

Polimorfismo cromosómico intraespecífico en la serpiente de coral *Micrurus nigrocinctus* (Ophidia: Elapidae)

por

José María Gutiérrez* y Róger Bolaños*

(Recibido para su publicación el 4 de diciembre de 1980)

Abstract: Two principal karyological patterns were observed in 59 coral snakes (*Micrurus nigrocinctus*) from Costa Rica: I, "nigrocinctus" ($2n = 26$) and II "mosquitensis" ($2n = 30$), which correspond to the subspecies *M. n. nigrocinctus* and *M. n. mosquitensis*, respectively. These chromosomal patterns differ in the number of microchromosomes and in the position of the centromere in the eighth pair of macrochromosomes. In the *M. n. nigrocinctus* group we found three specimens with an additional microchromosome ($2n = 27$) and one with two more ($2n = 28$). Among the *M. n. mosquitensis* we saw two individuals with a variation in the position of the centromere in the W chromosome. This study confirms the intraspecific chromosomal polymorphism characteristic of this species.

La existencia de variaciones cromosómicas intraespecíficas es un hecho ampliamente comprobado en una gran cantidad de grupos de animales, incluyendo artrópodos (Craddock, 1975), mamíferos (Baker *et al.*, 1976) y reptiles (Hall y Selander, 1973), entre otros. Se ha postulado que las variaciones en el cariotipo constituyen, en ciertos casos, un mecanismo clave en el proceso evolutivo de la especiación (White, 1968, 1969).

Los estudios citogenéticos de las serpientes han mostrado la existencia de variaciones intraespecíficas en una serie de especies, constituyendo los casos mejor documentados los de *Bungarus caeruleus* (Singh *et al.*, 1979) y *Micrurus nigrocinctus* (Gutiérrez y Bolaños, 1979). En el caso de *B. caeruleus* se han encontrado cuatro poblaciones cariológicas cuyas diferencias se circunscriben a los cromosomas sexuales de las hembras. Por su parte, en *M. nigrocinctus* se describieron 2 poblaciones cariotípicas, que se diferencian en el número de microcromosomas y en la posición del centrómero en el octavo par de macrocromosomas.

Hemos estudiado, desde el punto de vista citogenético, una cantidad considerable de ejemplares de dicha especie provenientes de gran parte del territorio de Costa Rica con el fin de obtener una visión más clara de este fenómeno de variación cromosómica intraespecífica. En el presente trabajo se exponen estos resultados y se propone un modelo para interpretar este fenómeno.

* Instituto Clodomiro Picado y Departamento de Microbiología, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria, Costa Rica.

MATERIAL Y METODOS

El número de ejemplares analizados y su procedencia se especifican en el Cuadro 1 y en Fig. 1. Utilizamos dos métodos para la obtención de los cariotipos: (a) el descrito por Taylor y Bolaños (1975), que consiste en inoculación *in vivo* de fitohemaglutinina cruda y luego la detención *in vitro* de la mitosis con colchicina (Sigma Chemical Co.); y (b) inoculación *in vivo* tanto de fitohemaglutinina cruda como de colchicina, de acuerdo con Gutiérrez y Bolaños (1979).

Los cromosomas fueron agrupados por orden descendente de tamaño y clasificados de acuerdo con la posición del centrómero en metacéntricos, submetacéntricos y acrocéntricos (Beçak, 1965).

