

Informe final del Proyecto EC019
Digitalización de la Biblioteca de Sonidos Naturales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM

Responsable: Biól. Alejandro Gordillo Martínez
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Dirección: Apartado Postal 70-399, Coyoacán, México, DF, 04510 , México
Correo electrónico: agm@minervaux2.fciencias.unam.mx
Teléfono/Fax: 5622-4825, Fax 5622-4828
Fecha de inicio: Septiembre 15, 2007
Fecha de término: Octubre 28, 2009
Principales resultados: Base de datos, Informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados: Gordillo-Martínez, A., Sosa-López, J. R. y A. G. Navarro-Sigüenza. 2010. Digitalización de la Biblioteca de Sonidos Naturales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias **Informe Final SNIB-CONABIO proyecto No. EC019.**México, D.F.

Resumen:

Es evidente que en México existen pocos trabajos relacionados a la generación de centros de almacenamiento de archivos de sonidos, no solo de aves, sino de otros grupos que emplean señales acústicas para comunicarse y de sonidos ambientales de diferentes ecosistemas. Sin embargo existe un creciente número de investigadores y aficionados que se dedican a la grabación de sonidos. La falta de opciones para depositar y conservar estas grabaciones evita poder utilizarlas y conocer esta información. Es por esto que nuestra meta es elaborar una base de datos del contenido de la Biblioteca de Sonidos Naturales del Museo de Zoología con los registros (información curatorial, como número de catálogo, localidad, duración de la grabación, nombre del grabador, fecha, calidad) de las grabaciones de los cantos de las aves de México y crear con esta información una página WEB con el fin de ponerla a disposición de los interesados mediante una serie de pasos (instrucciones que estarán en la misma página WEB) para la obtención de las grabaciones. La Biblioteca contiene alrededor de 1300 cortes (grabaciones continuas de longitud de tiempo variable, cada corte es un espécimen acústico), conteniendo grabaciones de vocalizaciones de cerca de 117 especies de aves de México. Algunos de los avances logrados a la fecha, con las grabaciones de nuestra biblioteca han sido la realización de trabajos que analizan la variación geográfica en los cantos de aves. Esto demuestra que la generación de este tipo de proyectos beneficia, incrementa y facilita la ayuda a investigadores, estudiantes, a la educación y la conservación. Finalmente, estamos conscientes que la computarización de la base de datos de nuestra Biblioteca permitirá aumentar y enriquecer la colección con trabajo de campo que se lleva a cabo en la misma institución y mediante el depósito de grabaciones de investigadores y personas que se dediquen a grabar principalmente los sonidos de aves.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

EC019 “Digitalización de la Biblioteca de Sonidos Naturales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM”.

RESUMEN

En México uno de los países megadiversos, el conocimiento de la biodiversidad ha avanzado a un nivel importante en aspectos ecológico-geográfico-taxonómicos y sus implicaciones en sentar prioridades de conservación. Sin embargo, el conocimiento completo de varios aspectos de esta diversidad biológica se encuentra aún en desarrollo. Esto se ve reflejado por ejemplo, en la poca generación de centros de almacenamiento de archivos de sonidos naturales, no solo de aves, sino de otros grupos que emplean señales acústicas para comunicarse y de sonidos ambientales de diferentes ecosistemas. A pesar de lo anterior, se ha observado el surgimiento de un número creciente de investigadores y aficionados que se dedican a la grabación de sonidos, pero la falta de opciones para depositar y conservar estas grabaciones evita poder utilizarlas y conocer esta información. En este sentido y con el fin de apoyar de forma seria esta disciplina, nos pusimos como meta elaborar una base de datos del contenido de la Biblioteca de Sonidos Naturales del Museo de Zoología con los registros (información curatorial, como número de catálogo, localidad, duración de la grabación, nombre del grabador, fecha, calidad) de las grabaciones de los cantos de las aves de México, y no solo generar la base de datos sino que también parte de este acervo esté disponible y pueda ser consultado a través de una página WEB. Nuestra Biblioteca contiene 1547 cortes, conteniendo grabaciones de vocalizaciones de 190 especies de aves de México. Algunos de los avances logrados a la fecha, con las grabaciones de nuestra biblioteca han sido la realización de trabajos que analizan la variación geográfica en los cantos de aves. Esto demuestra que la generación de este tipo de proyectos beneficia, incrementa y facilita la ayuda a investigadores, estudiantes, a la educación y la conservación. Finalmente, estamos conscientes que la computarización de la base de datos de nuestra Biblioteca aumentará y se enriquecerá con trabajo de campo que se lleva a cabo en la misma Institución y mediante el depósito de grabaciones de investigadores y personas que se dediquen a grabar principalmente los sonidos de aves.

