

Determinación cariotípica e ideograma en tinción estándar de *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint - Hilarie, 1803)

Marylin Novillo-González

Laboratorio de Genética, Escuela de Biología, Universidad Central del Ecuador, Quito - Ecuador. E-mail: marylinnovillo@hotmail.com

RESUMEN

Se describe citogenéticamente al jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), a través de la construcción del cariotipo estándar y del ideograma; para lo que se utilizaron muestras de sangre periférica de dos machos y dos hembras cautivos de dos zoológicos y un centro de rescate. Se obtuvo cromosomas metafásicos a partir de cultivos de sangre total, con un número diploide de 38 ($2n=38$, XY/XX), un número fundamental NF de 76. Los pares somáticos se distribuyeron en cinco grupos, basándose en el orden preestablecido por la Conferencia sobre Cariotipos de Félidos de San Juan, aunque el presente arreglo se diferencia en que se cambió de lugar los pares 2, 3, 8 y 9

Palabras clave: Citogenética, jaguarundi, número cromosómico, grupos cromosómicos.

ABSTRACT

The jaguarundi is cytogenetically described through the construction of a standard caryotype and an ideogram; for such reason samples of peripheral blood were taken from captive individuals, two males and two and females from two zoos and a rescue center. Metaphasical chromosomes were obtained from whole blood cultures, with a diploid number of 38 ($2n=38$, XY/XX), and a fundamental number of 76. The somatic pairs were distributed into five groups, based on a previously established order by San Juan Conference about Felid Caryotypes, though the present arrangement differs from that one in the position change of pairs 2, 3, 8 and 9.

Key words: Cytogenetic, jaguarundi, chromosomic number, chromosomic groups.

ISSN 1390-3004

Recibido: 26-02-2010

Aceptado: 09-04-2010

INTRODUCCIÓN

Puma yagouaroundi, a pesar de ser una especie con amplia distribución a lo largo de América, se ubica en el Apéndice I por la CITES, que significa que

está en peligro de extinción, y la UICN lo cataloga como No Evaluado NE (Tirira, 2007).

Wilson & Reeder, (2005) consideran que esta especie tiene amplia distribución en América, se encuentra desde el sur de los Estados Unidos (en Texas, Arizona y Florida donde ha sido introducido) y México, a través de Centroamérica (en El Salvador, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y Belize) y Sudamérica en Guayana Francesa, Surinam, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Bolivia, Paraguay hasta el norte de Argentina, además de haberse extinto en Uruguay (Fig. 1).



Figura 1. Mapa de distribución de *Puma yagouaroundi*

Según Tirira (2001) la especie habita en la región interandina ecuatoriana, especialmente alrededor de las zonas boscosas y húmedas de los pisos tropicales y subtropicales a ambos lados de la cordillera de los Andes, aunque hay referencias de avistamientos en bosques secos.

El cuerpo del jaguarundi es esbelto y alargado, la cabeza pequeña y achatada; orejas pequeñas redondeadas, patas cortas, pero las posteriores tienen menor longitud de las anteriores; la cola es muy larga, mide aproximadamente el 60% de su largo cabeza cuerpo. Pesa de 4,5 a 9,0 kg. Su pelaje presenta dos coloraciones: negruzco a café-gris y rojizo a castaño (Nowak, 1999). Aunque según Maffei *et al.* (2007) el color gris es más común que el rojizo en una proporción de 2 a 1. Su fórmula dental es I 3/3; C 1/1; P 3/2; M 1/1. En cuanto a sus hábitos, los jaguarundis cazan por la mañana y tarde, se alimenta de aves, mamíferos pequeños, también reptiles pequeños, peces, artrópodos, incluso hojas y frutos (McCarthy, 1992). No obstante, Samayoa *et al.* (2006) determinan que en su estudio la presa encontrada con mayor frecuencia en las excretas de este felino es el insecto del género *Blattaria* spp.

De Oliveira (1998) reconoce ocho subespecies: *Puma yagouaroundi armeghinol*, en el oeste de Argentina; *P. y. cacomitli*, desde el sur de Texas hasta centro de Veracruz; *P. y. eyra*, en el sur de Brasil, Paraguay y norte de Argentina; *P. y.*

fossata, desde Veracruz hasta Nicaragua central; *P. y. melantho*, en Perú; *P. y. panamensis*, desde Nicaragua central hasta Ecuador; *P. y. tolteca*, desde el sur de Arizona hasta el centro de Guerrero; y *P. y. yagouaroundi*, desde el este de Venezuela al noreste de Brasil.

