Es obvio que la lista de potenciales variables secundarias es grande y frecuentemente desconocida con lo que estas variables encarnan lo que se ha dado en denominar la *incertidumbre científica*. Es decir, la posibilidad de que solo estemos entendiendo una parte (o nada) del problema estudiado. Una vez concretado el modelo, hemos de verificar si sus predicciones se cumplen. Y esto exige la realización de un *experimento* que, en estos casos, suele consistir en la cuantificación de y_i (abundancia, depredación en nido, mortalidad de los adultos...) y x_i (abundancia de alimento, abundancia de depredadores, etc.) en diferentes localidades. Es decir, en el rastreo de la variabilidad ambiental para ilustrar su efecto sobre las poblaciones estudiadas (a este diseño se le llama *observacional* o *mensurativo*, en contraposición al *manipulativo* típico de los laboratorios; Hurlbert, 1984). El experimento concluirá verificando si las relaciones propuestas entre y_i y x_i son o no las previstas, un aspecto que suele abordarse estadísticamente y que, en muchos casos, permite la construcción de un modelo matemático capaz de predecir el comportamiento demográfico de las especies en base a una serie de factores ambientales (Figura 3). También aquí hay que esmerarse en los análisis, especialmente cuando se deba combatir el efecto de la correlación espacial de los parámetros analizados.

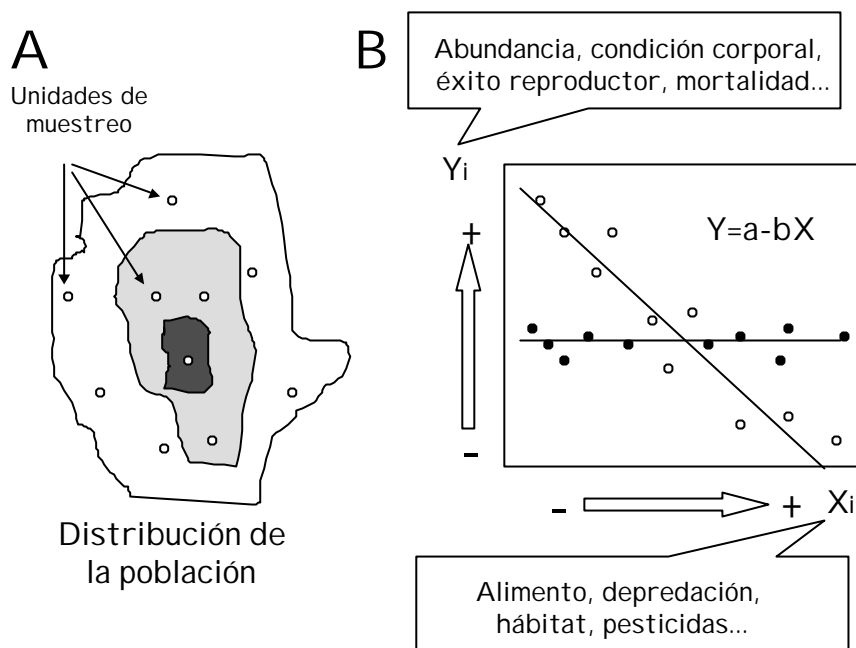


Figura 3. *Diseño y análisis de un programa de seguimiento de aves.* A) La distribución de las estaciones de censo debe recoger la variabilidad ambiental del área ocupada por la población estudiada. B) De esta forma, se podrán analizar (y modelizar) los patrones de covariación entre la abundancia de la especie (u otros rasgos de la población) y las condiciones ambientales cuyos efectos se pretendan medir. Dado que estas cambian con el tiempo, será conveniente repetir los estudios periódicamente incorporando nuevas variables y/o métodos de análisis si fuera necesario.