INTRODUCCION

La comunicación es un conducto, quizás el más importante, mediante el cual las sociedades animales se mantienen unidas. En todos los animales con reproducción sexual, la reproducción no sería posible sin la presencia de comunicación (Bradbury y Vehrencamp, 1998). La comunicación animal puede ser usada por los investigadores para obtener soluciones parciales a varios problemas prácticos (Tubaro, 1999). Las señales son utilizadas para realizar censos y manejo de especies amenazadas, para determinar biodiversidad, control de plagas e incluso para inducir la reproducción de especies en peligro presentes en zoológicos y parques nacionales (Bradbury y Vehrencamp 1998). De todas las señales existentes en el reino animal, la más estudiada por los investigadores es la comunicación vocal (Baptista y Gaunt, 1997). Sin embargo, paralelo a los caracteres morfológicos, conductuales y genéticos, las vocalizaciones también pueden ser usadas como herramienta para dilucidar patrones evolutivos (McCracken y Sheldon, 1997; Price y Lanyon, 2002). Las señales son un componente de adaptación animal a su medio ambiente, que se encuentra regido por el proceso de selección natural (Halliday y Slater, 1983; Bradbury y Vehrencamp, 1998).

A pesar de que en el mundo existen varios bancos de sonidos naturales, algunos ya con una larga tradición como por ejemplo la Macaulay Library of Natural Sounds de la Universidad de Cornell (<http://www.birds.cornell.edu/macaulaylibrary/>), y el Borror Laboratory of Bioacoustics de la Universidad Estatal de Ohio (<http://blb.biosci.ohio-state.edu/links.html>), en México existen muy pocas bibliotecas de sonidos naturales disponibles para su uso en varios aspectos de investigación, docencia y difusión de la ciencia. Una de ellas es la Biblioteca de Sonidos de Aves de México en el Instituto de Ecología de Xalapa A.C. (<http://www.ecologia.edu.mx/sonidos/>), cuya información no está disponible aún a través de Internet. La falta de bibliotecas que archiven sonidos, no solo de aves, sino de otros grupos que emplean señales acústicas para comunicarse: insectos, mamíferos y anfibios o sonidos ambientales de diferentes ecosistemas, merece especial atención.

La Biblioteca de Sonidos Naturales del Museo de Zoología contiene al momento aproximadamente 1547 cortes, que equivalen a alrededor de 3000 minutos, conteniendo grabaciones de vocalizaciones de 190 especies de aves de México. Las grabaciones son el resultado del esfuerzo continuo en las salidas a campo de los integrantes del Museo desde el año 2000 hasta la fecha, y contienen cantos grabados en localidades de gran interés biológico por su diversidad y endemismo, como lo son la costa de Guerrero, Oaxaca y Chiapas; la Sierra Madre y la Sierra Norte de Chiapas; la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental.

El objetivo a largo plazo de la Biblioteca de Sonidos del Museo de Zoología, una vez computarizada toda la biblioteca de sonidos y cumplidos los objetivos del proyecto, es aumentar y enriquecer la colección con trabajo de campo que se lleva a cabo en la misma institución y mediante el depósito de grabaciones de investigadores y personas que se dediquen a grabar sonidos de aves, mamíferos, insectos y anfibios. Para lograr dicho objetivo se continuará utilizando la base de datos que resulte del proyecto.

ANTECEDENTES

En los últimos años, se ha puesto especial atención en desarrollar y dirigir esfuerzos conjuntos para estimar la biodiversidad del planeta e identificar las áreas donde ésta es más elevada con el fin de establecer prioridades de conservación. Para ello es necesario diagnosticar a las especies y establecer sus relaciones de parentesco (Moritz, 1994). Uno de los objetivos de la Agenda Sistemática para el año 2000 fue agregar los especímenes bioacústicos al inventario de la biodiversidad en este planeta (Systematics Agenda 2000, 1994). La pérdida de los hábitat naturales es un hecho y puede ser la última oportunidad para grabar en una localidad particular o para documentar una especie en un área específica (por ejemplo *Cyanopsitta spixii* a principios de la década de 1990; Kroodsma *et al.*, 1996).

Kroodsma *et al.* (1996) argumentan que los usos de este tipo de grabaciones han permitido documentar los sitios naturales que aún quedan en nuestro planeta. Muchas de las grabaciones regionales representan dialectos locales para cada especie lo que ha permitido que los conteos poblacionales de ciertas especies en estas regiones se incrementen de manera sustancial. Es por esto que las grabaciones de campo representan elementos invaluable para dirigir las preguntas de cómo varían las señales en el espacio y en el tiempo, entendiendo así patrones evolutivos e identificando áreas de mayor biodiversidad (Moritz, 1994). Los archivos de estas grabaciones depositados en bibliotecas de sonidos pueden representar minas de oro para el desarrollo de investigaciones sobre análisis de vocalizaciones. Los análisis de taxa alopátricos relacionados o para inferir relaciones dentro y entre géneros, además las grabaciones son cruciales en el descubrimiento de nuevas especies (Alström y Ranft, 2003), por ejemplo las dos nuevas especies de búho pigmeo andino *Glaucidium parkeri* y *Glaucidium nubicola* que primero fueron grabadas (Robbins y Howell, 1995; Robbins y Stiles, 1999).

