

---

## CARACTERIZACIÓN CITOGENÉTICA EN INDIVIDUOS DEL GÉNERO *Lagothrix* EN COLOMBIA (PRIMATES: ATELIDAE)

### Cytogenetic Characterization in Individuals of the Genus *Lagothrix* in Colombia (Primates: Atelidae)

LAURA YISSEL RENGIFO<sup>1</sup>, Bióloga; MARTA LUCÍA BUENO<sup>1</sup>, M.Sc.

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Grupo de Citogenética. Instituto de Genética, EM: lyrengifoco@unal.edu.co mlbuenoa@unal.edu.co

Correspondencia: Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia. Calle 53 # 37-13. Teléfono: 316 50 00, ext. 11628.

Presentado 19 de agosto de 2010, aceptado 2 de junio de 2011, correcciones 24 de junio de 2011.

#### RESUMEN

El género *Lagothrix* se encuentra representado en Colombia por *Lagothrix lagothricha* *lagothricha* y *Lagothrix lagothricha lugens* y siendo un género llamativo para el tráfico y caza, se han realizado varios trabajos encaminados a conocer sobre su ecología y ciclo de vida mostrando la importancia de este género en el ecosistema aunque sus características citogenéticas no han sido bien estudiadas. En este trabajo se analizaron 18 individuos (seis, *L. l. lugens* y 12 *L. l. lagothricha*) en cautiverio provenientes de zoológicos y centros de rescate, en los que por medio de técnicas de cultivo de sangre periférica y bandaje cromosómico G, C, R, Q y NOR se determinó un cariotipo estándar de  $2n=62$  para todos los individuos con dos variantes de éste también conocidos como cariomorfos que se originan por la diferencia en su número fundamental (NF), debido a una inversión pericéntrica en el par cromosómico 24. Dentro de estos cariomorfos se encontraron polimorfismos en varios pares cromosómicos que no fueron determinantes para diferenciar subespecies en los individuos trabajados, por lo que se recomienda revisar la taxonomía del género.

**Palabras clave:** *Lagothrix lagothricha* *lagothricha*, *Lagothrix lagothricha lugens*, inversión pericéntrica, polimorfismo.

#### ABSTRACT

The genus *Lagothrix* is represented in Colombia by *Lagothrix lagothricha* *lagothricha* and *Lagothrix lagothricha lugens* but their cytogenetic features have not been well characterized. We studied 18 captive individuals (6 *L. l. lugens* and 12 *L. l. lagothricha*) from zoos and rescue centers, using techniques of peripheral blood culture and G, C, R, Q and NOR chromosome banding. We determined the standard karyotype  $2n = 62$  for all analyzed individuals with two karyotype variants (also known as karyomorphs) that showed different fundamental numbers due to a pericentric inversion on chromosome pair 24.

Within these karyomorphs other polymorphisms were found in several pairs that were not crucial to distinguishing subspecies. We recommend reviewing the taxonomy of the genus especially at the subspecies level.

**Key words:** *Lagothrix lagothricha lagothricha*, *Lagothrix lagothricha lugens*, pericentric inversion, polymorphisms.

## INTRODUCCIÓN

El género *Lagothrix* se distribuye geográficamente a lo largo de los bosques húmedos del occidente de la Amazonía, cuenca del Orinoco y región nororiental de la cordillera de los Andes encontrándose en Colombia, Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador y Venezuela (Stevenson *et al.*, 1994). Este género pertenece a los primates del Nuevo Mundo (*Platyrrhini*), familia Atelidae, subfamilia Atelinae (Stanyon *et al.*, 2001). Para la determinación de las especies del género se ha presentado una gran discusión. La primera revisión del género se llevó a cabo por Fooden, 1963, quien determina que hay dos especies *L. flavicauda* y *L. lagothricha* en donde *L. lagothricha* presenta cuatro subespecies (*L. lagothricha lagothricha*, *L. lagothricha lugens*, *L. lagothricha cana*, *L. lagothricha poeppigii*). La revisión del género *Lagothrix* realizada por Fooden fue ampliamente aceptada hasta la publicación de Groves, 2001, quien sostiene que los taxa se diferencian abruptamente por sus fenotipos y eleva a nivel de especie todas las subespecies en este género. Sin embargo, se ha visto que *L. l. lugens* no es claramente diferenciable de *L. L. lagothricha* porque *Lagothrix l. lugens* es un taxón pobremente definido con tres fenotipos diferentes, uno de los cuales es muy similar a *L. L. lagothricha*, lo que permite poner en duda la hipótesis expuesta por Groves. Los individuos de *L. L. lagothricha* se caracterizan por tener una coloración castaño oliváceo con tendencia a los tonos marrones, a veces muy claros y a veces muy oscuros, aproximándose al negro. Mientras que los individuos de *L. l. lugens* tienen un pelaje gris plateado y usualmente más largo que *L. L. lagothricha*, Humboldt, 1812 (Defler, 2003). Dada la posibilidad de confusión tomaremos como referencia la descripción generada por Fooden para el presente artículo.