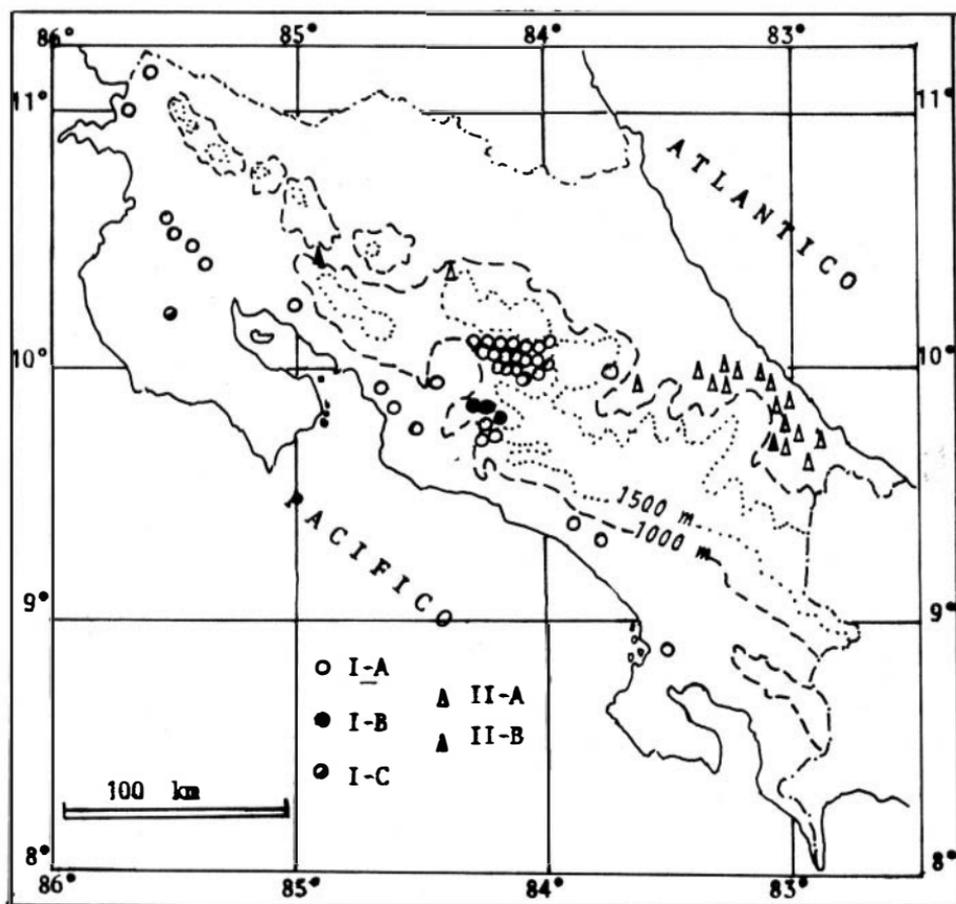


Fig. 1. Procedencia de los ejemplares de *Micrurus nigrocinctus* estudiados. Los círculos corresponden a la subespecie *M. n. nigrocinctus*, en tanto que los triángulos a *M. n. mosquitensis*

CUADRO 1

*Procedencia y patrón cariotípico de 59 ejemplares de
Micrurus nigrocinctus de Costa Rica.*

Procedencia	Especímenes examinados	Patrón cariotípico
San José, Uruca	15	I-A
San José, Escazú	2	I-A
San José, Acosta	1	I-B
San José, Tabarcia	1	I-B
San José, Pérez Zeledón	2	I-A
San José, Puriscal	4	I-A (3) y I-B (1)
Cartago, Tres Ríos	2	I-A
Cartago, Guayabo de Turrialba	1	I-A
Cartago, Ochomogo	1	I-A
Alajuela, Orotina	1	I-A
Alajuela, Naranjo	1	I-A
Puntarenas, Centro	2	I-A
Guanacaste, Liberia	4	I-A
Guanacaste, Las Juntas	1	I-A
Guanacaste, Nicoya	1	I-C
Guanacaste, La Cruz	1	I-A
Guanacaste, Cuajiniquil	1	I-A
Limón, sur de la provincia	14	II-A (13) y II-B (1)
Alajuela, Sta. Rita de San Carlos	1	II-A
Guanacaste, Tilarán	1	II-B
Cartago, Pavones de Turrialba	1	II-A

I-A = Cariotipo tipo "nigrocinctus" más frecuente

II-A = Cariotipo "mosquitensis" más frecuente

B y C = Variantes del patrón general (Ver texto)

RESULTADOS

Los cariotipos estudiados se ubicaron en dos patrones fundamentales, que denominamos "nigrocinctus" o I y "mosquitensis" o II, por corresponder a la designación subespecífica que aparece en el catálogo de Peters y Orejas-Miranda (1970), que propone las denominaciones de *Micrurus nigrocinctus nigrocinctus* para la población del Pacífico sud-este y *Micrurus n. mosquitensis* para la población de la región atlántica costarricense.