Por otra parte, ha sido muy útil emplear las vocalizaciones para evaluar niveles taxonómicos. Existen muchos ejemplos donde del nivel de subespecies han pasado a especies, principalmente por las diferencias en sus señales acústicas (Alström y Ranft, 2003). Solo por mencionar algunos, las especies *Aechmophorus occidentalis* y *A. clarkii* previamente habían sido consideradas el mismo taxón por el color de su plumaje; sin embargo, se demostró que los llamados de advertencia difieren significativamente entre las dos en un área de simpatría (Nuechterlein, 1981). Otros ejemplos de este tipo de situaciones se pueden revisar en Alström y Ranft (2003), pero cabe destacar el descubrimiento de una nueva especie de córvido, *Corvus sinaloae* en el oeste de México (Davis, 1958) por las diferencias en las vocalizaciones (Alström y Ranft, 2003). Existe una gran cantidad de reportes donde las vocalizaciones permiten comprender de mejor forma las relaciones taxonómicas entre las especies de aves (por ejemplo, Lanyon, 1978; Marshall, 1978; Mees, 1985; Blockstein y Hardy, 1989; Bretagnolle, 1990; Brooke y Rowe, 1996). Actualmente, el uso de las vocalizaciones se ha ampliado y es importante señalar que aparte de responder preguntas del estatus de especie, ofrece información sobre comportamiento, ecología y características bioacústicas de los taxa, que son esenciales para las

iniciativas de conservación y como herramientas de entrenamiento y retroalimentación para estudios científicos y censos poblacionales, entre otras aplicaciones (Budney y Grotke, 1997).

Es importante señalar que los estudios modernos sobre la vocalización de las aves serían imposibles sin el respaldo de las bibliotecas (colecciones biológicas) que alojan las grabaciones de los sonidos de las aves. Desde la primera grabación realizada en 1889 en Alemania y del primer registro del sonido de un ave en su hábitat, los avances tecnológicos han permitido que el realizar las grabaciones en campo sea mucho más fácil, y que la información esté accesible para un número mayor de investigadores dedicados al estudio de las vocalizaciones y sus implicaciones. Esto es especialmente importante en un país megadiverso como México, primordialmente en lo referente a la diversidad de aves (Escalante *et al.* 1993; Navarro y Benítez, 1993).

MÉTODOS

-Grabación de Sonidos

Para la obtención de grabaciones, utilizamos equipo que hemos adquirido a través de donaciones y con apoyo financiero de otros proyectos. Este consta de una parábola Telinga Twin-Science, compuesto por dos micrófonos omnidireccionales, especial para la realización de espectrogramas y para uso científico. Además tenemos una grabadora Hi-MD Minidisc marca Sony y una grabadora análoga Marantz PMD 420 con un micrófono Audiotechnica Shotgun que nos son prestados de vez en cuando. Para realizar todos los análisis respectivos sobre las grabaciones, compramos la licencia completa del programa RAVEN v.1.2.1. (Cornell University) para el análisis de los espectrogramas.

Con respecto a cada grabación, se completó la digitalización del resto de las grabaciones que se encuentran en cassette, como resultado se obtuvieron archivos en formato WAV. Este tipo de archivo es un formato de audio digital, sin compresión de datos, que se utiliza para almacenar sonidos en el sistema Windows y MacOS.

En campo la precisión y calidad de cada grabación pueden verse afectadas por el método de grabación, el equipo y las condiciones de dicho equipo, por lo que es importante conocer las características del equipo y revisar constantemente el correcto funcionamiento del mismo. Antes de salir al campo se supervisa que todos los componentes del equipo de grabación se encuentren en buen estado (grabadora, micrófono, cintas, discos ópticos o tarjetas de memoria, audífonos, baterías, bocina (para uso del playback)) (<http://www.birds.cornell.edu/MacaulayLibrary/record/field-techniques/spanish>).

Los objetivos de campo pueden ser muy variados pero lo que hacemos en campo es: obtener grabaciones de vocalizaciones de una especie en particular o grabar el mayor número de especies en una localidad dada. Independientemente del objetivo, es importante, aunque no indispensable, que las grabaciones realizadas tengan ciertos requerimientos como una buena técnica de grabación y una adecuada documentación (Kroodsma *et al.*, 1996).

