

## Conoce una Tesis Doctoral

### DETERMINACIÓN SEXUAL EN PRIMATES NEOTROPICALES: EL CASO DE LOS MONOS AULLADORES

Desarrollada por **Eliana Ruth Steinberg**

Directora: Prof. Marta D. Mudry, PhD.

Fecha lectura: 30 Marzo 2011

Nota: Sobresaliente

Doctorado en Ciencias Biológicas. Grupo de Investigación en Biología Evolutiva (GIBE).

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN). Universidad de Buenos Aires (Argentina).

Lugar de trabajo: El trabajo se realizó mayoritariamente en Argentina, con colaboraciones con el Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana, en México, para el análisis de las especies de ese país y con la Dra. Montserrat García Caldés y su equipo de la Unitat de Biologia Cel·lular i Genètica Mèdica, Facultat de Medicina, de la Universidad Autònoma de Barcelona, para la diagnosis meiótica por inmunofluorescència.



La autora, Eliana Ruth Steinberg procesando una biopsia testicular de un mono aullador negro (*Alouatta pigra*) para estudios en células germinales, en Sabancuy, Estado de Campeche, México. [Foto: cortesía de la Dra. Mariela Nieves]

La Cariosistemática, entendida como el estudio de las relaciones naturales de los organismos a partir de la información brindada por los cromosomas, permite la comparación de los cariotipos de especies relacionadas y la identificación precisa de los segmentos cromosómicos que participan en los reordenamientos con posible compromiso con la diferenciación de las especies.

Los datos cromosómicos pueden ser usados como marcadores filogenéticos ya que se heredan como caracteres mendelianos y están conservados dentro de las especies, y las mutaciones que se fijan en el cariotipo de una especie están consideradas como eventos "raros". Siguiendo el criterio de Máxima Parsimonia, las comparaciones citogenéticas entre taxa relacionados permiten identificar formas cromosómicas compartidas por ancestralidad común (sinapomorfías). De esta forma los cromosomas, analizables y comparables por tamaño, morfología y comportamiento mitótico o meiótico, colaboran en resolver dudas taxonómicas y ancestralidades como otro tipo de datos o caracteres en un análisis filogenético.

Una variable de análisis con valor diagnóstico es el tipo de sistema de determinación sexual. En el orden Primates el sistema de determinación sexual más extendido es el XX/XY. Como modificaciones a este sistema ancestral encontramos translocaciones Y-autosoma generando sistemas de determinación sexual múltiple. Estos sistemas sexuales múltiples se han observado en diversos géneros de Primates Neotropicales (Platyrrhini), mientras que en Primates del Viejo Mundo (Catarrhini), de las revisiones bibliográficas surge que, hasta el presente, se han descrito en una única especie, *Presbytis cristata*. Dada esta diversidad de sistemas sexuales, el patrón de determinación sexual constituiría un carácter con valor sistemático en los Primates y en particular en la superfamilia Ceboidea (Platyrrhini). En este Trabajo de Tesis se tomó a los monos aulladores del género *Alouatta* como modelo de estudio. Estos primates ceboideos poseen una de las distribuciones geográficas más amplias registradas al día de hoy para los Primates Neotropicales, que se extiende desde el sur de México hasta el norte de Argentina. Hasta la fecha del desarrollo experimental, la presencia de sistemas de determinación sexual múltiple sólo había sido confirmada por estudios meióticos en machos en un escaso número de especies: sistemas de tipo  $X_1X_2Y_1Y_2$  (formando una cadena de 4 elementos o cuadrivalente en Metafase I) en *Alouatta seniculus* y *A. caraya*, y de tipo  $X_1X_2Y$  (formando una cadena de 3 elementos o trivalente en Metafase I) en *A. belzebul* y *A. palliata*.