Cariotipo I ("nigrocinctus"): Presenta un número diploide de 26 cromosomas, con 16 macro- y 10 microcromosomas, siendo los pares 2 y 3 metacéntricos, en tanto que los pares 1, 6 y 7 son submetacéntricos y los pares 4, 5 y 8 acrocéntricos. Se apreció en todos los especímenes una construcción secundaria en

el primer par de macrocromosomas y en las hembras fue notorio un heteromorfismo en el sexto par, siendo el Z submetacéntrico y el W acrocéntrico y más pequeño (I-A, Fig. 2). Cuatro ejemplares estudiados que se ubican en este grupo presentaron ligeras variaciones cariológicas ya que en tres de ellos observamos 11 microcromosomas (I-B, Fig. 3) y en el otro, 12 (I-C, Fig. 4), siendo sus números diploides 27 y 28, respectivamente.

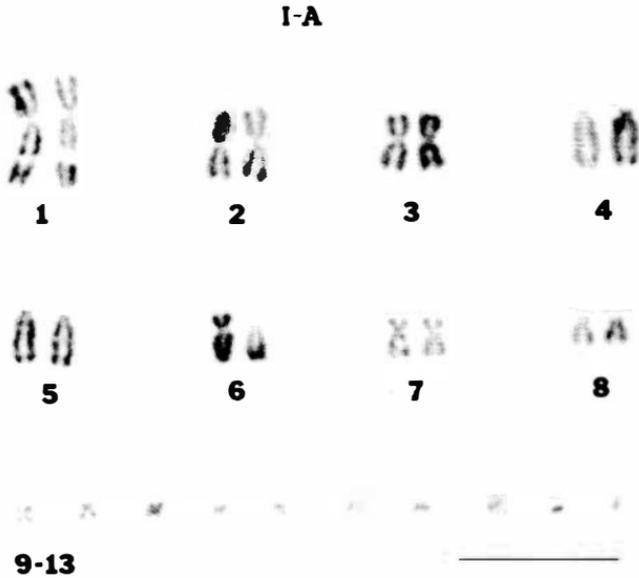


Fig. 2 Cariotipo de *Micrurus nigrocinctus nigrocinctus*, hembra ($2n = 26$).

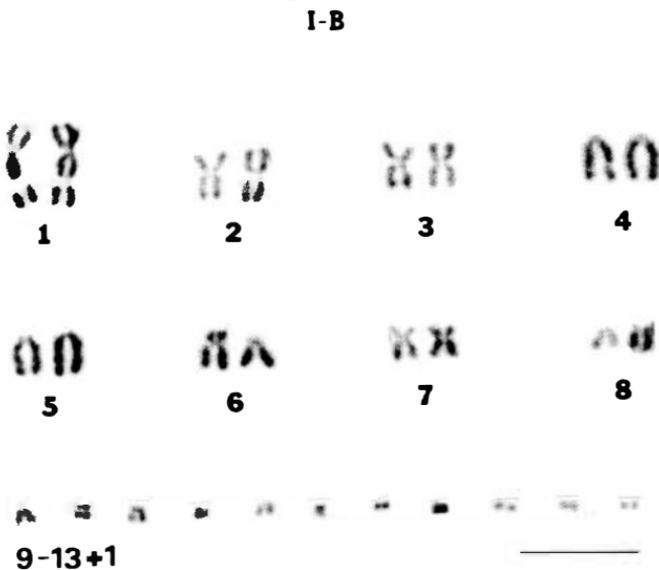


Fig. 3 Cariotipo de *Micrurus nigrocinctus nigrocinctus*, hembra mostrando un microcromosoma más ($2n = 27$).