Por ser individuos de porte robusto (6 a 10 kilos) han sido blanco de la caza indiscriminada para ser consumidos como carne de monte en la alimentación básica de algunas culturas indígenas, donde su carne es muy apreciada, reportándose varios estudios en los que se evidencia caza de gran cantidad de individuos como el realizado por Redford en 1992, que registró la caza de 562 individuos en menos de un año en la región amazónica (Redford, 1992; Ruiz-García *et al.*, 2007). La caza de individuos adultos lleva consigo introducción de juveniles en el comercio de mascotas que, sumado a la rápida pérdida del hábitat, hacen que *L. L. lagothricha* esté incluida en el apéndice II de CITES, y la subespecie *L. l. lugens* sea considerada “en peligro” (EN) en Colombia y en la clasificación de UICN como críticamente amenazada (Stevenson *et al.*, 2008). Por lo que es imperioso un conocimiento a fondo de la biología de la especie para implementar programas de conservación efectivos.

Los estudios realizados hasta la fecha sugieren que en *Lagothrix* habría pocas variaciones en cuanto a su número cromosómico. Todos los cariotipos hasta ahora publicados, presentan un número diploide de  $2n=62$  (Koiffmann y Saldanha, 1974; Koiffmann y Saldaña, 1982; De Boer, 1974; Dutrillaux *et al.*, 1980). Por su gran número cromo-

sómico el género *Lagothrix* ha sido empleado para estudios filogenéticos y para comparaciones con el cariotipo humano (Stanyon *et al.*, 2001) lo que ha permitido generar hipótesis sobre los rearrreglos cromosómicos que se han dado en la evolución, haciendo de *Lagothrix* un género apto para estudios de este tipo.

Al llevar a cabo varias investigaciones con individuos decomisados por las autoridades y determinados indiscriminadamente como *L. L. lagothricha* y/o *L. l. lugens*, se observó una inversión en el par 24, el cual pasa de ser acrocéntrico a ser submetacéntrico, sugiriendo que hay diferencias cromosómicas entre algunos individuos o polimorfismos cromosómicos intraespecíficos que deben ser aclarados (Bueno *et al.*, 2003). Estudios recientes han detectado diferencias cariológicas y moleculares (Botero *et al.*, 2010) posiblemente originadas por la amplia distribución del género a lo largo de nuestro país, incluyendo la gama de hábitats que además podrían llegar a explicar las diferencias en la coloración del pelaje observable en distintos individuos. El objetivo del presente trabajo fue el análisis cariotípico de varios individuos del género *Lagothrix* en cautiverio para determinar diferencias cromosómicas presentes en las dos subespecies que habitan en el país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de sangre periférica fueron tomadas a 18 ejemplares en cautiverio provenientes tanto de zoológicos como de centros de rescate de fauna silvestre a nivel nacional. Cada uno de los ejemplares fue etiquetado con el código consecutivo correspondiente a la base de datos del laboratorio de citogenética, Universidad Nacional de Colombia y en un formato adjunto se recogieron datos correspondientes a fenotipo, origen, historia clínica o número de microchip (si lo presentaban) para cada individuo.

Las muestras fueron tomadas por parte del veterinario de la institución mediante venopunción con jeringa previamente heparinizada con anticoagulante Lique mine Roche®, tomando aproximadamente 3 mL de sangre por cada individuo. La muestra fue marcada y enviada a las instalaciones del laboratorio de citogenética, Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia, donde fue procesada a través de un cultivo de linfocitos en medio de cultivo RPMI 1640 (GIBCO), suero fetal bovino (GIBCO) al 10%, penicilina 10.000 U/ml (GIBCO), lectina de *Vicia faba* (favina purificada por el GRIP, Grupo de Investigación en Proteínas, Universidad Nacional de Colombia) y aproximadamente 500 µL de la muestra de sangre. Se incubó a aproximadamente 37 °C en donde para detener el crecimiento luego de 72 horas, se agregaron 100 µL de colchicina 25 mg/mL (Winthrop). La cosecha se realizó siguiendo el procedimiento estándar para obtención de células en metafase empleado en el laboratorio de citogenética, Instituto de Genética modificándolo para el propósito del trabajo en el tiempo en el que el cultivo queda bajo la acción de la solución hipotónica (25 min) y en la cantidad de lavados realizados (de dos a tres dependiendo del crecimiento celular; Moorhead *et al.*, 1960; Verna y Babu, 1989).

