



El monitoreo de aves migratorias neotropicales en la temporada no reproductiva: éxitos, desafíos y nuevas iniciativas en el programa MoSi

[Monitoring migratory Neotropical birds in non-breeding season: successes, challenges, and new initiatives in the MoSi program]

Steven Albert¹, David DeSante¹, James Saracco¹ y Kristen Ruegg²

¹El Instituto de Poblaciones de Aves, P.O. Box 1346, Point Reyes Station, CA, 94956, EE. UU.

²Departamento de Biología, 251 W. Pitkin St, Fort Collins, CO 80521, Colorado State University, Fort Collins, CO, U.S.A.; Instituto para el Medio Ambiente y la Sostenibilidad, Universidad de California Los Ángeles, LaKretz Hall, 619 Charles E Young Dr. E # 300, Los Ángeles, CA 90024, EE. UU.

Recibido: 7 setiembre 2018

Aceptado: 24 setiembre 2018

Resumen

Desde su inicio en el 2002, el programa MoSI ha sido un valioso recurso para científicos en conservación de todo el hemisferio. El programa fue diseñado para estudiar tasas vitales, movimientos estacionales y la condición corporal de las aves migratorias neotropicales en sus zonas de invernada en el Neotrópico. Cientos de ornitólogos, ecólogos, y voluntarios han fortalecido el programa con sus contribuciones. En los últimos años el programa y sus servicios han crecido de manera significativa, a través de oportunidades de capacitación y provisiones de equipo. El programa se ha expandido a nuevos países que albergan poblaciones significativas de aves migratorias neotropicales: Venezuela, Jamaica, y Cuba. Sin embargo, aún persisten brechas significativas con densidades de estaciones irregulares en el Neotrópico. Por ejemplo, pocas estaciones operan actualmente en algunos países de Centroamérica y la mayoría de los países en el norte de Suramérica. Finalmente, un desafío constante que continúa, aunque se esté abordando actualmente, es la validación y síntesis adecuada de datos.

Palabras claves: ciclo anual completo, conectividad migratoria, demografía, sobrevivencia, tasas vitales



Abstract

Since its inception in 2002, the MoSI program has been a valuable resource for conservation scientists throughout the hemisphere. The program was designed to study vital rates, seasonal movements and body condition of Neotropical migratory birds in their wintering areas in the Neotropics. Hundreds of ornithologists, ecologists, and volunteers have strengthened the program with their contributions. In recent years the program and its services have grown significantly, through training opportunities and the provision of equipment. The program has also expanded to new countries that harbor significant populations of Neotropical migratory birds: Venezuela, Ecuador, Jamaica, and Cuba. However, significant gaps persist with densities of irregular seasons in the Neotropics. For example, few stations currently operate in some countries of Central America and most of the countries in northern South America. Finally, a continuing challenge, though one that is being addressed, is the validation and adequate synthesis of data, and its provision to cooperators and population ecologists.

Key words: complete annual cycle, demography, migratory connectivity, survival, vital rates

Introducción

En los últimos años, se han logrado avances notables en el estudio de las aves migratorias neotropicales. Éstas son aquellas especies que se reproducen en Norteamérica y pasan la mayor parte de la temporada no reproductiva en Centroamérica, el Caribe y Suramérica. Gracias a los transmisores satelitales, etiquetas GPS de archivo, geolocalizadores de nivel de luz, y otros avances tecnológicos, se han revelado diversos patrones de migración y movimientos estacionales dentro de la temporada no reproductiva de muchas especies (por ejemplo, Sherry 2018, Ruiz Gutiérrez *et al.* 2016). El uso de eBird se ha extendido rápidamente en América Latina, informando el rango y los movimientos de cientos de especies (La Sorte *et al.* 2016, 2017; Kelly *et al.* 2016). Nuevas herramientas de análisis, como la modelización integrada de poblaciones (Ahrestani *et al.* 2017, Rushing *et al.*

2016), han revelado los factores impulsores de las dinámicas poblacionales en especies migratorias y han resaltado las necesidades de conservación. Sin embargo, aún existe una gran incertidumbre sobre las causas de los cambios poblacionales para un sinnúmero de especies. A pesar de todos los esfuerzos considerables mencionados anteriormente, muchos ecólogos estarían de acuerdo con Bayly *et al.* 2018. quienes afirmaron que la comprensión de cuándo y cómo estas poblaciones se ven limitadas es deficiente.