Cariotipo II ("mosquitensis"): Todos los ejemplares estudiados mostraron un número diploide de 30 cromosomas, con 16 macro- y 14 microcromosomas. Los pares 2 y 3 son metacéntricos, los pares 1, 6, 7 y 8 submetacéntricos y los pares 4 y 5 acrocéntricos. Se apreció en todos los casos una constricción secundaria en el primer par de cromosomas. En cuanto al heteromorfismo en los cromosomas sexuales (sexto par) el patrón fundamental consistió en un cromosoma Z submetacéntrico y un W acrocéntrico y más pequeño (II-A, Fig. 5). Sin embargo, dos ejemplares hembras mostraron un patrón diferente en el sentido de que el cromosoma W era metacéntrico, pero siempre de menor tamaño que el Z (II-B, Fig. 6).

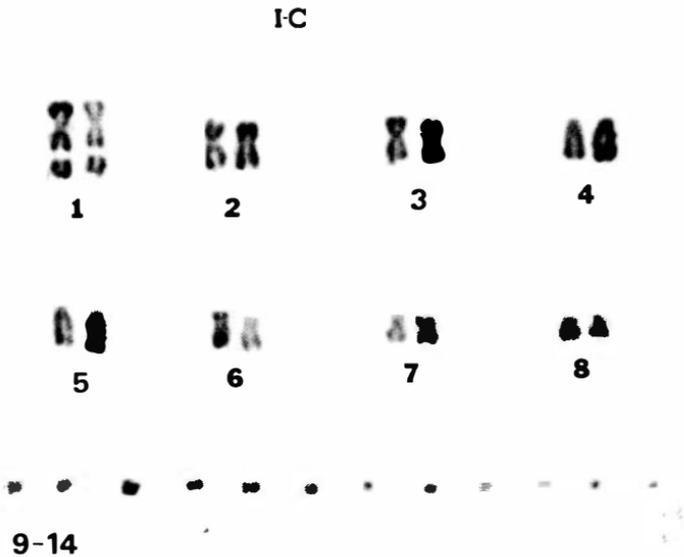


Fig. 4 Cariotipo de *Micrurus nigrocinctus nigrocinctus*, macho, que muestra un par más de microcromosomas ($2n = 28$).

DISCUSION

El presente informe es el segundo en la literatura sobre polimorfismo cromosómico intraespecífico en el suborden Serpentes. Coincidentemente ambos casos son de especies ubicadas en la familia Elapidae*. En *Bungarus caeruleus* las variaciones se circunscriben a los cromosomas sexuales de las hembras (Singh *et al.*, 1979), en tanto que en *Micrurus nigrocinctus* el polimorfismo se da en el octavo par de macrocromosomas y en el número de microcromosomas.

Luego de un amplio estudio y basándose en una serie de parámetros, como número de anillos negros del cuerpo, conteo de escamas ventrales y caudales y patrón de coloración de la cabeza, Savage y Vial (1973) concluyeron que en Costa Rica existen tres poblaciones de la especie *M. nigrocinctus*: (a) Pacífico nor-oeste, (b) Pacífico sud-oeste y (c) Zonas bajas del Atlántico. En el presente estudio

* Algunos autores consideran que *Micrurus* se debe clasificar en una nueva familia: Micruridae.

II-A

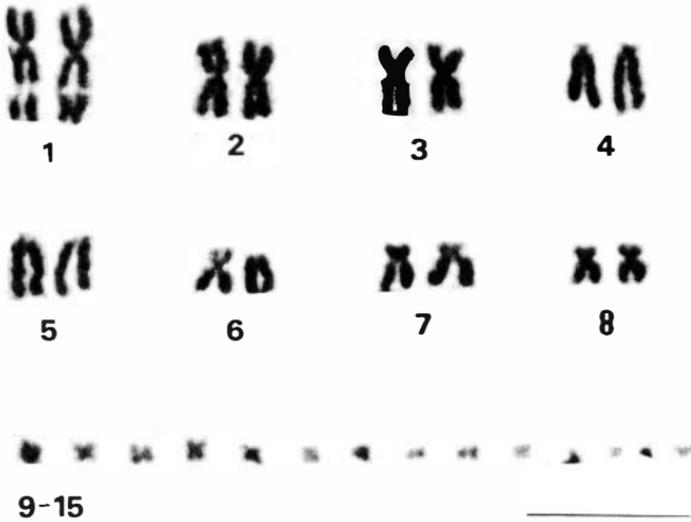


Fig. 5. Cariotipo de *Micrurus nigrocinctus mosquitensis*, hembra ($2n = 30$). El cromosoma W (sexto par) es acrocéntrico.