De cada uno de los individuos estudiados, se evaluaron sus cromosomas empleando las técnicas de bandas G (Solé y Woessner, 1992), C (Sumner, 1972; Arrighi y Hsu, 1971), NOR (Goodpasture y Bloom, 1975), R (Ieshima *et al.*, 1984) y Q (Caspersson *et al.*, 1968). Se analizaron 100 metafases para cada individuo y las mejores metafases encontradas (dos a cuatro por técnica) fueron digitalizadas mediante fotomicroscopio

óptico *Zeiss-Axiophot* en el *software* Lucia Karyotyping® que permitió la elaboración de los ideogramas. En cada uno de los individuos, sobre las microfotografías obtenidas, se analizó su correspondencia con el cariotipo básico de la especie y la presencia o no de heteromorfismos dentro y entre las especies estudiadas.

## RESULTADOS

Los individuos del género *Lagothrix* estudiados se caracterizaron por su cariotipo de  $2n=62$  (NF = 88) invariable, lo que se mantuvo dentro de lo ya reportado para este género por trabajos previos. (Bender y Chu, 1963; Egozcue y Perkins, 1970; Koiffmann y Saldanha, 1974; Koiffmann y Saldaña, 1982; De Boer, 1974; Dutrillaux *et al.*, 1980; Stanyon *et al.*, 2001). El cariotipo estándar está compuesto por cuatro pares metacéntricos, diez pares submetacéntricos y 16 pares acrocéntricos que generaron un número fundamental (NF= cantidad de brazos de los autosomas en el cariotipo diploide) de 88 y en donde el cromosoma X presentó la morfología submetacéntrica típica para mamíferos. El cromosoma Y, se caracterizó por ser el más pequeño dentro del complemento, hecho que dificulta determinar inequívocamente su morfología. En un alto número de metafases se sugiere que se trataría de un cromosoma de morfología acrocéntrica. El cariotipo fue organizado de acuerdo con el presentado por Stanyon *et al.*, 2001 (Fig. 1).

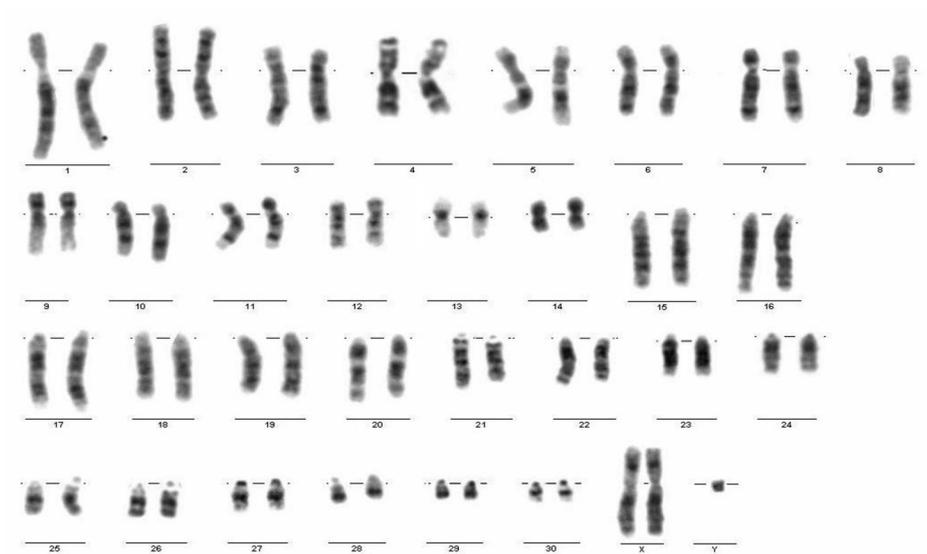


Figura 1. Cariotipo estándar *Lagothrix lagotruncha*  $2N=62$ .