Una de las claves para llenar este vacío de información es medir y monitorear las “tasas vitales” de productividad, sobrevivencia y reclutamiento poblacional en especies de aves migratorias. Estos parámetros informan tendencias e inferencias a largo plazo, sobre cuándo y dónde en el ciclo anual (p. ej., temporada de reproducción en Norteamérica vs. época no

reproductiva en los trópicos) las poblaciones se ven más limitadas. En 2002, el Instituto de Poblaciones de Aves (IBP) y socios en el norte del Neotrópico lanzaron el programa: Monitoreo de Supervivencia Invernal (MoSI; DeSante *et al.* 2005). Este programa consiste en estudiar los patrones de movimiento, condición física y la supervivencia durante y entre temporadas de invernación. En particular el programa se enfoca en aves del orden Passeriformes y sus especies cercanas o cuasi-Passeriformes. Este programa fue diseñado para complementar el programa exitoso de Monitoreo de Productividad y Supervivencia de Aves (MAPS) que monitorea las tasas vitales de aves terrestres de América del Norte en sus áreas de reproducción (DeSante *et al.* 2015a, DeSante *et al.* 2015b). Inicialmente

este programa consistió de un conglomerado de 29 estaciones y luego alcanzó más de 150 estaciones en 14 países a principios de la década de 2000. Desde entonces, algunas estaciones han abandonado el programa mientras otras han iniciado. En gran parte, el cierre de estaciones se debe a las fluctuaciones en el financiamiento local o nacional y la disponibilidad de personal local calificado. Actualmente hay aproximadamente 60 estaciones operando en 13 países (Figura 1), que incluyen al menos una estación en el sur de EE. UU.

Junto a programas como North American Breeding Bird Survey, Christmas Bird Count y eBird, los programas MAPS y MoSI constituyen uno de los pocos programas de monitoreo aviar extensivo desde el contexto de escalas geográfica y temporal. El nicho que MAPS y MoSI llenan llevando el control de las tasas vitales es único. Para los investigadores que buscan comprender los impactos de la pérdida de hábitat, el cambio climático, la propagación de enfermedades de las aves y otras áreas de investigación, estos datos se vuelven más valiosos con cada año. Además, la red de estaciones MoSI ha proporcionado una plataforma para nuevos tipos de investigación que no se previeron cuando comenzó el programa (por ejemplo, Ruegg *et al.* 2014).

El protocolo MoSI

El protocolo del programa MoSI tiene cierto grado de flexibilidad, basado en las condiciones locales y el número de aves capturadas. El protocolo indica el uso de una

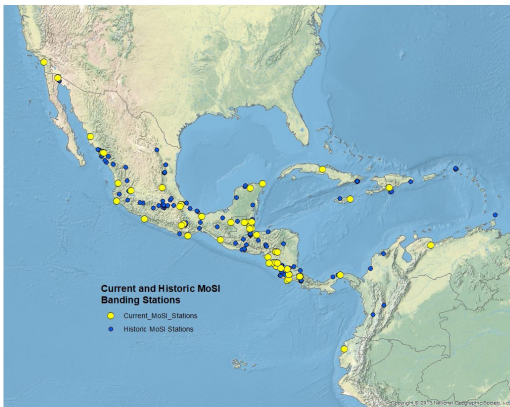


Figura 1. Estaciones históricas y actuales de MoSI en América Latina y el Caribe. (Algunas estaciones están compuestas de varias estaciones y puede que no se distingan en la escala actual).