II-B

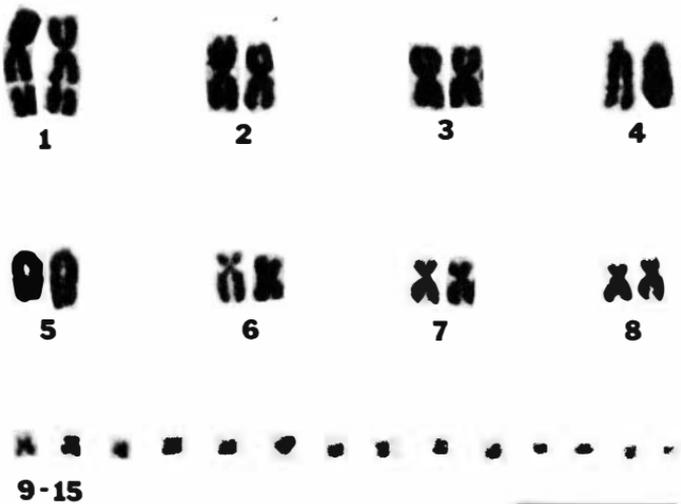


Fig. 6. Cariotipo de *Micrurus nigrocinctus mosquitensis*, hembra, mostrando el cromosoma W (sexto par) submetacéntrico.

examinamos ejemplares de las tres poblaciones y, aunque los datos relativos a la población del Pacífico nor-oeste son escasos, sólo observamos dos patrones cariológicos fundamentales con pequeñas variaciones dentro de los mismos. Así, los ejemplares que morfológicamente se ubicaron en los grupos (a) y (b) de acuerdo con Savage y Vial presentaron en su gran mayoría el patrón cariotípico que hemos denominado I-A o "nigrocinctus", en tanto que los especímenes procedentes de las zonas bajas del Atlántico y ubicados morfológicamente en el patrón (c) de Savage y Vial presentaron un cariotipo con 30 cromosomas que hemos denominado II-A o "mosquitensis".

También estudiamos una serie de ejemplares que, según los criterios antes citados, eran "intermedios" entre ambas poblaciones; sin embargo, no encontramos ningún cariotipo híbrido entre dichos ejemplares, sino que todos ellos se ubicaron claramente en alguno de los patrones descritos. Las variaciones cariológicas descritas en ejemplares de cada una de estas dos poblaciones cromosómicas principales pueden ser un indicador de un proceso evolutivo que se manifiesta por rearrreglos cariotípicos dentro de la especie; sin embargo, la existencia de estas variaciones pequeñas dentro de cada población no pone en duda el hecho de que existen dos patrones citogenéticos principales.

Desde el punto de vista taxonómico, los resultados aquí descritos apoyan nuestro primer informe (Gutiérrez y Bolaños, 1979), en el sentido de que estas variaciones justifican el reconocimiento de estas dos poblaciones. Mas aún, existe la posibilidad de que estas variaciones cariológicas, conjuntamente con la ausencia de cariotipos híbridos en las zonas de superposición de las poblaciones, constituyan una prueba de la presencia de mecanismos de aislamiento reproductivo tan contundentes que hagan que estas dos poblaciones sean dos especies diferentes. Es necesario acumular mayor información y utilizar otros criterios evolutivos y taxonómicos para aclarar esta posibilidad.