Hsu *et al.* (1963), indican que el *P. yagouaroundi* presenta un número diploide de 38 cromosomas ($2n=38$). Posteriormente Wurster & Bernischke (1968), publicaron el cariotipo de la jaguarundi, donde explican que, esta especie tiene 36 autosomas meta o submetacéntricos y ningún acrocéntrico; un par de pequeños submetacéntricos (E1) tiene satélites e brazos cortos; el cromosoma X es un submetacéntrico mediano. El cariotipo difiere con el del gato doméstico en no tener acrocéntricos en el grupo F, un par extra de submetacéntricos en el grupo B y un par extra de metacéntricos en el grupo E (Fig. 7). Posteriormente se especifican cinco grupos cromosómicos para la especie (Jones, 1965, *en*: Wurster-Hill, 1973). En el grupo A se ubican tres pares cromosómicos; en el grupo B, cuatro pares; en el grupo C dos pares; en el grupo D, se ubican cuatro pares; y, en el grupo E, cinco pares, siendo el primer par de éste el que tiene satélites en sus brazos cortos; además del par sexual se ubica al final sin pertenecer a ningún grupo, al igual que en el cariotipo de 1963.

El objetivo del presente estudio fue determinar el cariotipo en tinción estándar del *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint - Hilarie, 1803), para la construcción del idiograma, adicionalmente establecer si existen diferencias cromosómicas numéricas o estructurales ya que jaguarundi presenta distintos fenotipos de color entre los individuos muestreados.

METODOLOGÍA

Se tomaron muestras de sangre periférica de dos machos cautivos del Zoológico El Pantanal (provincia del Guayas), una hembra del Zoológico La Isla (provincia del Napo) y una hembra del Centro de Rescate Jambelí (provincia del Guayas).

Se utilizó como anticoagulante heparina sódica, ya que reduce al mínimo la posibilidad de lisis después de la extracción de la sangre (Lewis *et al.*, 2007). Se usó como medio RPMI16-40 con L-glutamina y hepes, 10% de suero fetal bovino como nutriente 1,5 ml de Estreptomina - Fungizona como antibiótico antimicótico, y 10 ml de fitohemaglutinina para estimular el crecimiento celular. En un frasco Roux se colocó 6 ml de medio y 1 ml de sangre total, y se dejó incubar en una estufa a 37° C por 48, 72 y 96 horas. En las dos últimas horas se dejó reposar con 0,2 ml de colcemid en el cultivo. Para el tratamiento hipotónico se expuso el cultivo por 20' a KCl precalentada a 37° C para aumentar la efectividad ya que suaviza la membrana. Para la fijación se utilizó fijador de Carnoy (3:1) (tres partes de metanol y una parte de ácido acético), previamente puesto en congelación. Se dejaron caer varias gotas de

muestra en la placa a una distancia de entre 15 a 20 cm. La tinción se hizo con Giemsa al 5 y 10 % por 8' y 2' respectivamente.

Tabla 1. Nomenclatura cromosómica según Levan *et al.* (1964)

Cromosoma	Localización del centrómero	RB	IC
M	Medio estricto	1,0	50
m	Región mediana	1,1 – 1,7	50-37,5
sm	Región submediana	1,8 – 3,0	37,5-25
st	Región subterminal	3,1 – 7,0	25-12,5
t	Región Terminal	7,1 – 0,0	<12,5
T	Terminal estricto	00	0

RB= ratio, relación entre brazo largo y corto; IC= índice centromérico.

Tabla 2. Medias de las longitudes cromosómicas de *Puma yagouaroundi*, biometría cromosómica según Levan *et al.* (1964), largo relativo, cálculos de estadística descriptiva y nomenclatura cromosómica.

GRUPO	PAR	C	s	l	IC	RB	RL	S	Máx.	Mín.	Nom.
A	1	9,43	3,44	5,99	37,50	1,74	8,65	1,80	10,22	8,64	m
	2	8,52	3,56	4,3	47,58	1,41	7,81	1,62	9,22	7,81	m
	3	7,14	3,55	3,95	41,58	1,64	6,55	1,38	7,74	6,54	m
B	4	8,13	1,97	6,06	25,29	2,98	7,45	1,46	8,77	7,49	sm
	5	6,58	1,88	4,68	28,67	2,48	6,03	1,26	7,13	6,02	sm
	6	6,23	1,92	4,37	30,49	2,28	5,1	1,14	6,48	5,74	sm
	7	5,94	1,78	4,12	30,28	2,30	5,44	1,08	6,41	5,46	sm
C	8	6,5	2,52	3,86	47,08	1,1	5,96	1,23	6,82	5,74	m
	9	5,59	2,63	3,48	37,80	1,12	5,12	1,08	6,04	5,14	m
D	10	5,11	2	3,12	39,02	1,56	4,69	0,86	5,48	4,74	m
	11	4,76	1,84	2,91	38,77	1,58	4,36	0,82	5,12	4,40	m
	12	4,48	1,73	2,72	38,47	1,56	4,1	0,72	4,78	4,16	m
	13	4,31	1,65	2,66	38,32	1,61	3,95	0,71	4,62	4	m
E	14	4,18	2,01	2,17	48,08	1,08	3,83	0,64	4,46	3,90	m
	15	3,93	1,68	2,25	42,74	1,34	3,6	0,63	4,08	3,65	m
	16	3,51	1,52	2	43,08	1,31	3,21	0,46	3,71	3,31	m
	17	3,29	1,43	1,86	43,44	1,29	3,01	0,55	3,52	3,04	m
	18	2,77	1,26	1,55	44,93	1,25	2,53	0,48	2,98	2,56	m
X	6,02	2,46	3,5	41,28	1,42	5,51	0,96	6,44	5,59	m	
Y	2,7	0,82	1,88	30,37	2,29	2,48	0,4	2,87	2,53	sm	