serie (usualmente 10-16) de redes de neblina compuestas de nylon, con ojo de malla 30mm, de 12m de largo, 3m de alto, distribuidas en aproximadamente 12 hectáreas para capturar aves Passeriformes y cuasi-Passeriformes. Las aves se capturan pasivamente (p. ej. sin el uso de cintas reproductivas con llamados o cantos) y se extraen para registrar datos sobre cada individuo. Los datos se registran según su demografía y condición física, incluyendo especie, edad, sexo, estado reproductivo, longitud de ala, nivel de grasa, peso, desgaste de plumas y estado de la muda. Un “pulso” de operaciones consiste en tres días consecutivos de anillado, una vez al mes desde noviembre hasta marzo. Durante este período, la mayoría de las estaciones toman datos de aves migratorias residentes y neotropicales. Debido a que pocos países neotropicales tienen un programa oficial de suministro de anillos de aves para los investigadores (Costa Rica es una excepción notable), los anillos a menudo son suministrados por investigadores norteamericanos. En estos casos, solo las aves reproductoras de América del Norte (aquellas reproductoras probables o sospechosas) son anilladas, aunque se toman datos de todas las aves y muchos cooperantes de MoSI anillan aves residentes con anillos no pertenecientes al gobierno de los EE. UU. Estos anillos pueden ser suministrados por fabricantes privados. Todos los datos son propiedad de la estación local, aunque una copia se envía electrónicamente a IBP para verificación de calidad y archivo. Al igual que con el programa MAPS, todos

los datos recopilados por los cooperantes de MoSI están disponibles gratuitamente para cualquier colaborador de MoSI o investigador independiente que cumpla con las políticas de uso de datos del programa, incluida la coautoría para colaboradores que aporten cantidades significativas de datos.

Logros del programa

Desde que comenzó el programa, los investigadores y colaboradores de IBP han publicado más de 35 artículos científicos en revistas revisadas por pares que, en su mayoría o en parte, se basaron en datos de MoSI o en la red de estaciones de MoSI como plataforma de investigación. Los temas incluyen patrones de movimiento estacional no reproductivos (Ruiz Gutiérrez *et al.* 2016), conectividad migratoria usando isótopos y variación geográfica en longitud de alas (Rundel *et al.* 2013, Rushing *et al.* 2014) y varios documentos que avanzan en la comprensión de la edad y muda en aves neotropicales (Ruíz Sánchez *et al.* 2012, Wolfe y Pyle 2012). A continuación, detallamos dos estudios recientes, uno que utilizó datos recopilados durante el anillamiento de aves en estaciones MoSI en América Central y otro que utiliza la red de estaciones MoSI como plataforma de investigación para descubrir el ciclo anual completo (reproducción, migración / escala, e invierno) y conexiones entre poblaciones específicas de docenas de especies de passeriformes. También describimos tres nuevas iniciativas de programas que han

impulsado significativamente la participación en el programa MoSI.

Estrategias de invernada y patrones de movimiento estacional de aves migratorias-residentes y transitorias neotropicales

Comprender los patrones de movimiento de las aves en diferentes fases del ciclo anual es un aspecto crucial en el desarrollo de estrategias de conservación efectivas. Sin embargo, el seguimiento de los movimientos de cada individuo puede ser difícil, costoso y consumir mucho tiempo. Utilizando 12 años de datos recopilados en 128 estaciones de MoSI en 14 países en el norte del Neotrópico, Ruiz Gutiérrez *et al.* (2016) demostraron cómo se pueden estimar movimientos de invernada utilizando métodos de captura-marca-recaptura. Para ocho especies migratorias, los autores estimaron las probabilidades de ingreso y persistencia, la proporción de migratorias-residentes (aves que permanecen en un territorio o región de invernada) y los tiempos de residencia promedio. A partir de estos datos, identificaron patrones de movimiento de invernada y tiempos de residencia que contrastaban con categorizaciones previas de territorialidad durante el invierno. La mayoría de las especies mostraron evidencia de que las aves migratorias-residentes ingresan a los sitios en distintos intervalos de tiempo, con aves transitorias que tienden a ingresar a los sitios entre los tiempos pico de movimiento de residentes. Los resultados sugieren que las aves migratorias comúnmente se mueven entre los

hábitats durante el período de invernada; que las poblaciones de aves en sitios de invernada están compuestas de proporciones sustanciales de individuos transitorios; y que las aves migratorias-residentes tienden a persistir en sitios específicos durante periodos relativamente cortos de tiempo. Esta información podría tener implicaciones para identificar qué hábitats deberían conservarse para beneficiar a especies particulares durante las diferentes fases de su ciclo anual completo.