Una vez en campo es importante comenzar a grabar lo más temprano posible. Las horas más importantes para grabar van de las 5 am a las 12 am y de las 4 pm a las 7 pm. Al final del día la información obtenida en esa jornada se recopila en un catálogo. Este catálogo posteriormente será corregido/actualizado y cotejado con las grabaciones obtenidas en campo.

-Base de datos

Se diseñó la estructura de la base de datos en el programa ACCESS (2003) con base en el instructivo para la conformación de bases de datos taxonómicas biogeográficas compatibles con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de CONABIO 2006, y con la guía propuesta por Kroodsma *et al.* (1996) para la documentación de grabaciones de sonidos naturales. Además, de 14 entidades complementarias (CLIMA, ESTIMULO, PLAYBACK, CANTOESPECIAL, FUENTE, CONDUCTA, CATEGORIA, MICROFONO, FORMATO, CONFIGURACION, GRABADORA, MARCACINTA, PARABOLA, FILTRO) (Fig. 1).

-Página WEB

Se creó la pagina WEB cuya dirección se encontrará en el servidor de la Facultad de Ciencias, (UNAM), y contiene de manera muy general datos informativos sobre las grabaciones contenidas en la base de datos, como el nombre científico y nombre común de las especies registradas. Además existen hipervínculos que permiten observar en un mapa los sitios donde se han realizado las grabaciones, el personal que colabora en la Biblioteca y los cantos de algunas especies. Sin embargo, para que los interesados puedan tener acceso a las grabaciones de nuestra base, se pusieron los contactos a través del correo electrónico, y nosotros enviaremos el formato-solicitud que deberá ser llenado para su requisición formal.

cantos de fondo, etc.), datos sobre la conducta del individuo grabado (contexto del comportamiento, tipo de respuesta a “playback”, despliegue visual, etc.) y observaciones.

Los registros acústicos de aves (1547) han sido determinados a nivel de especie (un 90% del total) y se encuentran distribuidos en 37 Familias, 122 géneros y 190 especies. En el gráfico de la Fig. 2 se representan los porcentajes de los principales grupos taxonómicos en las aves de México así como el porcentaje obtenido con el proyecto de la biblioteca de cantos. En ella se observan los avances logrados en el almacenamiento de los cantos de las aves de México.

La base de datos de cantos de aves tiene información de 9 estados de la República Mexicana, Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Fig. 3). Es notable que el estado de Chiapas presente el mayor número de grabaciones realizadas (alrededor de 600), seguido de Guerrero y Veracruz. Los estados con el menor número de grabaciones son Jalisco, Hidalgo, Baja California y Puebla con menos de 100 grabaciones.

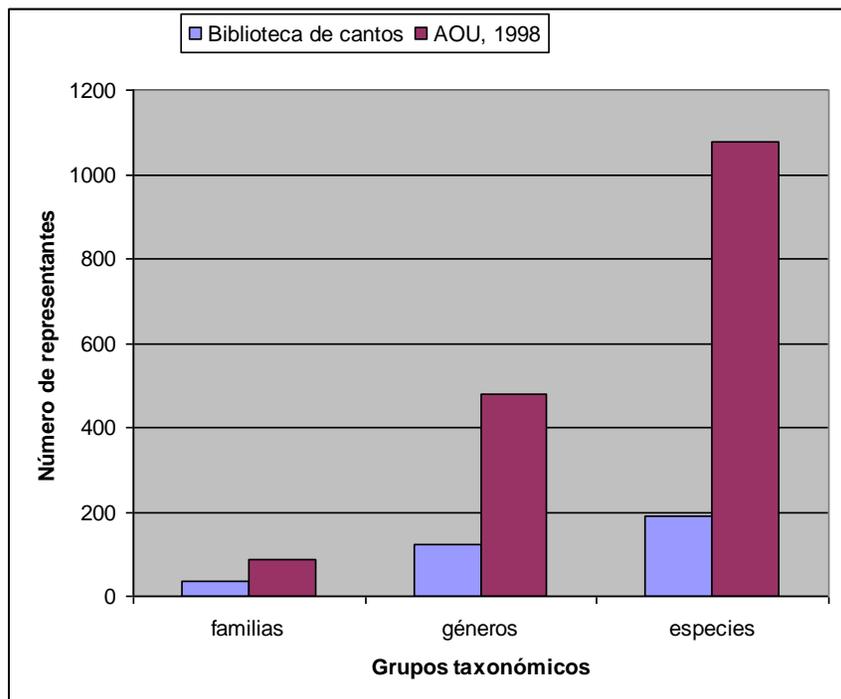


Fig. 2. Número de especies de aves presentes en México (AOU, 1998) y grabaciones obtenidas en el desarrollo del proyecto de la biblioteca de sonidos naturales.

