

Informe final* del Proyecto BE009
Respaldo de las colecciones de tejidos del Museo de Zoología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM

Responsable: Dra. Blanca Estela Hernández Baños
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Museo de Zoología "Alfonso L Herrera"
Dirección: Apartado Postal 70-399, Coyoacán, México, DF, 04510 , México
Correo electrónico: behb@hp.fciencias.unam.mx
Teléfono/Fax: 5622 4825
Fecha de inicio: Marzo 31, 2003
Fecha de término: Junio 20, 2007
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Hernández Baños, B. E. 2004. Respaldo de las colecciones de tejidos del Museo de Zoología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BE009. México D. F.

Resumen:

El proyecto tiene como objetivo el de respaldar la colección de tejidos del Museo de Zoología del Dpto. de Biología Evolutiva, así como también el de obtener una base de datos confiable de los 10,000 tejidos, aproximadamente, que conforman dicha colección. El respaldo de la colección de tejidos, consta de dos partes. Una consiste en respaldar la colección que se encuentra en los dos ultracongeladores con dos plantas de luz, la otra parte consiste en hacer un respaldo de todos los tejidos en alcohol al 100%.

-
- * 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.

**RESPALDO DE LAS COLECCIONES DE TEJIDOS DEL MUSEO
DE ZOOLOGÍA, DEPTO. DE BIOLOGÍA EVOLUTIVA,
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.**

BE009

**Museo de Zoología
Depto. de Biología Evolutiva
Facultad de Ciencias, UNAM
Circuito Exterior S/N
Ciudad Universitaria,
México, D.F. 04510**

**Dra. Blanca Estela Hernández Baños
Profesor Asociado "C" T.C.
Teléfono: 56-22-48-25
Fax: 56-22-48-28
Correo electrónico: behb@hp.ciencias.unam.mx**

**Dirección Particular: Gral. Salvador Alvarado 126
Col. Escandón, México, D.F. 11800**

Grupos taxonómicos: Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos

Duración: Un año

**Representante Legal: Dr. Ramón Peralta y Fabi
Directo de la Facultad de Ciencias, UNAM
Circuito Exterior s/n
Ciudad Universitaria,
México, D.F. 04510**

RESUMEN

El proyecto tuvo como objetivo respaldar la colección de tejidos del Museo de Zoología del Departamento de Biología Evolutiva, así como también el de obtener una base de datos confiable de los 10,000 tejidos, aproximadamente, que conforman dicha colección. El respaldo de la colección de tejidos, consta de dos partes. La primera consistió en respaldar en alcohol al 100% la colección de tejidos que se encuentra en dos ultracongeladores y la segunda en computarizar las bases de datos de dichas colecciones.

INTRODUCCIÓN

Una colección biológica es un archivo histórico de utilidad múltiple: es la referencia más directa para la identificación correcta de ejemplares; es el cimiento de la taxonomía y la nomenclatura; es una fuente de información para muchos tipos de proyectos aplicados (por ejemplo de uso sustentable y de conservación) y es un instrumento para la educación a varios niveles. Su objetivo principal es ser el organismo de recepción y custodia de los ejemplares biológicos resultantes de las labores de investigación y docencia (Navarro et al. 1991). Debido a que los ejemplares de las colecciones y los datos que les acompañan son el material de referencia básico para cualquier estudio biológico (Peláez Goycochea, 1994), el desarrollo de diversos temas biológicos como la biología comparada, la taxonomía y la biogeografía, está íntimamente ligado a las colecciones científicas, creadas y mantenidas con diferentes intereses a lo largo del tiempo (Navarro et al. 1991).

Hoy en día se requiere no sólo de documentar el área de distribución de un determinado taxón, sino que además es necesario documentar el correcto reconocimiento de los linajes evolutivos (Winker 1997), y las variaciones presentes en una población.