Vinculación de poblaciones a través del ciclo anual completo

Como se describió en el número anterior de *Zeledonia* (Albert *et al.* 2018), IBP se asoció con la Universidad de California, Los Ángeles y la Universidad Estatal de Colorado en el Proyecto Bird Genoscape (ver Ruegg *et al.* 2014). Un esfuerzo dirigido por Kristen Ruegg y Thomas Smith para mapear las conexiones de ciclo anual completo para 100 especies de aves migratorias. El proyecto colabora estrechamente con decenas de estaciones MAPS y colaboradores de MoSI, que colectan muestras de sangre y plumas de todo el rango de distribución (reproducción, migración e invernada) para el análisis genético. Al trabajar directamente con los colaboradores, el Proyecto Bird Genoscape puede ampliar el alcance geográfico del trabajo y comunicar resultados directamente a los profesionales de la conservación que más lo necesitan. Actualmente, el Proyecto Bird Genoscape está enfocado en 11 especies de aves que se capturan en el programa



MoSI (*Empidonax traillii*, *Turdus migratorius*, *Catharus guttatus*, *Setophaga ruticilla*, *Setophaga petechia*, *Cardellina canadensis*, *Geothlypis trichas*, *Geothlypis Formosa*, *Cardellina pusilla*, *Passerina ciris*, y *Piranga ludoviciana*) con planes para expandirse a especies con mayor necesidad de información.

Debido a que las poblaciones de una especie pueden habitar diferentes regiones y climas, a menudo están bajo presiones poblacionales muy divergentes y pueden requerir estrategias de conservación específicas. Por ejemplo, *Empidonax traillii* es una especie ampliamente distribuida durante la temporada de reproducción, presente en casi todos los estados de EE. UU. y en la parte sur de la mayoría de las provincias canadienses. De las cuatro subespecies reconocidas, tres (*E. traillii*, *E.t. adastus* y *E.t. brewsteri*) son relativamente comunes y generalizadas, pero la subespecie *E.t. extimus*, que se reproduce principalmente en áreas riparianas en los desiertos del suroeste de Estados Unidos y el noroeste de México, está clasificada como En Peligro en los EE. UU. El tamaño poblacional de esta especie ha disminuido (lista anterior a 1995), principalmente debido a construcción de represas, desvíos, bombeo de aguas subterráneas no reguladas, pastoreo, sequía y especies invasoras. Monitorear poblaciones y realizar evaluaciones y mejoras de hábitat para la subespecie *extimus* no es fácil pero es ahora más factible, ya que los límites de reproducción de las subespecies están relativamente bien definidos (los márgenes con otras subespecies aun se

discuten). Actualmente, Ruegg *et al.* están en el proceso de analizar los sitios de invernada de las diferentes subespecies y el análisis preliminar (Ruegg *et al.* no publicado) sugiere una segregación significativa de la subespecie en las zonas de invernada. Estos resultados ayudarán a enfocar los esfuerzos de conservación del ciclo anual completo para esta ave en peligro de extinción.

Tres nuevas iniciativas dentro del programa MoSI

En una encuesta informal de 2015 hecha a los participantes del programa MoSI, se destacaron tres áreas de necesidad: capacitación, equipamiento y un acceso más abierto y oportuno a los datos del programa. Los usuarios podrían acceder a información y tendencias de tasas vitales poco después de la conclusión de la temporada MoSI. De manera que las necesidades de los usuarios no serían atrasadas por el análisis y la síntesis de los datos. Recientemente, IBP ha avanzado significativamente en las dos primeras áreas de necesidad.