C= largo total; s= longitud del brazo corto; l= longitud del brazo largo. IC= índice centromérico; RB= relación de brazos o ratio; S= desviación estándar; Máx. / Mín.= intervalos de confianza; m= metacéntrico, sm= submetacéntrico

Los cromosomas recortados se midieron con un calibrador digital con una precisión de 0,01 mm. Las medidas tomadas fueron la longitud total cromosómica (C), longitud de los brazos cortos p (s) y largos q (l), con lo que se determina la relación de brazos RB (l / s), el índice centromérico IC [$(p / p+q) \times 100$] y la longitud relativa RL; se midió los datos de cada una de las metafases para su correcta y definitiva clasificación según la nomenclatura cromosómica de Levan *et al.* (1964) (Tabla 1).

En el análisis estadístico se determinó la desviación estándar (S) del largo total (C) de cada par cromosómico en el complejo haploide y los intervalos de confianza de éste (Moyón & Barrera, 1982) (Tabla 2).

RESULTADOS

Se revisaron 341 metafases, de las que se analizaron 44 cariotipos, se determinó un número diploide de $2n= 38$, XX para hembras y $2n= 38$, XY para machos, con un número fundamental de 76 para cada cariotipo. Los autosomas se distribuyeron en cinco grupos. En el grupo A hay tres pares metacéntricos grandes; en el grupo B, cuatro pares submetacéntricos grandes; en el grupo C, dos pares metacéntricos medianos; en el grupo D, cuatro pares metacéntricos; en el grupo E, cuatro pares metacéntricos estos a su vez son los más pequeños de todo el cariotipo, en que el primer par posee satélites en sus brazos cortos, por lo que es llamado también cromosoma carnívoro. Se clasificaron 28 cromosomas metacéntricos y ocho submetacéntricos, o 14 pares y cuatro pares, respectivamente; en cuanto a los autosomas, el cromosoma X es un metacéntrico mediano, que según su longitud total promedio se ubica entre los pares 8 y 9, del grupo C; mientras que el cromosoma Y es un submetacéntrico pequeño, como se puede observar en la tabla 2; los cariotipos se presentan de la figura 2 a la 6.

DISCUSIÓN

El cariotipo de *P. yagouaroundi* publicado por Wurster & Bernischke (1968), presenta cuatro pares cromosómicos para los grupo A, B, D y E, dos pares en el grupo C, y el par de cromosomas sexuales, asimismo señalan que son únicamente submetacéntricos o metacéntricos, aunque no hay medidas o cálculos de biometría cromosómica que confirmen su clasificación o el orden dispuesto ya que de hecho es notorio que los pares A3 y A4, son más pequeños que los pares B7 y B8, también es importante mencionar que el par E15 es aparentemente más largo que el D14.

Utilizando como fundamentos el orden dado por la Conferencia de San Juan (1965) y las medidas promedio obtenidas junto a los cálculos biometría cromosómica (IC y RB) propuestas por Levan *et al.* (1964), se han determinado al igual cinco grupos cromosómicos, no obstante, el presente arreglo en el cariotipo del jaguarundi diverge en la distribución de los cromosomas con respecto a la organización dada por la Conferencia (1965) en que el par 8 (grupo C), pasó a ser el segundo par (del grupo A); mientras que el par 2 (grupo A), es ahora el par 3. El par 3 antes del grupo A, es el par 9 en el grupo C, y el par 9 (grupo C), es ahora el par 8. De modo que, el cariotipo queda representado por tres pares de cromosomas metacéntricos grandes en el grupo A, cuatro pares de submetacéntricos grandes en el grupo B, dos pares de metacéntricos medianos en el grupo C, cuatro pares de metacéntricos pequeños en el grupo D y cinco pares de metacéntricos pequeños en el grupo

E, mismo en el que se encuentra el par 14, que es también el par marcador carnívoro caracterizado por tener satélites en sus brazos cortos.