En la Fig. 4, se observa el número de especies reportadas por estados: El estado con mayor número de especies grabadas es Chiapas (86) seguido de Veracruz (42) y Guerrero (38). Los estados con menos especies representadas son Puebla (2) Hidalgo (17) y Baja California (16).

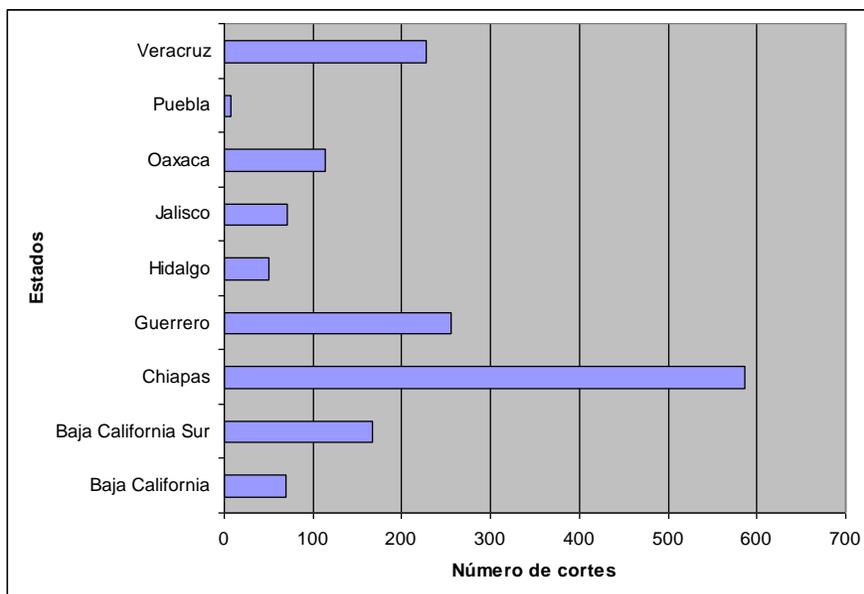


Fig. 3. Representación de las grabaciones realizadas (cortes) en los estados de la República Mexicana donde se hizo trabajo de campo.

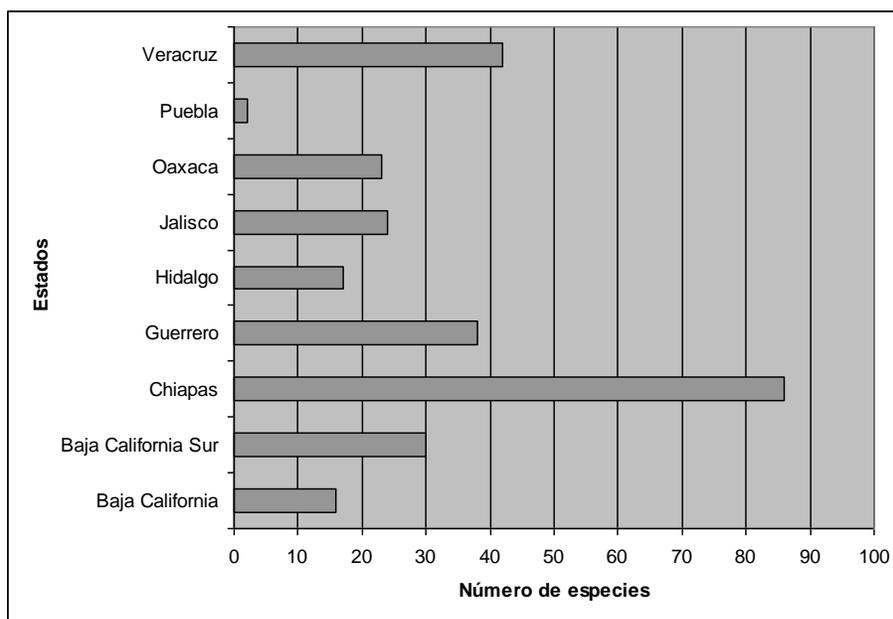


Fig. 4. Especies grabadas en las distintas entidades federativas y registradas en nuestra “Biblioteca de Sonidos Naturales”.

El porcentaje de grabaciones en los distintos tipos de vegetación con los que cuenta nuestra Biblioteca de Sonidos Naturales, se representa en la Fig. 5. El bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical subcaducifolio presentan el mayor porcentaje de grabaciones, en estas zonas hemos realizado mayor trabajo de campo, en cambio los que tienen el menor número de grabaciones son el bosque tropical perennifolio, el bosque de coníferas y el bosque tropical caducifolio, indicando la necesidad de

realizar más expediciones. La vegetación de matorral xerófilo se encuentra apoyada con un poco más de trabajo de campo, sin embargo, la necesidad de continuar realizando grabaciones en este tipo de hábitat es importante.