Por otra parte, los estudios citogenéticos de las serpientes de coral han mostrado no sólo una gran variación en el número diploide sino también una evidente diferencia en el número de microcromosomas (Beçak y Beçak, 1969; Graham, 1977; Gutiérrez y Bolaños, 1979). Lo anterior sugiere que los rearrreglos con base en los microcromosomas constituyen un recurso evolutivo en *Micrurus* para responder a determinadas presiones selectivas. Por lo tanto, es muy posible que la especiación en las serpientes de coral esté acompañada de rearrreglos, principalmente en la porción del genoma correspondiente a los microcromosomas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros compañeros del Instituto Clodomiro Picado por la colaboración prestada en diferentes fases de este estudio y al Dr. Pedro León por sus valiosos comentarios y sugerencias. Este trabajo fue financiado por la Universidad de Costa Rica y por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

RESUMEN

En un estudio citogenético de 59 ejemplares de la serpiente de coral *Micrurus nigrocinctus* procedentes de todas las áreas de distribución de Costa Rica, se observó dos patrones cariológicos principales: I o "nigrocinctus" ($2n = 26$) y II o "mosquitensis" ($2n = 30$), correspondiendo con las subespecies *M. n. nigrocinctus* y *M. n. mosquitensis*, respectivamente. Estos patrones cromosómicos difieren en el

número de microcromosomas y en la posición del centrómero en el octavo par de macrocromosomas. Además, dentro del grupo de *M. n. nigrocinctus* hubo 3 especímenes con un microcromosoma adicional ($2n = 27$) y uno con dos más ($2n = 28$). En el grupo de especímenes de *M. n. mosquitensis* en dos ejemplares se observó una variación en la posición del centrómero en el cromosoma W. Este estudio corrobora el polimorfismo cromosómico intraespecífico que caracteriza a esta especie.

REFERENCIAS

- Baker, R. J., W. J. Bleier, & W. R. Atchley**
1976. A contact zone between karyotypically characterized taxa of *Uroderma bilobatum* (Mammalia: Chiroptera). *Syst. Zool.*, 24: 133-142.
- Beçak, W.**
1965. Constituição cromossomica e mecanismo de determinação do sexo em ofídios sul-americanos. I. Aspectos cariotípicos. *Mem. Inst. Butantan*, 32: 37-78.
- Beçak, W., & M.L. Beçak**
1969. Cytotaxonomy and chromosomal evolution in serpents. *Cytogenetics*, 8: 247-348.
- Craddock, E.M.**
1975. Intraspecific karyotypic differentiation in the Australian Phasmatid *Didymuria violescens* (Leach). I. The chromosome races and their structural and evolutionary relationships. *Chromosoma* (Berl.), 53: 1-24.
- Graham, G.**
1977. The karyotype of the Texas coral snake, *Micrurus fulvius tenere*. *Herpetologica*, 33: 345-348.
- Gutiérrez, J.M., & R. Bolaños**
1979. Cariotipos de las principales serpientes coral (Elapidae: *Micrurus*) de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 27: 57-73.
- Hall, W.P., & R.K. Selander**
1973. Hybridization of karyotypically differentiated populations in the *Sceloporus granmicus* complex (Iguanidae). *Evolution*, 27: 226-242.
- Peters, J., & B. Orejas-Miranda**
1970. Catalogue of the Neotropical Squamata: Part I. Snakes. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, N^o 297, p. i - viii + 1-347.
- Savage, J.M., & J.L. Vial**
1973. The venomous coral snakes (genus *Micrurus*) of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 21: 295-349.
- Singh, L., S.P. Ray-Chaudhuri, K. Majumdar, L.E. Purdom, & K.W. Jones**
1979. Sex specific chromosome polymorphisms in the common Indian krait, *Bungarus caeruleus* Schneider (Ophidia, Elapidae). *Chromosoma* (Berl.), 73: 93-108.
- Taylor, R., & R. Bolaños**
1975. Descripción de un método simple y económico para el estudio de cariotipos en serpientes. *Rev. Biol. Trop.* 23: 177-183.
- White, M.J.D.**
1968. Models of speciation. *Science*, 159: 1065-1070.
- White, M.J.D.**
1969. Chromosomal rearrangements and speciation in animals. *Ann. Rev. Genet.*, 3: 75-98.