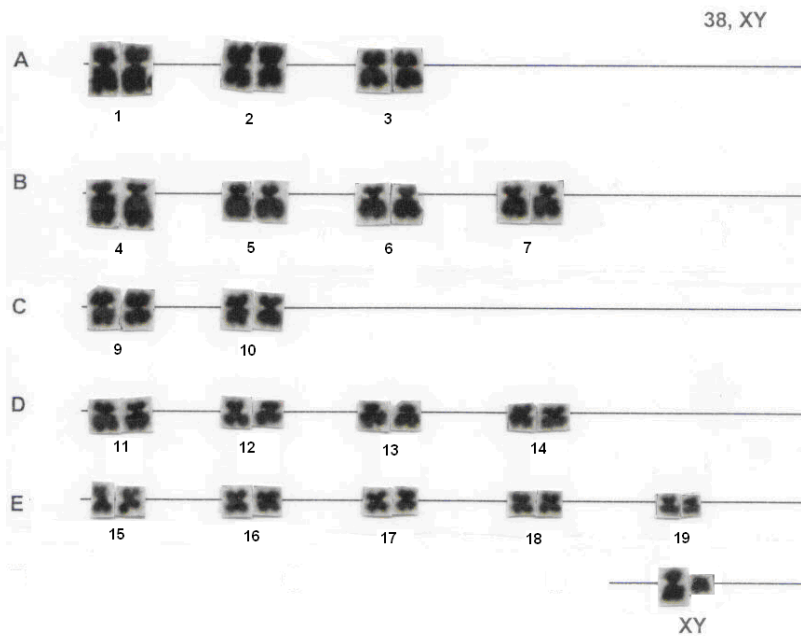
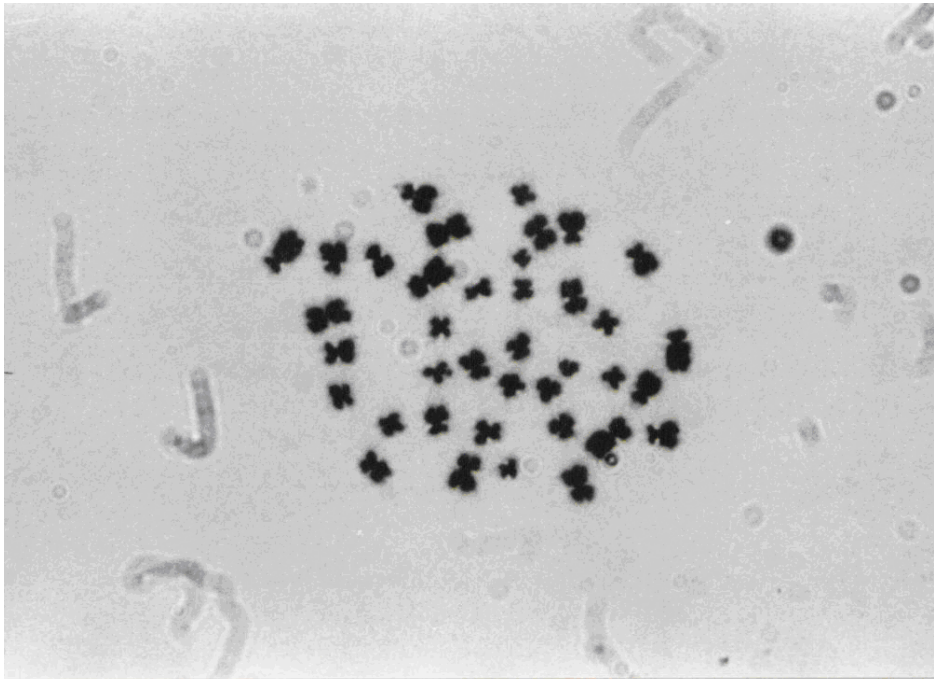
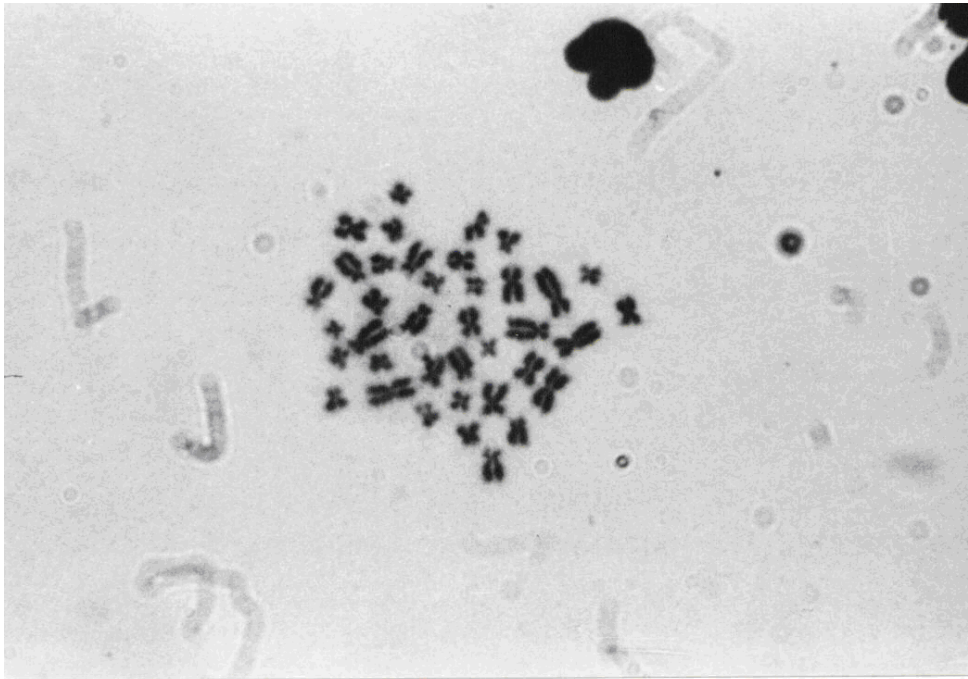


Figura 2. Cariotipo de *Puma yagouarundi*, $2n=38$, XY, satélites inconspicuos.