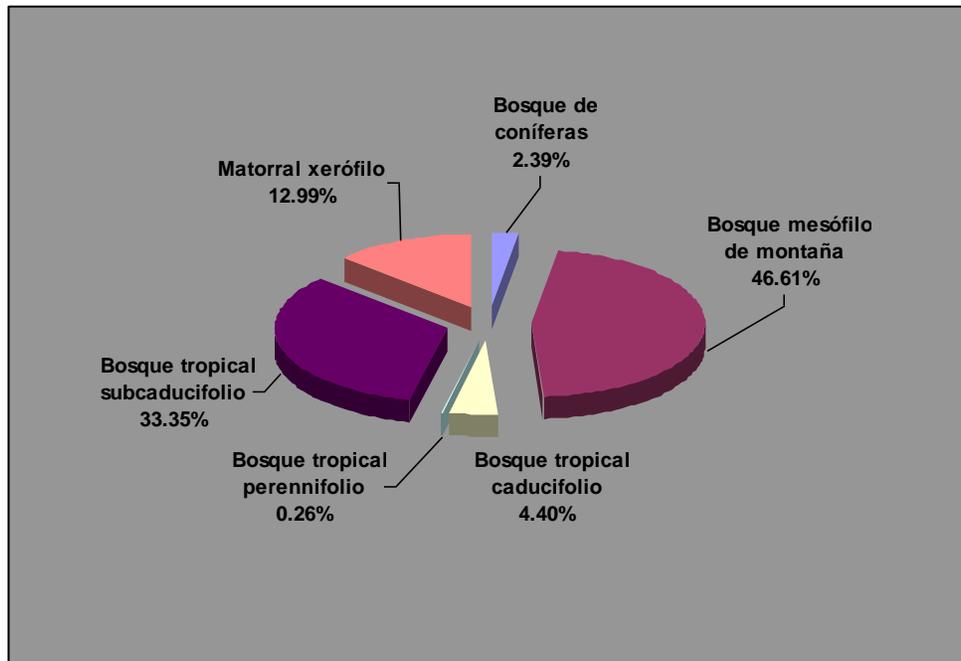


Fig. 5. Representación de ejemplares grabados en los distintitos tipos de vegetación (Rzedowski, 1978).

DISCUSIÓN

El esfuerzo que hemos desarrollado a lo largo de los últimos 8 años para obtener grabaciones de los cantos de aves, particularmente en el grupo de trabajo de los ornitólogos del Museo de Zoología, demuestra un gran interés por parte de su personal y por la gran participación de un sin número de estudiantes de licenciatura y posgrado asociados a distintos proyectos en diversos hábitat en nuestro país. Nuestra base de cantos representa el resultado de un esfuerzo conjunto, respaldado por 1547 cortes de grabaciones de cantos de aves, que significa un logro importante no solo para el Museo, sino también para los investigadores que utilizan este tipo de información con fines taxonómicos o de conservación. Esto está en relación con el incremento de los acervos de las colecciones biológicas, que contienen diversos ejemplares (pieles, esqueletos, nidos, tejidos, ecto y endoparásitos, etc.) (Rojas-Soto *et al.*, 2002) y recientemente cantos de las aves en bibliotecas donde se pueda tener acceso a las grabaciones y utilizarlas para ampliar el conocimiento del grupo de las aves. A través del análisis de los cantos en las aves se pueden aclarar muchos de los problemas con respecto a la situación taxonómica en un gran número de especies en México (Navarro y Peterson, 2004).

Además, los estudios realizados a la fecha con los cantos de las aves mexicanas han contribuido en diferentes áreas de su conocimiento biológico (Rodríguez,-Yañez *et al.*, 1994), mostrando un desarrollo gradual desde descripciones generales (Jones, 1900), aspectos conductuales (Saunders, 1951; Webber, 1985; Mennill, 2001; Fandiño-Mariño y Vielliard, 2004), de dimorfismo sexual (Pérez-Villafaña *et al.*, 1999), de evolución (Mirsky, 1976), descriptivos (Warner, 1959; Brigham, 1963) y hasta recientemente donde los enfoques versan sobre los análisis de la variación poblacional (Marler e Isaac, 1960; Ríos-Chelen *et al.*, 2005) y variación geográfica (Groschupf y Mills, 1978; Baptista y King, 1980; Leger y Mountjoy, 2003; González y Ornelas, 2005). Sin embargo, los registros de los cantos utilizados en la publicación de estos proyectos, difícilmente se encuentran disponibles para otros investigadores que quisieran reutilizar las grabaciones para nuevos estudios sin tener que recurrir a los autores originales.