De las muestras analizadas, siete ejemplares correspondieron con el cariotipo estándar y a partir de esto se encontraron dos variantes del mismo: el cariomorfo 1 (7/18) y el cariomorfo 2 (3/18) (Figs. 2A y B) los cuales, a pesar de poseer el mismo número cromosómico, mostraron un NF que varía siendo NF=89 para el cariomorfo 1 y NF=90 para el cariomorfo 2. Esta diferencia se explica considerando que el par 24 en el cariomorfo 1

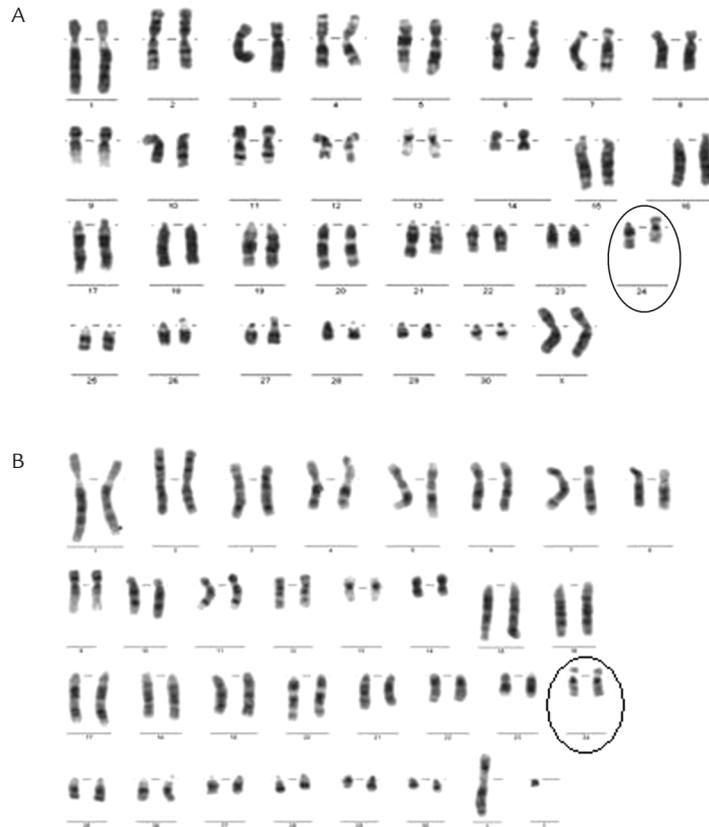


Figura 2A. Cariomorfo 1 con inversión heterocigota en el par cromosómico 24. B. cariomorfo 2 con inversión homocigota en el par cromosómico 24.

presenta una inversión en uno de los homólogos, que pasa de presentar una morfología acrocéntrica a presentar una morfología submetacéntrica, incrementando el NF en 1, es decir de 88 a 89. En el cariomorfo 2, el par 24 presenta esta variación en ambos homólogos del par incrementando el NF en 2 es decir se corresponde con un NF=90.

De igual forma se observaron polimorfismos heterocromáticos en varios pares de autosomas, con diferencias en el tamaño de la banda heterocromática terminal del brazo corto en el par 4, que disminuye considerablemente en varios individuos, presentándose tanto en forma homocigota como heterocigota. Una situación similar se vio en el par 7 en donde la banda terminal del brazo corto mostró el mismo comportamiento visto en el par 4 (Fig. 3). Para comprobar esta situación se realizó la técnica de banda C la cual confirmó la diferencia en las bandas heterocromáticas terminales de los brazos cortos de estos pares cromosómicos (imágenes no presentadas).

Se evaluó la posible asociación de estos polimorfismos cromosómicos por medio del programa PERMUTE (Brookes *et al.*, 1997) al correrlos con el fin de evaluar la probabilidad de que las diferencias heterocromáticas encontradas estuvieran asociadas a las subes-