Con el apoyo financiero del March Conservation Fund, IBP estableció un programa de micro-subsvenciones, que otorga hasta \$ 350 por año en equipo de anillado de aves, a los operadores de la estación. En efecto, la inyección de fondos que permitió apoyar el establecimiento de estaciones a través de equipamiento fue una gran ayuda que recientemente vio limitantes financieras que redujeron la capacidad de apoyo. Por ello, estas nuevas oportunidades

de fondos son un incentivo importante para el establecimiento de nuevas estaciones. Junto con la donación de redes ligeramente usadas por parte de los operadores de las estaciones MAPS, esto suele ser suficiente para equipar una estación MoSI. Hasta la fecha, el programa ha suministrado equipo a más de 20 estaciones en ocho países.

Además, el March Conservation Fund ha otorgado fondos para establecer un programa de becas, durante el cual se apoya la capacitación y colaboración de un anillador profesional en etapa temprana en su carrera, afiliado actualmente a una estación MoSI activa. El becario viaja a EE. UU. y entrena aproximadamente tres semanas con el equipo MAPS de IBP en el Parque Nacional Yosemite. Dicho entrenamiento consiste en la determinación de estado de la muda y edad, y otros aspectos de anillamiento de aves y estudios demográficos. Durante este tiempo, también pueden apreciar las diferencias en etapas de muda, plumajes de adultos y juveniles que normalmente son observados durante la temporada no reproductiva. El proyecto cuenta con el apoyo del Servicio Nacional de Parques (Parque Nacional Yosemite) y se alienta al becario a preparar una presentación, junto con los biólogos del IBP y el Servicio Nacional de Parques (NPS) dirigida al personal de NPS y al público en general describiendo el trabajo en su país de origen. Además, IBP se ha asociado con Southern Sierra Research Station en el sur de California, EE. UU., para extender la duración de la beca, y proporcionar entrenamiento



Figura 2. Heydi Herrera Rosales recibió la primera Beca del Programa MoSI, copatrocinada por el IBP y el Southern Sierra Research Station.

adicional con diferentes especies. En el 2017, Heydi Herrera Rosales de Nicaragua fue la primera becaria (Figura 2); en el 2018, Stefanny Villagomez de México fue la segunda.

Finalmente, IBP ha aumentado las oportunidades de capacitación para los operadores de estaciones MoSI activas y estaciones potenciales. En 2016, realizamos una capacitación de cinco días en Nicaragua para los operadores de estaciones en ese país (este proyecto fue financiado y respaldado por la ONG Paso Pacífico). A la capacitación asistieron casi 30 anilladores de aves; en 2017, IBP asistió con un taller MoSI y de anillado de aves organizado por Said Felix de la ONG mexicana Eco Kaban en Guadalajara, México; en 2018, IBP asistió con un taller de anillamiento de aves y MoSI en la Reserva Ecológica Jama Coaque en el noroeste



de Ecuador, organizado por Third Millenium Alliance; y en 2018 IBP organizó un proyecto MoSI y Bird Genoscape en la Ciudad de México, junto con colaboradores de la Universidad de California Santa Cruz y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Agradecimientos

El programa MoSI solo es posible debido al arduo trabajo y las generosas contribuciones de cientos de ornitólogos, anilladores de aves y voluntarios en todo el Neotrópico. ¡A ellos les damos nuestro más sincero agradecimiento! Gracias también a Fabiola Rodríguez, quien ayudó con la revisión de este manuscrito en español, y a los editores de *Zeledonia* por solicitar este manuscrito y por la revisión del mismo.

Referencias

Ahrestani, F.S., J.F. Saracco, J.R. Sauer, K.L. Pardieck y J.A. Royle. 2017. An integrated population model for bird monitoring in North America. *Ecological Applications* 27:916-924.

Albert, S., K. Ruegg y R.B. Siegel. 2018. El uso de marcadores intrínsecos y extrínsecos para enlazar poblaciones de aves a través de las Americas [Use of intrinsic and extrinsic markers to link bird populations across the Americas]. *Zeledonia* 22:8-20.