38, XX

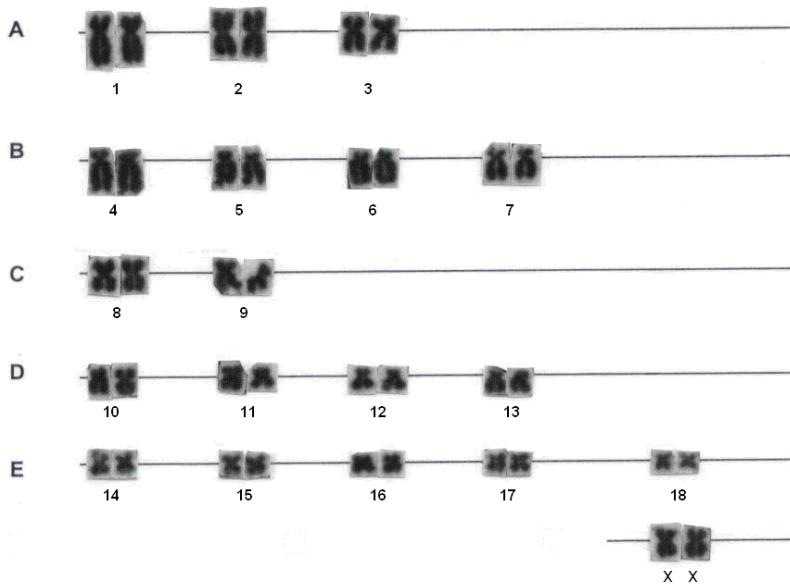


Figura 3. Cariotipo de *Puma yagouaroundi*, $2n=38$, XX, satélites inconspicuos.

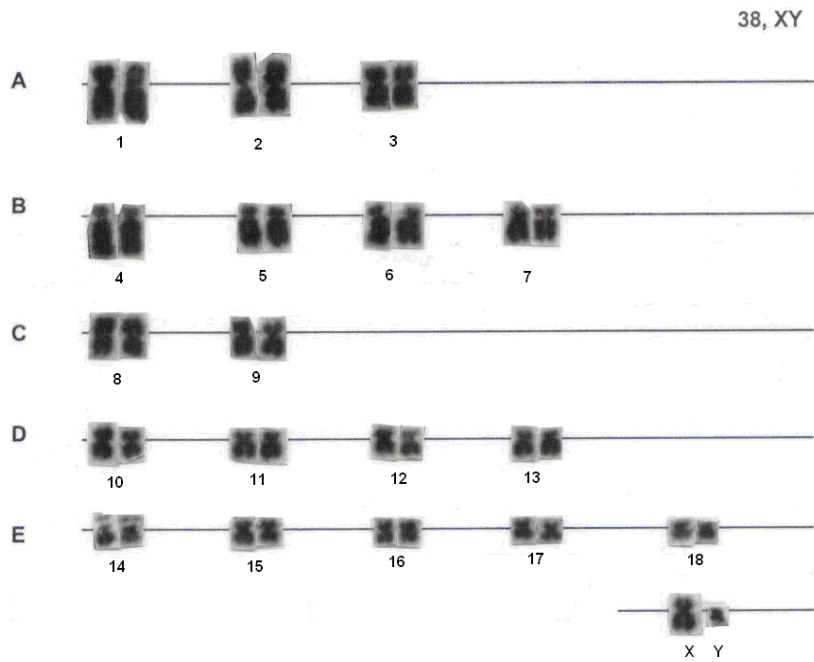
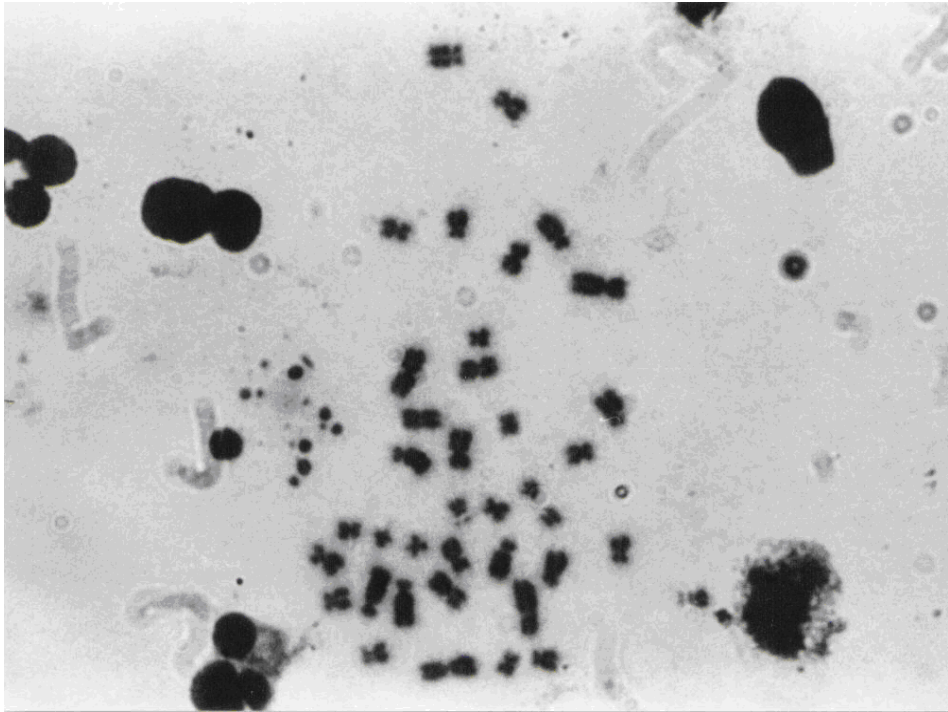