Las colecciones de tejidos no solo son fuente de información para trabajos de sistemática y biogeografía, estudios sobre biología poblacional, tales como la evaluación de los niveles de endogamia y de flujo génico, y los estudios de paternidad, son posibles gracias a su existencia. Además de su importancia para la resolución de problemas puramente académicos, los tejidos también contienen información fundamental que permite ser aplicada en programas de conservación de especies en peligro de extinción o como guías para la elaboración de bancos de germoplasma (García-Deras et al. 2001).

Desafortunadamente una limitación importante de las colecciones de tejidos es que, a diferencia de los ejemplares preservados, los cuales son esencialmente permanentes y reutilizables, los tejidos congelados se terminan cuando son utilizados, por lo que el mantenimiento de la colección requiere una reposición constante de muestras, lo cual también implica una mayor inversión de recursos para la colecta. A lo anterior debemos agregarle el hecho de que actualmente la colecta de muchas especies está restringida, debido, entre otros factores, a lo limitado de su distribución y al estado que guardan sus poblaciones (García-Deras et al. 2001).

Aunque pudiera pensarse que este último problema lo podría resolver la colecta de tejidos que no implican la muerte del ejemplar (por ejemplo plumas o sangre), debemos considerar que los análisis que hacen uso de datos moleculares deben acompañarse de ejemplares-voucher que respalden a los tejidos, ya que es muy factible que existan errores de identificación que nunca se podrán resolver debido a que no habría manera de revisarlos de nuevo; por tal motivo, preservar únicamente muestras de tejidos disminuye enormemente el valor de dichas colecciones (Barrowclough, 1985; Winker, 1995). Además de que para una gran cantidad de análisis moleculares la calidad y cantidad de DNA requerido solo se puede obtener de muestras de tejidos por lo que es de suma importancia contar tanto con el ejemplar como con sus tejidos (García-Deras et al. 2001).

Antecedentes

El Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM alberga entre sus colecciones accesorias una colección de tejidos congelados. Esta colección se inició a partir de 1993. En el caso de las aves, es la colección más importante de Latinoamérica (Rojas-Soto et al. 2002), y en el caso de los anfibios y reptiles, es la única en México. La colección consta actualmente con cerca de 10,000 tejidos, repartidos de la siguiente manera: 5,000 de Aves, 3,000 de Anfibios y Reptiles y 2,000 de Mamíferos.

La colección de tejidos es de un valor incalculable. Su formación ha implicado la inversión de enormes cantidades de dinero, tiempo y trabajo de campo. En caso de la pérdida de dicha colección, su reemplazo no implicaría simplemente una inversión igual o superior a la realizada anteriormente; en muchos casos, tal reemplazo sería imposible. Esto se debe a que muchos de los taxones representados, están ahora amenazados o presentan algún problema serio

de conservación, y su creciente rareza dificulta cada vez más su recolecta. Además volverlos a recolectar implicaría un riesgo y trámites burocráticos adicionales (ya que se necesitan permisos especiales) ya que se considera que varias especies están en peligro de extinción actualmente (e.g. Aves: *Xenospiza baileyi*, *Spizella wortheni*, *Amazilia viridifrons*; Reptiles: *Heloderma horridum*; Mamíferos: *Tamandua mexicana*, *Mustela nigripes*, *Sylvilagus inzonus*, *Orizomys nelsoni*).

De la misma forma, varios de los hábitats en donde se han recolectado muchas especies han desaparecido o han sido severamente perturbados en los últimos años, por lo que encontrar los mismos taxones que antes los habitaban, no está garantizado.

Finalmente, muchos tejidos son sumamente valiosos ya que corresponden a especies raras en la naturaleza o microendémicas, es decir, restringidas a un cierto tipo de hábitat o localidad (e.g. Reptiles y anfibios: *Xenosaurus arboreus*, *Tantilla robusta*, *Craugaster galacticorhinus*; Aves: *Aimophila sumichrasti*, *Passerina rositae*, *Eupherusa poliocerca*; Mamíferos: *Romerolagus diazi*, *Habromys chinanteco*, *Sylvilagus inzonus*, *Spilogale pygmea*). Encontrar y recolectar de nuevo estas especies, en muchos casos sería muy improbable y costoso. Este es el caso, de muchas especies de anfibios serpientes y lagartijas raras. Por ejemplo, dentro del grupo de los anfibios, se ha documentado la desaparición de varias especies debido al calentamiento global y otros fenómenos como la destrucción acelerada de los bosques y contaminación entre otros que han llevado a la extinción varias poblaciones de estos organismos.