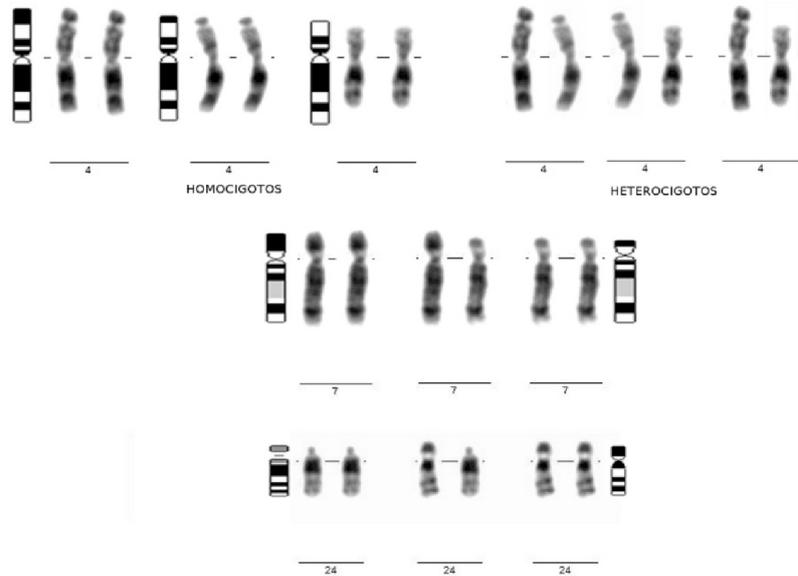


Figura 3. Ideogramas e imágenes de los cromosomas polimórficos en banda G.

pecies. Para esto a las variaciones encontradas se las representó con un símbolo para determinar si generaban algún tipo de diferenciación entre las dos subespecies siendo 0 el estado estándar del cromosoma, 1 la pérdida de banda G en el par 4 y 7 e inversión en el par 24 y 2 la pérdida de la banda terminal del par 4. Estos datos fueron recogidos en una tabla y se encontró que la probabilidad de que vinieran de la misma población, con el número de permutaciones realizadas, es de 1 (100% misma población).

## DISCUSIÓN

La realización de las técnicas de bandas cromosómicas en las dos subespecies de *Lagothrix* presentes en Colombia permitió ver que el cariotipo general de *L. L. lagothricha* y *L. l. lugens* es similar, en donde todos los individuos muestreados tuvieron un cariotipo con  $2n=62$ , el cual es el número cromosómico más elevado para los primates del nuevo mundo y para los integrantes de la familia Atelidae. Esto reviste una gran importancia porque el número cromosómico alto está mostrando que desde el punto de vista citogenético, el género es muy ancestral y que por numerosos cambios (fusiones, inversiones, translocaciones) ha llegado a números cromosómicos menores dentro de esta familia (De Boer, 1974; Dutrillaux *et al.*, 1986). La condición de ancestralidad del género *Lagothrix* ha hecho que el género sea utilizado para trabajos filogenéticos comparativos como los realizados por Stanyon *et al.*, 2008, en el cual se dilucidaron las homologías entre *Lagothrix* y humanos y otros primates, esclareciendo los diferentes rearrreglos cromosómicos ocurridos en la radiación adaptativa de estos primates en el nuevo mundo. A pesar de estos estudios, no se ha llevado a cabo un trabajo en el cual se diferencien a fondo las características cromosómicas del género *Lagothrix* porque lo que se ha

---

reportado son los resultados obtenidos para pocos ejemplares. Bender y Chu, 1963, describen el número cromosómico en un ejemplar de *L. L. lagothericha*, mientras que Egozcue y Perkins, 1970, describen el cariotipo en una hembra. De Boer, 1974, en su trabajo reporta haber estudiado un individuo de *L. L. lagothericha* y dos individuos de *L. I. lugens* por lo que se puede ver una tendencia notable a trabajar con muy pocos individuos para la producción de dichos trabajos, motivo por el cual sea muy probable que los polimorfismos encontrados en el presente trabajo no hayan sido observados en las publicaciones anteriores que describieron el cariotipo de *L. L. lagothericha* y *L. I. lugens*. Stanyon (revisado por O'Brien *et al.*, 2006) reporta un cariotipo con bandas G organizado por tamaño en un solo individuo, este cariotipo fue tomado como base para la organización de los cariotipos obtenidos, en donde observó que los cromosomas 21 y 22 no concuerdan con lo presentado por Stanyon y colaboradores porque por tamaño el par 21 reportado en el presente trabajo correspondería al 22 de Stanyon y el par 22 al 21 de Stanyon. Estos pares fueron ubicados de esta manera porque el tamaño observado en el 100% de metafases analizadas fue mayor en el par 21 que en el 22 dato determinado gracias al programa Lucia Karyotyping®.