De lo dicho se deduce que este diseño experimental puede aplicarse al análisis de la información recogida por cualquier programa de seguimiento de poblaciones si, además de cuantificar y_i en cada localidad de estudio, nos preocupamos también de cuantificar x_i . Aunque esto suele realizarse *a posteriori* (es decir, se intentan buscar las razones por las que las poblaciones se han desplomado), puede ser bueno preverlo en el diseño de la distribución de las localidades de control e incorporarlo a las rutinas de estudio (Gibbs *et al.*, 1999) ¿Por qué no diseñar programas de seguimiento en los que se contemple -al menos en una parte de las localidades estudiadas o de las especies implicadas- la cuantificación periódica de las variables potencialmente relevantes en la evolución numérica de las poblaciones? ¿Es tan difícil, por ejemplo, ubicar los controles en la proximidad de estaciones de control ambiental instaladas con otros fines (ej. estaciones meteorológicas)? ¿Sería tan complicado que los participantes en las actividades de seguimiento evaluaran también ciertos rasgos de la estructura del hábitat?... De esta forma, podrían sentarse las bases documentales que nos permitieran analizar y comprender los factores que determinan la evolución numérica de las poblaciones de aves en el entorno ibérico. El problema fundamental de esta proposición es la incertidumbre en la selección de las variables adecuadas para explicar el comportamiento de las poblaciones de aves: puede ocurrir que nos esmeremos en controlar aspectos ambientales que luego van a resultar irrelevantes ignorando la existencia de otros realmente importantes. ¡En ciencia nunca hay

Seguimiento de poblaciones de aves

seguridades! (ver Wiens, 1989 para una revisión de la aplicación del método científico en el estudio de las comunidades de aves).

Conviene indicar aquí que la propia variabilidad ambiental del área de estudio rastreada por las estaciones de muestreo puede permitirnos analizar de forma casi inmediata las relaciones entre la abundancia y los factores ambientales en estudio (tiempo fijo-espacio variable) sin necesidad de esperar el paso de los años para acumular evidencias del cambio ambiental y sus implicaciones sobre la población analizada (espacio fijo-tiempo variable). Esto implica un rápido incremento de nuestros conocimientos sobre los determinantes de la abundancia de las especies y la conveniente renovación de los criterios -e incertidumbres- con los que se dirige el seguimiento de las poblaciones. Pero tal aproximación incide, una vez más, en la necesidad de una buena red de estaciones de seguimiento.

Integrated Population Monitoring

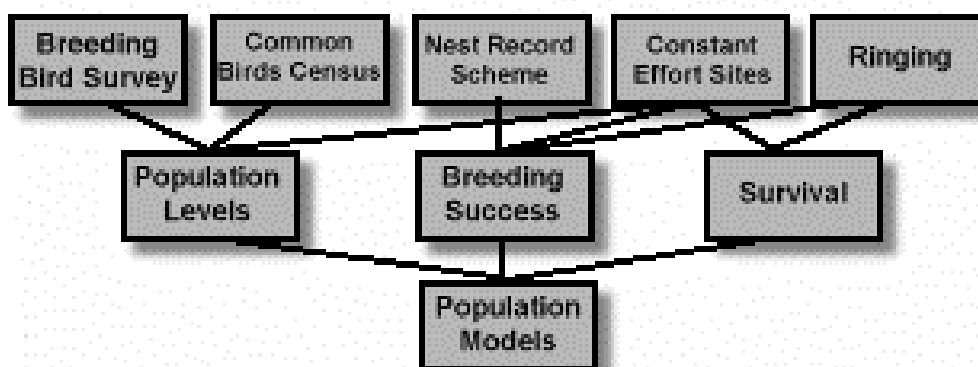


Figura 4. Esquema en el que se resume la estrategia desarrollada por el British Trust for Ornithology para realizar, a través de diferentes programas de estudio, un seguimiento integrado de las poblaciones de aves comunes del Reino Unido (fuente: Common Bird Census del British Trust for Ornithology, <http://www.bto.org>)

NECESIDAD DEL SEGUIMIENTO INTEGRADO

El desarrollo de este programa de investigación de carácter interanual, que exige un multitudinario esfuerzo de censo (tan grande como amplia ser la región y el elenco de especies seleccionadas), debe llevar implícito un plan de interpretación y diagnóstico de los resultados obtenidos. De nada sirve acumular información si no hay un gabinete de expertos dedicado a identificar tendencias demográficas y a sacar conclusiones con las que justificar y dirigir nuestros planes de gestión (Gibbs *et al.*, 1999). Y cualquier manual de biología de poblaciones nos indica la necesidad de considerar otras variables, además de la abundancia, en el estudio de los procesos asociados a la evolución numérica de las poblaciones (por ejemplo, Caughley, 1977). Es decir, la importancia de considerar las interacciones entre el ambiente y la forma en que las aves lo perciben a través de su