Figura 4. Cariotipo de *Puma yagouarundi*, $2n=38$, XY, con presencia de satélites conspicuos.

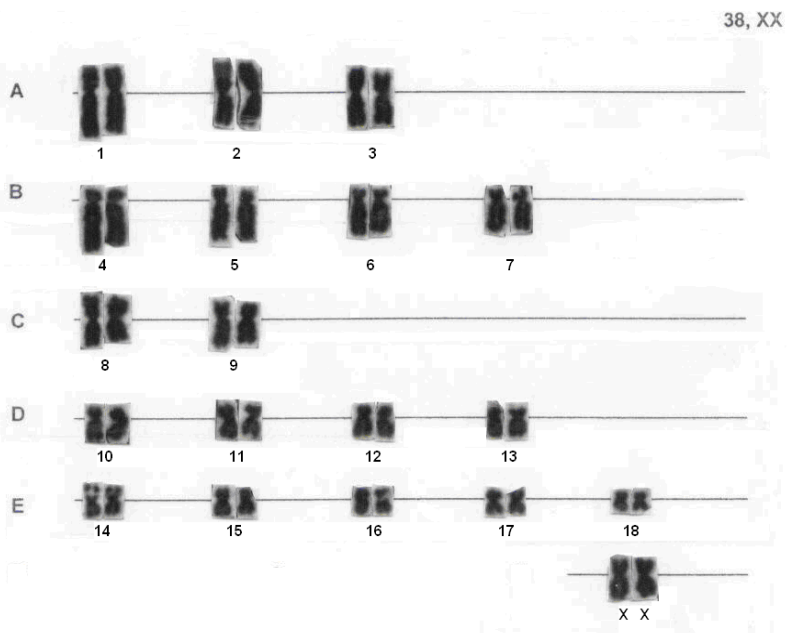
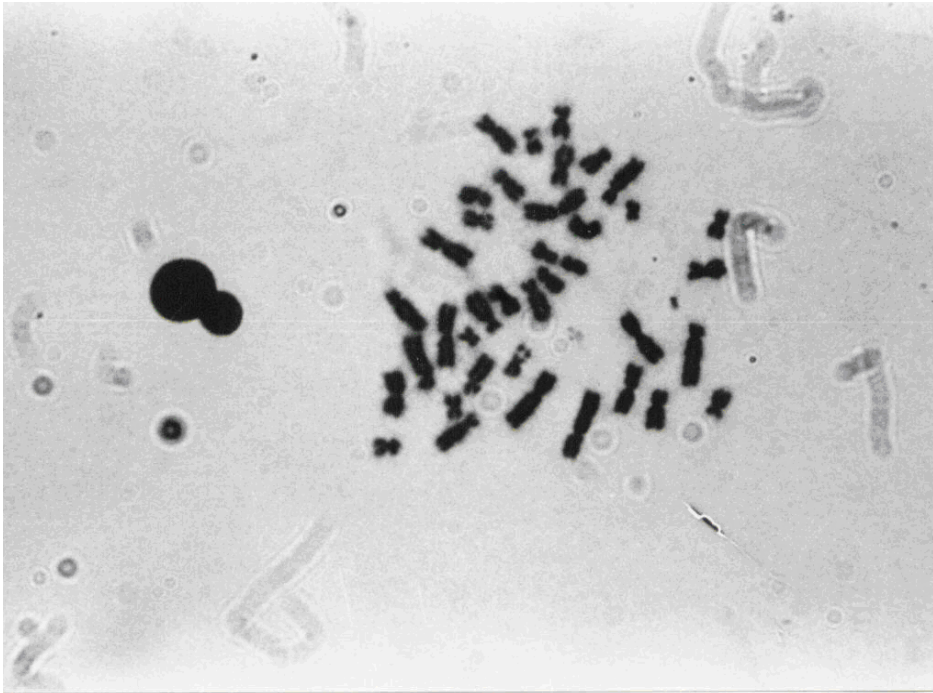


Figura 5. Cariotipo de *Puma yagouaroundi*, $2n=38$, XX, con presencia de satélites conspicuos.