Los polimorfismos en las bandas heterocromáticas terminales de los pares 4 y 7 muestran una amplia variación dentro de las dos subespecies, indicando que las poblaciones conservan aún un mínimo de variación intra-poblacional y el hecho de que se presenten tanto en estado homocigoto como heterocigoto muestra la posibilidad de hibridación, dejando manifiesta la ausencia de aislamiento reproductivo. Es necesario que se lleve a cabo un estudio a fondo de fertilidad en los híbridos para confirmar que aunque se generen híbridos estos no presentan barreras para su reproducción. A pesar de encontrar diferencias que generaron los cariomorfos 1 y 2, estas no fueron determinantes para lograr separar *L. L. lagothericha* de *L. I. lugens* y por lo tanto no se pueden tomar estos polimorfismos como fijados a la hora de diferenciar a los individuos.

Lo observado en el par 24 permite hablar de un proceso en el cual se está llevando a cabo una inversión pericéntrica de un cromosoma acrocéntrico, evidenciado por la disminución en el tamaño del bloque pericentromérico y de la presencia de una banda terminal en el brazo corto del cromosoma submetacéntrico invertido. Este proceso no es raro en la evolución cromosómica porque es un reordenamiento que puede ser fijado como cualquier cambio genético, aunque se ha visto que en muchas especies esto no es equivalente a un proceso de especiación. Un caso muy importante en el que las inversiones pericéntricas han jugado un papel determinante en la especiación, es el de los géneros Pan, Homo, Gorilla y Pongo (King, 1995) y que se podría estar dando en *Lagothrix* porque esta inversión se encuentra tanto en estado homocigoto como heterocigoto, pudiendo llevarse a cabo un proceso de fijación de esta variación.

En general se vio que los individuos de *L. L. lagothericha* y de *L. I. lugens* no están diferenciados citogenéticamente permitiendo encontrar "híbridos" entre ambos, condición que se refleja en los cariotipos de estas subespecies. Esta situación lleva a replantear publicaciones como las realizadas por Grooves en donde el género *Lagothrix* es completamente reformado según datos morfométricos. A pesar de esto es necesario relacionar lo encontrado en este trabajo de caracterización citogenética con estudios en campo para determinar qué posibles procesos se están llevando a cabo dentro del género en Colombia. Es necesario realizar en el menor tiempo posible estos estudios porque la

pérdida del hábitat y la extracción del medio de estos individuos está haciendo cada vez más urgente la aplicación de medidas que permitan la recuperación de estos organismos en estado silvestre.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con la colaboración del grupo de citogenética, Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia, dirigido por la profesora Marta Lucía Bueno Angulo. COLCIENCIAS financió parcialmente la investigación, por el proyecto identificado con el código 1204-405-20306. Agradecemos a la bióloga Carolina Arango y a la bacterióloga Diana Martínez por el apoyo a las actividades realizadas en el laboratorio. Al biólogo Sergio Botero Carrasco y al profesor Pablo Stevenson por su asesoría y a las instituciones: URRAS de la Universidad Nacional de Colombia, Zoológico Santa Cruz, DAMA/Bogotá, Zoológico de Matecaña, Zoológico de Medellín, Zoológico de Barranquilla y al Zoológico de los Ocarros los cuales nos facilitaron la toma de muestras en sus instalaciones.

### BIBLIOGRAFÍA

- ARRIGHI FE, HSU TC. Localization of Heterochromatin in Human Chromosomes. *Cytogenetics*. 1971;10:81-86.
- BENDER MA, CHU EHY. The Chromosomes of Primates in Evolutionary and Genetic Biology of the Primates, Volume 1. J. Buettner-Janusch, ed. London, New York: Academic Press; 1963. p. 261-310.
- BROOKES MI, GRANEAU YA, KING P, MALLET JLB, ROSE OC, THOMAS CD. The Genetic Consequences of Artificial Introductions and Natural Colonizations in the British Butterfly *Plebejus argus*. *Conserv Biol*. 1997;11:648-661.
- BOTERO S, RENGIFO LY, BUENO ML, STEVENSON PR. How many species of woolly monkeys inhabit Colombian Forests?. *Am J Primatol*. 2010;71:1-10.
- BUENO ML, TORRES OM, LEIBOVICI M. Valoración cariológica de animales silvestres decomisados: una herramienta más para el conocimiento, manejo y conservación de especies sometidas a comercio. *Conservación EX-situ*; 2003;1(1):12-20.
- CASPERSSON T, ZECH L, JOHANSSON C. Chemical Differentiation Along Metaphase Chromosomes. *Exp Cell Res*. 1968;49:219-222.
- DEFLER T. Primates de Colombia. Conservación Internacional, Bogotá, D.C., Colombia; 2003.
- DE BOER LEM. Cytotaxonomy of the PLATYRRHINI (Primates). *Genen Phaenen*. 1974;17:1-115.
- DUTRILLAUX B, COUTURIER J, FOSSE AM. The Use of High Resolution Banding in Comparative Cytogenetics: Comparison between Man and *Lagothrix lagothericha* (Cebidae). *Cytogenet Cell Genet*. 1980;27:45-51.
- DUTRILLAUX B, COUTURIER J, VIEGAS-PEQUIGNOT E. Evolution Chromosomique des Platyrrhiniens. *Mammalia*. 1986;50:56-81.
- EGOZCUE J, PERKINS EM. The Chromosomes of Humboldt's Woolly Monkey (*Lagothrix lagothericha*, Humboldt 1812). *Folia Primatol*. 1970;12:77-80.