La creación de nuestra base de cantos representa un logro importante donde muchos ornitólogos serán beneficiados al poder hacer uso de las grabaciones y con ello elevar el número de contribuciones científicas empleando los cantos. Es importante destacar que los cantos contenidos en la Biblioteca de Sonidos Naturales, ya han permitido la generación de investigaciones importantes. Por ejemplo, los análisis de la variación geográfica vocal en las poblaciones de *Chlorospingus ophthalmicus* (Sosa *et al.*, en prensa), o el estudio de la variación geográfica en las vocalizaciones del complejo *Campylorhynchus rufinucha* en México (Sosa, 2007). Actualmente se desarrollan investigaciones con el canto del Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*).

Nuestro acervo, similar a los proyectos que realizan los investigadores del Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Departamento de Ecología y Comportamiento Animal, se incrementará en un futuro cuando se acepten sonidos bioacústicos que otros investigadores quieran donar para integrarlos en la biblioteca (González-García, 2004). La Biblioteca de Sonidos Naturales del Museo de Zoología permitirá la apertura en un área poco estudiada en México en donde los ejemplares acústicos, además de servir como material base para el desarrollo de productos relacionados con la educación ambiental (e.g., CDs de cantos de aves de una región), representan un factor más para la toma de decisiones en aspectos como la conservación y estudio de la biodiversidad del país, o en cuestiones más enfocadas al estudio científico de la diversificación y la evolución de las avifaunas.

Por otro lado, esperamos que nuestro esfuerzo motive a otros investigadores para crear bibliotecas de sonidos de aves en México, donde las grabaciones, que representan especímenes acústicos, se almacenen en archivos para su depósito en estas bibliotecas de sonidos, donde no solo garantice su preservación para que investigadores y conservacionistas las utilicen sino que se garantice su protección contra daños o destrucción.

LITERATURA CITADA

Alström, P. y Ranft, R. 2003. The use of sounds in avian systematics and the importance of birds sound archives. En: Collar, N. J., Fisher, C. T. & Feare, C. J. (eds). Why museums matter: avian archives in an age of extinction. *Bull. Brit. Orn. Cl. Supplement*, 123A: 114-135.

Baptista, L. F. y Gaunt, S. L. 1997. Bioacoustics as a tool in conservation studies. Pp. 212-242 in: Clemmons, J. R., & Buchholz, R. eds. (1997). Behavioral Approach to Conservation in the Wild. Cambridge University Press, Cambridge

Baptista, L. F. y King, J. R. 1980. Geographical variation in song and song dialects of montane White-crowned Sparrows. *Condor* 82(3): 267-284.

Blockstein, D. E. y Hardy, J. W. 1989. The Grenada Dove (*Leptotila wellsi*) is a distinct species. *Auk* 106:339-340.

Bradbury, J. W. y Vehrencamp, S. L. 1998. Principles of Animal Communication. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts.

Bretagnolle, V. 1990. Calls of Wilson's Storm Petrel: functions, individual and sexual recognitions, and geographic variation. *Behavior*. 111:98-112.

Brigham, E. M. III. 1963. The song of a Meadowlark in Oaxaca, Mexico. *Jack-Pine Warbler* 41: 90.

Brooke, M. de L. y Rowe, G. 1996. Behavioural and molecular evidence for specific status of Light and dark morphs of the Herald Petrel *Pterodrom heraldica*. *Ibis* 138:420-432.

Budney, G. F. y Grotke, R. W. 1997. Technique for audio recording vocalizations of tropical birds. *Ornithological Monographs*. 48:147-163.

Davis, L. I. 1958. Acoustic evidence of relationships in North American Crows. *Willson Bulletin*. 70:151-167.

Escalante, P., Navarro, A. G. y Peterson, A. T. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. Pp. 281-307, En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa (eds). Biological diversity of Mexico: origins and distributions. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.

Fandiño-Mariño, H. y Vielliard, J. M. E. 2004. Complex communication signals: the case of the Blue-black Grassquit *Volationia jacarina* (Aves, emberizidae) song. Part I: A structural analysis. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 76(2): 325-334.

González-García, F. 2004. The Mexican Bird Sound Library. *An.Acad. Bras. Cienc.* 76: 462-463.

González, C. y Ornelas, F. C. 2005. Song structure and microgeographic song variation in Wedge-tailed Sabrewings (*Campylopterus curvipennis*) in Veracruz, Mexico.

Grouschupf, K. y Mills, G. S. 1978. Intersong interval and song pattern variability of the Five-striped Sparrow. *Auk* 95(4): 758-760.