La colección de tejidos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” representa un enorme potencial para el estudio de la biodiversidad en México y Latinoamérica. Por ejemplo, estudios recientes se han enfocado a la identificación de especies crípticas (cuya morfología no las permite separar), la utilización de caracteres moleculares ha permitido descubrir la diversidad oculta en estos taxones. Estos estudios han tenido un impacto muy importante en las medidas de conservación y el manejo de muchas especies que se pensaba antes eran comunes o de amplia distribución.

Algunos de los proyectos que actualmente se realizan utilizando la Colección de Tejidos del MZFC son:

AVES

1. Límites de especies dentro del complejo *Cynanthus latirostris* (Aves: Trochilidae)
2. Límites de especie de *Lamprolaima rhami* (Aves: Trochilidae)

3. Filogeografía del carpintero arlequín *Melanerpes formicivorus* (Aves: Piciformes)
4. Filogeografía de *Lampornis amethystinus* Swainson (Aves: Trochilidae)
5. Filogenia del complejo *Melanerpes carolinus* (Aves: Piciformes)
6. Filogeografía de *Basileuterus rufifrons* Swainson (Aves: Parulidae)
7. Estudio Filogenético de la Familia Momotidae
8. Variación genética de las poblaciones de la tucaneta esmeralda *Aulacorhynchus prasinus* (Aves: Piciformes)
9. Reevaluación del estatus taxonómico del complejo *Amazilia viridifrons* (Aves: Trochilidae) utilizando herramientas moleculares.
10. Límites de especies del complejo (Aves: Icteridae). *Icterus pustulatus*.

HERPETOLOGIA

1. Sistemática molecular de la familia Xenosauridae (Squamata)
2. Sistemática molecular del género *Barisia* (Squamata: Anguinae)
3. Sistemática molecular del género *Anolis* (Squamata: Phrynosomatidae)
4. Sistemática molecular del género *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae)
5. Sistemática molecular del género *Rana* (Amphibia: Ranidae)
6. Sistemática molecular de las culebras del género *Conopsis* (Squamata: Colubridae)
7. Sistemática molecular de lagartijas del género *Urosaurus*

En mamíferos también se están trabajando aspectos de filogenia molecular y ya existe un proyecto específico “Sistemática y Biogeografía del género *Habromys* (Rodentia: Muridae)”. En este proyecto se utilizaron tanto datos morfológicos como moleculares, éstos últimos se obtuvieron de muestras que están en la Colección de Tejidos del Museo de Zoología. En el Anexo se enlistan las principales publicaciones en la que se han utilizado tejidos de la colección del MZFC.

Por otra parte, los tejidos también permiten la investigación de las relaciones filogenéticas entre las especies y taxones supraespecíficos, lo cual es imprescindible para todo tipo de estudios evolutivos, confirmando de esta manera el importante papel que México ha jugado como un centro de diversificación.

La colección de tejidos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, es una colección que se usa constantemente y mantiene un intercambio con investigadores nacionales (Instituto de Ecología, Jalapa, Veracruz) e internacionales (Bell Museum de la Universidad de Minnesota, Field Museum de la Universidad de Chicago, Museo de Historia Natural de la Universidad de Kansas, Museo de Historia Natural de Nueva York, Birgham Young University, University of Texas en Arlington, entre otras).

Varios proyectos de investigación han sido financiados por parte de la CONABIO, del CONACyT y de la National Science Foundation para el incremento y mantenimiento de las colecciones principales del Museo de Zoología, esto ha tenido un impacto positivo en el incremento de la colección de tejidos. En el caso de la Colección de Aves, actualmente está en desarrollo un proyecto general titulado “Estudios sistemáticos de Aves Mexicanas: variación geográfica y sistemática molecular” apoyado por el programa PAPIIT de la DGAPA, UNAM; en este proyecto numerosos alumnos tanto de licenciatura como de posgrado están realizando y realizarán sus tesis.