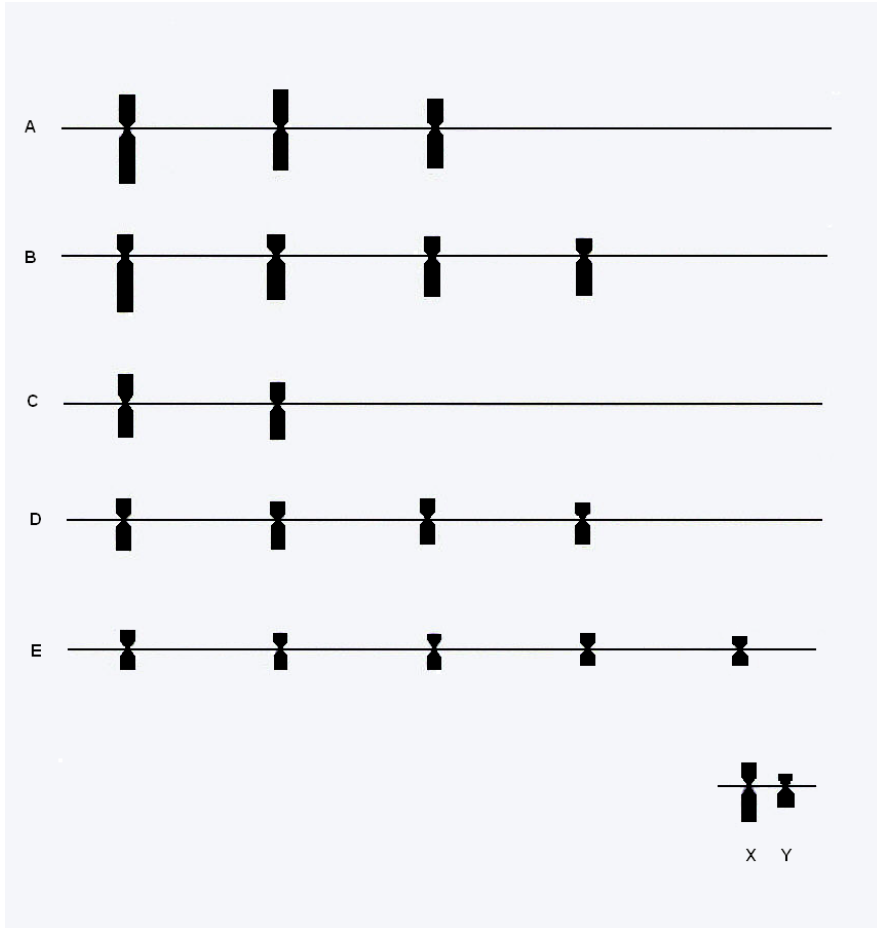


Figura 6. Idiograma de *Puma yagouarundi*.

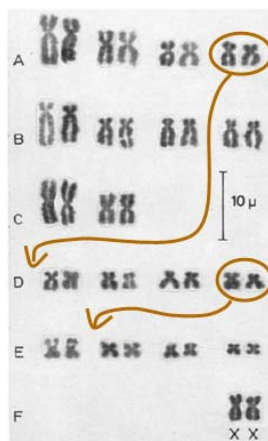


Figura 7. Cariotipo de *Puma yagouarundi*, $2n=38$, XX (Según Wurster & Benirschke, 1968).

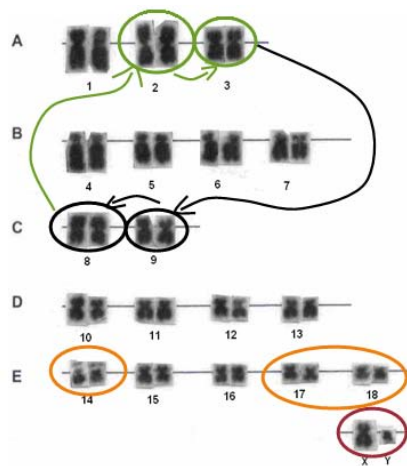


Figura 8. Cariotipo de *Puma yagouarundi*, $2n=38$, XY, con presencia de satélites conspicuos (Novillo, este estudio).

En los cariotipos masculinos, el cromosoma Y es ligeramente más grande que el par E18, siendo las medidas promedio de C del primero 2,7 mm y del segundo 2,63 mm (Fig. 9).



Figura 9. Comparación de tamaño entre cromosomas Y y E18.

El par E14 o cromosoma marcador carnívoro se midió con los satélites ya que se trata de una constricción secundaria, clasificándose como metacéntrico y no como submetacéntrico con satélites como indican Wurster & Benirschke (1968), lo que apoyado en las mediciones justifica el que en este grupo se designen cinco pares, en lugar de cuatro. Igualmente, Ledesma *et al.* (2004) y Tanomtong *et al.* (2007) mencionan que se midió también al par marcador con los satélites, resultando metacéntrico en dichos estudios. Sin embargo Wurster *et al.* (1973) no sugieren nada al respecto de este par cromosómico.