Halliday, T. R. y Slater, P. J. B. Introduction. In: T. R. Halliday and P. J. B. Slater, Editors, *Animal Behaviour Communication*. Vol. 2, Blackwell Scientific, Oxford (1983), pp. 1–8.

Jones, L. 1900. Warbler songs. *Wilson Bulletin*. 7: 1-56.

Kroodsma, D. E., Budney, G. F., Grotke, R. W., Vielliard, J. M. E., Gaunt, S. L. L., Ranft, R. y Veprintseva, O. D. 1996. Natural sounds archives: Guidance for recordist and a request for cooperation. In *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*. Donald E. Kroodsma and Edward H. Miller Editors. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. pp. 474-486.

Lanyon, W. E. 1978. Revision of the Myiarchus Flycatchers of South America. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 161:427-628.

Leger, D. W. y Mountjoy, D. J. 2003. Geographic variation in song of the bright-rumped Attila (Tyrannidae: *Attila spadiceus*): implications for species status. *Auk* 120:69-74.

Marler, P. e Isaac, D. 1960. Song variation in a population of Brown Towhees. *Condor* 62(4): 272-283.

Marshall, J. T. 1978. Systematics of smaller Asian night birds based on voice. *Orn. Monogr.* 25:1-58.

McCracken, K. G. y Sheldon, F. H. 1997. Avian vocalizations and phylogenetic. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 94(8): 3833–3836.

Mees, G. F. 1985. *Caprimulgus macrurus* Horsfield and related forms, a re-evaluation (Aves: Caprimulgidae). *Proc. K. Ned. Akad. Wet. (Biol. Met. Sci.)* 88:419-428.

- Mennill, D. J. 2001. Song characteristics and singing behavior of the mangrove warbler (*Dendroica petechia bryanti*). *Auk* 120:69-74.
- Mirsky, E. N. 1976. Song divergence in Hummingbird and Junco populations on Guadalupe Island. *Condor* 78(2): 230-235.
- Moritz, C. 1994. Defining 'Evolutionarily Significant Units' for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*. 9: 373-375.
- Navarro, S. A. G. y Benítez, H. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Revista de Ciencias No. Especial* 7:45-54. México, D. F.
- Navarro, A. G. y Peterson, A. T. 2004. An alternative species taxonomy of the birds of Mexico. *Biota Neotropica* 4(2). <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?taxonomicreviewBN03504022004>).
- Nuechterlein, G. L. 1981. Courtship behaviour and reproductive isolation between Western Grebe colour morphs. *Auk* 98:335-349.
- Pérez-Villafaña, M. H., Gómez de Silva, G. y De Sucre-Medrano, A. 1999. Sexual Dimorphism in the Song of Sumicharast's Wren. *Wilson Bulletin* 111(1): 128-130.
- Price, J. J. y Lanyon, S. M. 2002. Reconstructing the evolution of complex bird song in the oropendolas. *Evolution* 56:1514-1529.
- Ríos-Chelen, A., Macías-García, A. C. y Riebel, K. 2005. Variation in the song of a sub-oscine, the vermilion flycatcher. *Behaviour* 142: 1121-1138.
- Robbins, M. B. y Howell, S. N. G. 1995. A new specie of pigmy-owl (Strigidae: *Glaucidium*) from the eastern Andes. *Wilson Bulletin*. 107:1-6.
- Robbins, M. B. y F. G. Stiles. 1999. A new specie of pigmy-owl (Strigidae: *Glaucidium*) from the Pacific slope of the northern Andes. *Auk* 116:305-315.
- Rodríguez-Yañez, C., Villalón, R. y Navarro, S. A. G. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992). *Publ. Esp. Mus. Zool.* 4: 1-146.

Rojas-Soto, O. R., López de Aquino, S., Sánchez-González, L. A. y Hernández-Baños, B. E. 2002. La colecta científica en el Neotrópico: el caso de las aves de México. *Ornitología Neotropical* 13: 209-214.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

Saunders, D. C. 1951. Territorial songs of the White-winged Dove. *Wilson Bulletin* 63(4): 330-332.

Sosa, J. R. 2007. Variación geográfica en las vocalizaciones del complejo *Campylorhynchus rufinucha* (AVES: TROGLODYTODAE) de México. Tesis de Maestría. México D. F.

Sosa, J. R., González, C. y Navarro-Sigüenza, A. G. (en prensa). Vocal geographic variation in Mesoamerican common Bush Tanagers.

Tubaro, P. L. 1999. Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. *Revista Española de Etología*. 7:19-32.

Warner, D. W. 1959. The song, nest and young of the Long-tailed Partridge. *Wilson Bulletin* 71(4): 307.

Webber, T. 1985. Songs, displays and other behavior at a courtship gathering of Blue-black Grassquits. *Condor*. 87 (4):545-546.