Análisis previos mediante Hibridación *in situ* Fluorescente con sondas de cromosomas humanos en *A. caraya*, *A. macconnelli*, *A. guariba*, *A. sara* y *A. seniculus arctoidea* mostraron que el par autosómico involucrado en la translocación era el mismo y tenía homeología con los cromosomas humanos 3 y 15, formando la sintenia 3/15.

Tomando en consideración los antecedentes mencionados, en este trabajo de Tesis se analizaron 21 ejemplares de 4 especies de monos aulladores (*A. caraya*, *A. guariba clamitans*, *A. pigra* y *A. palliata*) y se los comparó con otros 4 Ceboidea (*Cebus libidinosus*, *C. nigrinus*, *Saimiri boliviensis* y *Aotus azarae*) y con dos Hominoidea (*Pan troglodytes* y *Homo sapiens*), especies con determinación sexual XX/XY. Los ejemplares analizados proceden tanto de vida silvestre como de cautiverio (jardines zoológicos y estaciones de cría) en Argentina y en México.

El análisis citogenético mitótico y meiótico realizado permitió corroborar la asignación de especie de todos los ejemplares analizados. En *Alouatta pigra* se realizó la primera caracterización de su cariotipo, observándose  $2N=58$  tanto en machos como en hembras, con un sistema de determinación sexual en machos de tipo cuadrivalente,  $X_1X_2Y_1Y_2$ .

Ejemplares de *Alouatta caraya*. a) Hembra adulta con cría; b) Macho adulto. [Foto: cortesía Dra. Gabriela Bruno]



Se realizó la comparación de los patrones de bandas G entre las 4 especies de distribución extrema sur (*A. caraya* y *A. guariba clamitans*) y norte (*A. pigra* y *A. palliata*) y los patrones de bandas G publicados en la literatura para las otras especies del género detectando que las especies mesoamericanas no poseerían homeología en el par involucrado en los sistemas sexuales de las especies sudamericanas.

A su vez, se estudió la conservación genómica por FISH de las sintenias 3/15 (asociada a los cromosomas sexuales en las especies sudamericanas) y 3/21 (considerada ancestral para mamíferos), evidenciando que estas asociaciones no estarían conservadas en las especies mesoamericanas *A. pigra* y *A. palliata*.

La diagnosis meiótica empleando inmunofluorescencia permite caracterizar la dinámica cromosómica durante los estadios tempranos de la profase, analizando el proceso de sinapsis y recombinación. El comportamiento del bivalente XY de *C. libidinosus*, previamente considerado como "human like", presenta marcadas diferencias respecto al XY humano. La ausencia de homeología del cromosoma Y de Primates del Nuevo Mundo con el cromosoma Y humano (observada tanto mediante citogenética clásica como citomolecular) puso en evidencia la necesidad de emplear una metodología más sensible para su caracterización. El análisis con la sonda comercial para el gen SRY para estudiar la conservación de este gen en Primates del Nuevo Mundo no mostró señal positiva de hibridación en *Ceboidea*, permitiendo sugerir que las secuencias adyacentes al gen SRY en la sonda no estarían conservadas en estos primates.

Se realizó un análisis filogenético de Máxima Parsimonia utilizando datos cromosómicos (obtenidos en este trabajo de Tesis y de la literatura) y datos moleculares (obtenidos de la literatura). Los tres tipos de análisis realizados coincidieron en ubicar a las especies mesoamericanas como un clado separado del resto de las especies sudamericanas.

En el marco conceptual de "Evidencia Total", el análisis filogenético combinando variables moleculares y cromosómicas resolvió las relaciones de parentesco entre las especies de aulladores de ambos orígenes americanos, demostrando su utilidad en el esclarecimiento de controversias que relacionan la Taxonomía y la Evolución de los primates ceboideos.

**PALABRAS CLAVE:** *Alouatta*, evolución cromosómica, Meiosis, sistemas de determinación sexual, Evidencia Total, SRY, sintenias cromosómicas, filogenias por análisis combinado.

Más información: <http://www.ege.fcen.uba.ar/gibe/index.html>