Con anterioridad la CONABIO nos apoyó para consolidar la infraestructura de la Colección de Tejidos, por lo que se pudo comprar un ultracongelador, sin embargo, debido al incremento constante de la colección, éste se encuentra a un 50% de su capacidad y no tenemos los recursos para respaldar la colección en caso de un accidente.

Problemática

Actualmente la colección de tejidos se encuentra repartida en dos ultracongeladores (los cuales mantienen una temperatura de -80°C) dentro de las instalaciones de la Facultad de Ciencias. En 1999, año en que la Universidad Nacional Autónoma de México pasó por una huelga que duró alrededor de 10 meses, la colección de tejidos tuvo que repartirse en varios ultracongeladores de diferentes instituciones dentro y fuera de la UNAM, parte de estas colecciones se colocaron en contenedores de nitrógeno líquido los cuales todos esos meses los mantuvimos en una casa particular. Desde que terminó el conflicto y pudimos entrar a las instalaciones de la Facultad de Ciencias, las diferentes fracciones de la colección se organizaron, dando nuevamente servicio a partir de cuatro meses después de terminada la huelga. Es importante mencionar que la revisión constante a dichas colecciones es imprescindible y el

respaldo constante de los nuevos tejidos que ingresan a dicha colección es importante para poder contar con una base de datos actualizada de este importante recurso.

Como se menciona anteriormente las tres colecciones se mantienen en los dos ultracongeladores y hemos tratado de mantenerla lo mejor posible, el problema de usar los ultracongeladores es que dependen de el buen suministro de energía eléctrica, esto ha sido difícil debido a los constantes cortes en el suministro que se dan en la Facultad de Ciencias, en repetidas ocasiones ha fallado la luz, sin previo aviso, lo que genera que los ultracongeladores inmediatamente empiecen a subir la temperatura, alcanzando niveles alarmantes. Algunas veces también las descargas ocasionan que los dos motores de los que consta este aparato no funcionen y entonces la alarma de la que están provistos empieza a sonar y buscamos ayuda profesional para solucionar el problema.

Por todo lo anterior consideramos que la mejor opción es hacer una colección de respaldo en alcohol al 100% la cual, aunque estaría en un refrigerador de 4°C (con el que ya contamos) no dependería de la electricidad para su buen mantenimiento.

OBJETIVO:

El objetivo del proyecto fue hacer un respaldo en alcohol al 100% de los tejidos de las colecciones del Museo de Zoología del Depto. de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, así como también el de computarizar dichas colecciones.

MÉTODO

Respaldo de la colección en Alcohol Etilico (100%): para cumplir este objetivo en primer lugar se adquirió el material para contener la colección en alcohol al 100%, se compraron viales (especiales para este tipo de muestras), una selladora de tapones, una desengargoladora de tapones, un sistema de inventario (esto es muy útil por que son las cajas donde se colocará la colección de tejidos en alcohol al 100%) y el alcohol (100%).

Se etiquetaron los viales que contienen las muestras y se procedió a sacar una caja de tejidos del ultracongelador, de la cual se tiene una lista de las muestras de los ejemplares que se encuentran en ella, dicha caja se depositó en una hielera de unicel con nitrógeno líquido para evitar que los tejidos se descongelaran. Una vez que se sacaron los tejidos se procedió a cortar un pedazo de éste para pasarlo al vial que contiene alcohol al 100% y se selló, este procedimiento

sencillo requirió de mucha precisión y de una buena concentración, ya que se tiene que hacer rápido, limpio y eficazmente. Para respaldar cada tejido se esterilizó el material que se utilizó para cortar el tejido anterior, para evitar contaminación del DNA. Este procedimiento se llevó a cabo con la totalidad de los tejidos que actualmente tenemos en la Colección de tejidos del Museo de Zoología y de los siguientes ejemplares que fueron recolectados durante el tiempo que duró el proyecto.