Seguimiento de poblaciones de aves

condición corporal, éxito reproductivo, mortalidad, emigración o inmigración (Figura 2). Por ello, no debe de extrañarnos que, en aquellos programas más avanzados y que cuentan con más medios, se hable ya de un *seguimiento integrado* (Baillie, 1990) al incorporar variables procedentes de otros programas de estudio, como los dirigidos al estudio de la nidificación y éxito reproductor o el anillamiento, auténtico filón de información sobre aspectos tan vitales como la condición corporal, mortalidad, movimientos, etc de las aves (ver por ejemplo, las relaciones del Common Bird Census con otros programas promovidos por el British Trust for Ornithology; Figura 4). A este seguimiento integrado debieran aspirar aquellas instituciones comprometidas con el estudio y la conservación de las aves y que, por contar con un amplio plantel de colaboradores, están en condiciones de abordarlo.

BIBLIOGRAFÍA

- Avise, J. C. & Hamrick, J. L. (Ed.) 1995. *Conservation genetics: Case histories from nature*. Columbia U. Press, N. York.
- Baillie, S.R. 1990. Integrated population monitoring of breeding birds in Britain and Ireland. *Ibis*, 132: 151-166.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. & Mustoe, S.H. 2000. *Bird Census Techniques*. Academic Press, Londres.
- Blondel, J. & Mouver-Chauviré, C. 1998. Evolution and history of the Western Palearctic avifauna. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 488-492.
- Brown, J.H. 1984. On the relationships between abundance and distribution of species. *American Naturalist*, 124: 255-279.
- Callicott, J. B. 1986. On the intrinsic value of the nonhuman species. En, B. G. Norton (Ed): *The preservation of species: the value of biological diversity*, pp: 138-172. Princeton Univ.Press, Princeton.
- Caughley, G. 1977. *Analysis of vertebrate populations*. John Wiley & Sons, Londres.
- Caughley, G. 1994. Directions in Conservation Biology. *Journal of Animal Ecology*, 63: 215-244.
- Crandall, K.A. et al. 2000. Considering evolutionary processes in conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 290-295
- Fewster, R.M., Buckland, S.T., Siriwardena, G.M., Baillie, S.R. & Wilson, J.D.2000. Analysis of population trends for farmland birds using generalized additive models. *Ecology*, 81: 1970-1984.
- Getz, W. & Haight, R.G. 1989. *Population harvesting*. Princeton Univ. Press, Princeton N.J.
- Gibbs, J.P., Snell, H.L.& Causton, C.E. 1999. Effective monitoring for adaptive wildlife management: Lessons from the Galapagos Islands. *Journal of Wildlife Management*, 63: 1055-1065.
- Haig, S. M. 1998. Molecular contributions to conservation. *Ecology*, 79: 413-425.
- Hanski, I. 1991. Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and conservation. *Biological Journal of the Linnean Society* , 42: 17-38.
- Hewitt, G.M. 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biol. J. Linn. Soc.*, 58: 247-276.
- Hoffmann, A.A. & Blows, M.W. 1994. Species borders: ecological and evolutionary perspectives. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 223-227.
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs*, 54: 187-211.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology, 22: 415-427
- Link, W.A. & Sauer, J.R.1997. Estimation of population trajectories from count data.