Bayly, N., K. Rosenberg, W. Easton, C. Gómez, J. Carlisle, D. Ewert y L. Goodrich. 2018. Major stopover regions and migratory bottlenecks for Nearctic-Neotropical landbirds within

the Neotropics: A review. *Bird Conservation International* 28:1-26.

DeSante, D.F., K.M. Burton, J.F. Saracco y B.L. Walker. 2015a. Productivity indices and survival-rate estimates from MAPS, a continent-wide programme of constant-effort mist-netting in North America. *The Journal of Applied Statistics* 22:935-947.

DeSante, D.F., D.R. Kaschube y J.F. Saracco. 2015. Vital rates of North American landbirds. www.VitalRatesOfNorthAmericanLandbirds.org. The Institute for Bird Populations.

Jenouvrier, S. 2013. Impacts of climate change on avian populations. *Global Change Biology* 19:7.

Kelly, J.F., K.G. Horton, P.M. Stepanian, K.M. de Beurs, T. Fagin, E.S. Bridge y P.B. Chilson. 2016. Novel measures of continental-scale avian migration phenology related to proximate environmental cues. *Ecosphere* 7:e01434.

La Sorte, F.A., D. Fink, W.M. Hochachka y S. Kelling. 2016. Convergence of broad-scale migration strategies in terrestrial birds. *Proceedings of the Royal Society B* 283:20152588.

La Sorte, F.A., W.M. Hochachka, A. Farnsworth, A.A. Dhondt y D. Sheldon. 2017. The implications of mid- latitude climate extremes for North American migratory bird populations. *Ecosphere* 7:e01261.

Ruegg, K., E. Anderson, K. Paxton, V. Apkenas,

- S. Lao, R.B. Siegel, D.F. DeSante, F. Moore y T. Smith. 2014. Mapping migration in a songbird using high-resolution genetic markers. *Molecular Ecology* 23:5726–5739.
- Ruiz-Gutierrez, V., W.L. Kendall, J.F. Saracco y G.C. White. 2016. Overwintering strategies of migratory birds: a novel approach for estimating seasonal movement patterns of residents and transients. *The Journal of Applied Ecology* 53:1035–1045.
- Ruiz-Sánchez, A., R. Rueda-Hernández, S. Guallar y P. Pyle. 2012. Age determination of the Spot-breasted Wren and the White-breasted Wood-Wren using molt limits. *North American Bird Bander* 37:93-100.
- Rundel, C.W., M.B. Wunder, A.H. Alvarado, K.C. Ruegg, R. Harrington, A. Schuh, J.F. Kelly, R.B. Siegel, D.F. DeSante, T.B. Smith y J. 2013. Novel statistical methods for integrating genetic and stable isotope data to infer individual-level migratory connectivity. *Molecular Ecology* 22:4163-4176.
- Rushing, C.S., T.B. Ryder, J. Saracco y P.P. Marra. 2014. Assessing migratory connectivity for a long-distance migratory bird using multiple intrinsic data sources. *Ecological Applications* 24:445-456.
- Rushing, C.S., T.B. Ryder, A.L. Scarpignato, J.F. Saracco y P.P. Marra. 2016. Using demographic attributes from long-term monitoring data to delineate population structure. *The Journal of Applied Ecology* 53:491–500.
- Sauer, J.R., J.E. Hines, G. Gough, I. Thomas y B.G. Peterjohn. 1997. The North American Breeding Bird Survey, results and analysis 1966-1996. Version 96.3. Patuxent Wildlife Research Center.
- Sherry, T.W. 2018. Identifying migratory birds' population bottlenecks in time and space. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 201802174.
- Wolfe, J.D. y P. Pyle. 2012. Progress in our understanding of molt patterns in Central American and Caribbean landbirds. EIn: *Proceedings of the IX Neotropical Ornithological Congress-Peru*. Ornitología Neotropical 23:153-158.