Los respaldos en alcohol al 100% se guardaron debidamente en un refrigerador de 4°C y la lista de estos tejidos respaldados se capturó en las bases de datos correspondientes.

Computarización de las colecciones de tejidos del Museo de Zoología: para cumplir este objetivo una vez que se realizó el respaldo en alcohol se procedió a capturar la información en una base de datos en formato Access correspondiente al almacenamiento de los viales tales como caja, casilla, nombre científico, número de colecta y de catálogo además de los datos curatoriales asociados a cada tejido.

RESULTADOS

Se respaldó un total de 8,933 tejidos correspondientes a las colecciones de Reptiles y Anfibios (1601 tejidos), Mamíferos (2207 tejidos) y Aves (5125 tejidos) quedando los viales resguardados en un refrigerador de 4°C localizado en el Museo de Zoología. Así mismo, se hicieron las bases de datos correspondientes en formato Access y se depuraron siguiendo las observaciones y lineamientos que la CONABIO nos hizo llegar en varias ocasiones quedando definitivamente liberado el proyecto. Por otro lado, se realizaron y entregaron a la CONABIO las políticas de depósito y préstamo de muestras de las colecciones de tejidos del Museo de Zoología para su uso por investigadores tanto nacionales como extranjeros.

DISCUSIÓN

Sin duda alguna es de suma importancia contar con colecciones científicas para poder realizar estudios de diversos temas e índoles. Las colecciones de tejidos no son la excepción. En nuestro país obtener los tejidos ya no es tan caro como en un principio pero aún así no deja de ser un esfuerzo considerable el conjuntar financiamientos y mantenimiento de dichas colecciones por parte de los investigadores. De ahí radica la importancia de contar con un respaldo de dichas

muestras de tejidos no solo pensando en que ocurra un evento desafortunado como la falta de energía eléctrica con el que se echen a perder los tejidos sino también pensando en que no son recursos ilimitados ya que al irse usando es muy probable que se acabe la muestra.

Por lo anterior es necesario contar con un respaldo en alcohol de las muestras contenidas en el Revco para así garantizar la funcionalidad y eficiencia de nuestra colección de tejidos.

Diversos proyectos de investigación, no solo de nuestra institución sino en conjunto con otras (e. g. Bell Museum de la Universidad de Minnesota, Field Museum de la Universidad de Chicago, Museo de Historia Natural de la Universidad de Kansas, Museo de Historia Natural de Nueva York, Birgham Young University, University of Texas en Arlington), se han visto beneficiadas de este sistema de resguardo de tejidos ya que se ha podido realizar una gran variedad de estudios a diferentes niveles que han culminado en su publicación en revistas especializadas y de difusión cumpliendo así con la labor del investigador científico que es la de dar a conocer a sus semejantes el conocimiento derivado de su trabajo. En el anexo se muestra una lista de algunas de las publicaciones más recientes del Museo de Zoología derivadas del uso de la colecciones de tejidos.

CONCLUSIONES

Gracias al respaldo en alcohol al 100% que se realizó de los tejidos de las colecciones del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM se ha garantizado un uso más prolongado de las muestras depositadas en él con el fin de poder ser de utilidad para más instituciones y proyectos de investigación.

Así mismo, el uso de aquellas muestras, en muchas ocasiones, casi invaluable por ser casi imposible volverlas a coleccionar, ha quedado garantizado y a disposición de la comunidad científica. El incremento al número de ejemplares permitirá no sólo la realización de análisis de nuevos caracteres, sino también la aplicación de nuevas técnicas de análisis a caracteres tradicionalmente utilizados. En este sentido, es imperativo la constante incorporación de material biológico que permita al investigador contrastar, cuestionar y plantear nuevos esquemas y conceptos dentro de la biología.