- 
- FOODEN J. A Revision of the Woolly Monkeys. *J Mammal.* 1963;4,(2):213-247.
- GOODPASTURE C, BLOOM SE. Visualization of Nucleolar Organizer Regions III Mammalian Chromosomes Using Silver Staining. *Chromosoma.* 1975;53:37-50.
- GROVES C. Primate Taxonomy. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.;2001.
- IESHIMA A, YORITA T, TAKESHITA K. A simple R-banding technique by BrdU-Hoechst treatment and Giemsa staining following heating and ultraviolet exposure. *J Hum Genet.* 1984; 29(2):133-138.
- KING M. Species Evolution: The Role of Chromosome Change. Cambridge University. Press, New York, 1995. p. 336.
- KOIFFMAN CP, SALDANHA PH. Cytogenetics of Brazilian Monkey. *J Hum Evol.* 1974;3:275-282.
- KOIFFMAN CP, SALDANHA PH. Karyotypic studies in Atelinae monkeys. *Rev Bras Genet.* 1982;4:773-793.
- MOORHEAD PS, NOWELL PC, MELLMAN WJ, BATTIPS DM, HUNGERFORD DA. Chromosome Preparations of Leukocytes Cultured From Human Peripheral Blood. *Exp Cell Res.* 1960;20(3):613-616.
- O'BRIEN SJ, MENNINGER JC, NASH WG. Atlas of Mammalian Chromosomes. John Wiley and Sons; 2006.
- REDFORD KH. The Empty Forest. *Bioscience.* 1992;42:412-422.
- RUIZ-GARCÍA M, MURILLO A, CORRALES C, ROMERO-ALEÁN N, ÁLVAREZ-PRADA D. Genética de poblaciones amazónicas: la historia evolutiva del jaguar, ocelote, delfín rosado, mono lanudo y piurí, reconstruida a partir de sus genes. *Animal Biodiversity and Conservation.* 2007;30.2:115-130.
- SOLÉ F, WOESSNER S. Microwaves Improve Chromosome G-Banding in Fresh Blood and Bone Marrow. *J Clin Pathol.* 1992;45:1118.
- STANYON R, CONSIGLIERE S, BIGONI F, FERGUSON-SMITH M, O'BRIEN PCM, WIENBERG J. Reciprocal chromosome painting between a New World primate, the woolly monkey, and humans. *Chromosome Res.* 2001;9:97-106.
- STANYON R, ROCCHI M, CAPOZZI O, ROBERTO R, MISCEO D, VENTURA M, CARDONE MF, BIGONI F, ARCHIDIACONO N. Primate chromosome evolution: Ancestral karyotypes, marker order and neocentromeres. *Chromosome Res.* 2008;16:17-39.
- STEVENSON PR, QUIÑONES MJ, AHUMADA JA. Ecological strategies of woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*) at Tinigua National Park, Colombia. *Am J Primatol.* 1994;32:123-140.
- STEVENSON PR, LINK A, FIORE AD, DE LA TORRE S, BOUBLI JP. *Lagothrix poeppigii*. IUCN Red List of Threatened Species: IUCN 2008. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- SUMNER AT. A Simple Technique for Demonstrating Centromeric Heterochromatin. *Exp Cell Res.* 1972;75:304-306.
- VERNA RS, BABU A. Human Chromosomes: manual of basic Techniques. Pergamon Press NY-Oxford;1989.