P. yagouaroundi es el único de los gatos pequeños neotropicales (*Leopardus pardalis*, *L. wiedii*, *L. tigrinus*) que presenta un número diploide de 38, y tampoco tiene cromosomas acrocéntricos en su cariotipo (Hsu *et al.*, 1963). Por lo que se puede decir que, a pesar de que los félidos tienen un cariotipo muy estable como familia, aún se encuentran características que los hacen únicos como especie entre los demás gatos, debido.

El cromosoma X es un metacéntrico mediano, igual que para el puma (*Puma concolor*) y el guepardo (*Acinonyx jubatus*); mientras que para especies como el jaguar (*Panthera onca*) y el leopardo asiático (*Prionailurus bengalensis*) son submetacéntricos medianos (Hsu *et al.*, 1963; Ledesma *et al.*, 2004; Tanomtong *et al.*, 2007). El cromosoma Y ha sido determinado como submetacéntrico pequeño en este estudio, tal como en del puma; mientras que, en otros félidos como el jaguar o el leopardo asiático es metacéntrico, los más pequeños de todo el complemento (Hsu *et al.*, 1963; Ledesma *et al.*, 2004; Tanomtong *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

El número diploide de *Puma yagouaroundi* es $2n=38$, su número fundamental (NF o FN) es 76.

Tras la ejecución de los cálculos de índice centromérico y relación de brazos se demuestra que 14 de los pares cromosómicos somáticos del cariotipo de *P. yagouaroundi* son metacéntricos, cuatro pares son submetacéntricos y ninguno es acrocéntrico.

No se muestran diferencias cromosómicas numéricas o estructurales en el cariotipo con relación a sus variaciones fenotípicas con respecto al color del pelaje.

AGRADECIMIENTOS

A Mariana Moyon y Galo Cantos del Laboratorio de Genética de la Escuela de Biología de Universidad Central del Ecuador. A Víctor H. Espín, Alicia Godoy y Janet Nájera del Laboratorio de Genética Humana del Hospital Carlos Andrade Marín. Al personal de Protección Animal Ecuador por proporcionar las muestras de tejido sanguíneo para los bio-ensayos de este proyecto. A Nelson Chiriboga, Marcelo Carrera (Zoológico La Isla), Julio Baquerizo (Centro de rescate Jambelí), Leonardo Arias, Myriam Rivera (PUCE), Ligia Ocampo y Miriam Espin (Laboratorio de Genética de SOLCA) por la ayuda ofrecida al coleccionar las muestras y por el apoyo logístico.

REFERENCIAS

- De Oliveira, T.G.** 1998. *Herpailurus yagouaroundi*. *Mammalian Species* 578: 1-6.
- Hsu, T.C., H.H. Rearden & G.F. Luquette.** 1963. Kariological studies of nine species of Felidae. *The American Naturalist* 895: 225-234.
- Jones, T.C.** 1965. San Juan conference on karyotype of Felidae. *Special Report, Mammal. Chromosoma Newsletter*. 15: 121-122
- Ledesma, M.A., C.O. Ledesma, K. Schiaffino, M.A. Rinas & R.J. Gunski.** 2004. Análisis citogenético de *Panthera onca* (Pantetherinae) de la provincia de Misiones, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 11(1): 85-90.
- Lewis, S., S.M. Lewis, B.J. Bain & I. Bates.** 2007. *Hematología práctica*. 10^{ma}. Ed. Elsevier. España.
- Mc Carthy, T.J.** 1992. Notes concerning the jaguarundi cat (*Herpailurus yagouaroundi*) in the Caribbean lowland of Belize and Guatemala. *Mammalia* 56(2): 302-306.
- Moyón H., M. & A.M. Barrera.** 1982. *Determinación cariotípica del género Akodon (Rodentia, Cricetidae) del Páramo El Ángel, Provincia del Carchi*. Tesis de Doctorado. Universidad Central del Ecuador.
- Nowak, R.M.** 1999. *Mammals of the World*. 6th Ed. Volume I. The John's Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- Samayoa, R., L. Girón G. & N. Herrera.** 2006. *Tesis sobre mamíferos de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador*. Grupo de Trabajo de Mastozoología de El Salvador (GTMES). Grupo Editorial GTMES.
- Tanomtong, A., K. Puntivar & S. Khunsook.** 2007. A study on karyotype of the Asian Leopard Cat, *Prionailurus bengalensis* (Carnivora, Felidae) by conventional staining, G-banding and high-resolution technique. *Cytologia* 72(1): 101-110.
- Tirira, D.** 2007. *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito.

- Tirira S., D.** 2001. *Libro rojo de Mamíferos del Ecuador*. SIMBIOE/ EcoCiencia/ Ministerio del Ambiente/ UICN. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4. Quito.
- Wilson, D.E. & D.M. Reeder.** 2005. *Mammals species of the World. A taxonomic and geographic reference*. 3th Ed. Vol. I. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- Wurster, D.H. & K. Benirschke.** 1968. Comparative cytogenetic studies in the order Carnivora. *Journal Chromosoma* 24(3): 336-382.
- Wurster D.H. & C.W. Gray.** 1973. Giemsa banding patterns in the chromosomes of twelve species of cats (Felidae). *Cytogenetics, Cell Genet.* 12: 337-397.