Es importante entonces mejorar y maximizar la información de cada ejemplar ya que, desafortunadamente, los ejemplares antiguos proveen de una limitada información por la falta de datos (Rojas-Soto et al 2002). Con la computarización de las colecciones de tejidos del Museo de

Zoología se ha logrado que la información sobre los tejidos que esta institución alberga esté a la entera disposición de la comunidad científica haciendo más fácil y rápido el trámite para solicitarlos en préstamo o intercambio como ocurre en la mayoría de las instituciones científicas más importantes del mundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrowclough, G. F. 1985. Museum collections and molecular systematics. En: Occasional papers of the British Columbia Provincial Museum. Núm. 25. Museum Collections. The British Columbia Provincial Museum.

García-Deras, G. M., S. López de Aquino, M. Money, N. Cortés y B. E. Hernández-Baños. 2001. La importancia actual de las colecciones de tejidos. *Biodiversitas* 39:11-14.

Navarro, A., M.G. Torres Chávez y P. Escalante-Pliego. 1991. Catálogo de aves (Vertebrata: Aves). Catálogo No. 4. Serie Catálogos del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Colección Ornitológica. Facultad de Ciencias, unam, México.

Pelaez Goycochea, A. 1994. Bases de datos en taxonomía y colecciones científicas. En: Taxonomía biológica. Lorente y Luna (comps.) Ediciones Científicas Universitarias, unam, Fondo de Cultura Económica. México.

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

Winker, K., M. J. Braun y G. R. Graves. 1995. Vouchers specimens and quality control in avian molecular studies. *Ibis* 138: 345-346.

Winker, K. 1997. The role of taxonomy & systematics (response). *Conserv. Biol.* 11: 595–596.

Anexo. Lista de publicaciones cuyos datos se han obtenido de la Colección de Tejidos del Museo de Zoología, Depto. de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM

1. Benabib, M., K.M. Kjer y J.W. Sites, Jr. 1997. Mitochondrial DNA sequence-based phylogeny and the evolution of viviparity in the *Sceloporus scalaris* group (Reptilia, Squamata). *Evolution*. 51:1262-1275.
2. Flores-Villela, O. K.M. Kjer, M. Benabib y J.W. Sites. 2000. Multiple data sets, congruence, and hypothesis testing for the phylogeny of the basal groups of the lizard genus *Sceloporus* (Squamata: Phrynosomatidae). *Syst. Biol.* 49(4):713-739.

3. García-Moreno, J., Nandadevi Cortés, Gabriela M. García-Deras y Blanca E. Hernández-Baños. 2006. Local origin and diversification among Lampornis hummingbirds: A Mesoamerican taxon. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38:488-498.
4. Hernández B. E., Zink R. M., Eguiarte L. E. y Blackwell R. (en revisión) Phylogenetic relationships among hummingbirds (Trochilidae) based on mitochondrial cytochrome-b. *Willson Bulletin*.
5. León-Paniagua, L., Navarro-Sigüenza, A. G., Hernández-Baños, B. E. & Morales, J. C. 2006. Diversification of the arboreal mice of the genus *Habromys* (Rodentia: Muridae) in the Mesoamerican highlands. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, p: 653-664
6. Mendoza-Quijano, F., O. Flores-Villela y J.W. Sites. 1998. Genetic variation and species boundaries in the rose-bellied lizards (*variabilis* group) in the genus *Sceloporus* (Squamata: Phrynosomatidae) *Copeia* 1998:354-366.
7. Mink, D.G. y J.W. Sites, Jr. 1996. Species limits, phylogenetic relationships, and origins of viviparity in the *Scalaris* complex of the lizard genus *Sceloporus*
8. Nieto-Montes de Oca, A., O. Flores-Villela y W. Schmidt. A taxonomic review and molecular phylogeny of the genus *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae). En preparación.
9. Peterson, A.T., P. Escalante y A.G. Navarro. 1992. Genetic variation and differentiation in Mexican populations of Common Bush-tanagers and Chestnut-capped Brush-finches. *Condor* 94(1):244-253.
10. Wiens, J.J., T.W. Reeder y A. Nieto-Montes de Oca. 1999. Molecular phylogenetics and evolution of sexual dichromatism among populations of the Yarrow's spiny lizard (*Sceloporus jarrovi*). *Evolution*: 1884-1897