Seguimiento de poblaciones de aves

Biometrics, 53: 488-497

- Link, W.A. & Sauer, J.R. 1998. Estimating population change from count data: Application to the North American Breeding Bird Survey. *Ecological Applications*, 8: 258-268.
- James, F. C. & McCulloch, C. E. 1985. Data analysis and the design of experiments in ornithology. En, R. F. Johnston (Ed): *Current Ornithology*, vol. 2, pp: 1-102. Plenum Press, N.York
- Lawton, J. H. 1996. Population abundances, geographical ranges and conservation: 1994 Witherby Lecture. *Bird Study*, 43: 3-19.
- Lawton, J.H. 1993. Range, population abundance, and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 409-413.
- Lesica, P. & Allendorf, F.W. 1995. When are peripheral populations valuable for conservation? *Conservation Biology*, 9: 753-760.
- Lynch, M. 1996. A Quantitative-Genetic Perspective on Conservation Issues. En, J. C. Avise & J. L. Hamrick (Ed): *Conservation Genetics*, pp: 471-501. Chapman & Hall, N.York.
- Moritz C. 1994. Defining "Evolutionary Significant Units" for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 373-375
- Morrison, M.L., Marcot, B.G. & Mannan R.W. 1992. *Wildlife-habitat relationships. Concepts & Applications*. The Univ. Wisconsin Press, Madison.
- Mosterín, J. 1997. El nivel ecológico de la conciencia moral. *Revista de Occidente*, 194-195: 13-36.
- Norton, B.G. 1987. *Why preserve natural variety?*. Princeton Univ. Press, Princeton.
- O'Brien, S. J. & Mayr, E. 1991. Bureaucratic mischief: recognizing endangered species and subspecies. *Science*, 251: 1187-1188.
- Parker, P.G., Snow, A.A., Schug, M.D., Booton, G. & Fuerst, P.A. 1998. What molecules can tell us about populations: choosing and using a molecular marker. *Ecology*, 79: 361-382
- Pérez-Tris, J., Carbonell R. & Tellería J.L. 2000. Abundance distribution, morphological variation, and juvenile condition of robins *Erithacus rubecula* in their Mediterranean range boundary. *Journal of Biogeography* 27: 879-888.
- Perrins, C.M., Lebreton, J.D. & Hiron, G.J.M. (eds) 1991. *Bird population studies. Relevance to conservation and management*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Purroy, F.J. 1997 (ed). *Atlas de las aves de España. 1975-1995*. SEO-Lynx.
- Ringlöd, P.L., Alegría, J., Czaplewski, R.L., Mulder, B.S., Tolle, T. & Burnett, K. 1996. Adaptive monitoring design for ecosystem management. *Ecological Applications*, 6: 745-747.
- Rufino, R. 1989. *Atlas das aves que nidificam em Portugal Continental*, CEMPA, Lisboa.
- Ryder, O. A. 1986. Species conservation and systematics: the dilemma of subspecies. *Trends in Ecology and Evolution*, 1: 9-10.
- Santos, T. & Tellería, J. L. (1995). Global environmental change and the future to Mediterranean forest avifauna. En, J.M. Moreno & W.C. Oechel (eds), *Global Change and Mediterranean-Type Ecosystems*, Springer-Verlag, New York, pp. 457-470.
- Sauer, J.R. & Droege S., 1990. Survey designs and statistical methods for estimation of avian populations trends. US Fish and Wildlife Service, Biological Report nº 90.
- Sauer, J. R., Schwartz, S. & Hoover, B. 1996. The Christmas Bird Count Home Page. Version 95.1. Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD
- Sauer, J.R., Hines, J.E., Thomas, I. Fallon, J. & Gouch, G. 2000. The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966-1999. Version 98.1. USGS, Patuxent Wildlife Research Center, Laurel MD

Seguimiento de poblaciones de aves

- Soulé, M. 1987. *Viable populations for conservation*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Soulé, M. E. 1991. Conservation: Tactics for a Constant Crisis. *Science*, 253: 744-750.
- Spellerberg, I.F. 1991. Biogeographical basis of conservation. En I.F. Spellerberg, F.B. Goldsmith & M.G. Morris (eds.): *The scientific management of temperate communities for conservation*. p.293-322, Blackwell. Oxford.;
- Taberlet, P.; Fumagalli, L.; Wust-Saucy, A.G. & Cossons, J.F. 1998. Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Mol. Ecol.* 7: 453-464.
- Tellería, J. L. & Santos, T. 1994. Factors involved in the distribution of forest birds in the Iberian Peninsula. *Bird Study* 41: 161-169.
- Tellería, J.L. & Carbonell, R. 1999. Morphometric variation of five Iberian Blackcap *Sylvia atricapilla* populations. *J. Avian Biol.*, 30, 63-71.
- Tellería, J.L., Pérez-Tris, J. & Carbonell, R. 2001. Seasonal changes in abundance and flight-related morphology reveal different migration patterns in Iberian forest passerines. *Ardeola*, 48: 27-45.
- Tucker, G.M. & Heath, M.F.1994. *Birds in Europe. Their Conservation Status*. BirdLife, Cambridge.
- Wiens, J.A. 1989. *The ecology of bird communities*. 2 vol. Academic Press, Nueva York.

