

# Estudios cariológicos de cinco especies de serpientes costarricenses de la familia Colubridae\*

José María Gutiérrez, Alejandro Solórzano y Luis Cerdas  
Instituto Clodomiro Picado, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica

(Recibido para su publicación el 8 de junio de 1984)

**Abstract:** The karyotypes of five species of colubrid snakes from Costa Rica are as follows: *Imantodes cenchoa* and *Drymobius margaritiferus* have a diploid number of 36, with 16 macro- and 20 microchromosomes. The fourth pair is heteromorphic in females of *I. cenchoa*, with a metacentric Z and a submetacentric W chromosomes. Karyotypes of *Erythrolamprus bizonus* and *Leimadophis epinephalus* have 28 chromosomes, without a clearcut separation between macro- and microchromosomes. In the case of *E. bizonus*, the fourth pair contains the sex chromosomes Z and W, both are submetacentric, but the W is smaller. *Xenodon rabdocephalus* has a diploid number of 34 chromosomes (22 macro- and 12 microchromosomes); pair 3 is heteromorphic in females, with a submetacentric Z and a smaller metacentric W. The karyotype of *X. rabdocephalus* may be derived from a primitive karyotype by means of reduction in the number of microchromosomes and centric fissions of two pairs of metacentric autosomes.

Los estudios cariológicos en especies de la familia Colubridae han demostrado la presencia de patrones cromosómicos muy variados (Beçak y Beçak, 1969; Singh, 1972; Baker *et al.*, 1972). Por ejemplo, la especie *Clelia occipitolutea* tiene un número diploide de 50, en tanto que dos especies del género *Hydrodynastes* presentan 24 cromosomas (Beçak y Beçak, 1969).

Los estudios evolutivos y el establecimiento de las relaciones filogenéticas en la familia Colubridae han sido difíciles, debido a la existencia de un pobre registro fósil y a la complejidad del grupo (Baker *et al.*, 1972; Singh, 1972). La existencia de una gran variación en los cariotipos de los colúbridos sugiere que los estudios cariológicos pueden constituirse en un útil instrumento en el esclarecimiento de las relaciones filogenéticas en este grupo de serpientes.

En el presente estudio se describen los cariotipos de cinco especies de colúbridos costarricenses: *Xenodon rabdocephalus*, *Imantodes cenchoa*, *Leimadophis epinephalus*, *Erythrolamprus bizonus*, y *Drymobius margaritiferus*. Además, hemos tratado de relacionar estos ca-

riotipos con los de otras especies de colúbridos estudiados previamente.

## MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares pertenecían al serpentario del Instituto Clodomiro Picado de la Universidad de Costa Rica. Para la obtención de los cariotipos se utilizó el método descrito por Gutiérrez y Bolaños (1979) basado en la inoculación *in vivo* de fitohemaglutinina cruda y colchicina. La fitohemaglutinina fue obtenida a partir de semillas de *Phaseolus lunatus*, según Taylor y Bolaños (1975). Los cromosomas se agruparon por orden decreciente de tamaño y fueron clasificados, de acuerdo con la posición del centrómero, en metacéntricos, submetacéntricos, subtlococéntricos y acrocéntricos (Baker *et al.*, 1972). Los microcromosomas no se ubicaron en ninguna de estas categorías debido a la dificultad para determinar con certeza la posición del centrómero.

## RESULTADOS

*Drymobius margaritiferus*: Dos ejemplares machos fueron estudiados. El número diploide es de 36 cromosomas, con 16 macro- y 20

\* Financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

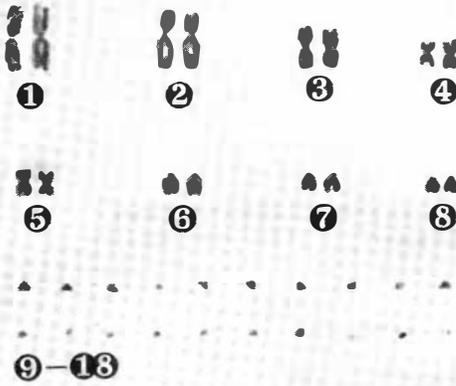


Fig. 1. Cariotipo de *Drymobius margatiferus* (macho)

microcromosomas Fig. 1). De los macrocromosomas, los pares 1, 3, 4 y 5 son metacéntricos, el par 2 es submetacéntrico y los pares 6, 7 y 8 son subtlocéntricos. Dado que no se estudiaron ejemplares hembras, no es posible asignar los cromosomas sexuales; sin embargo, con base en la similitud de este cariotipo con otros de la familia Colubridae, es posible que el par 4 corresponda a los cromosomas sexuales ZZ.

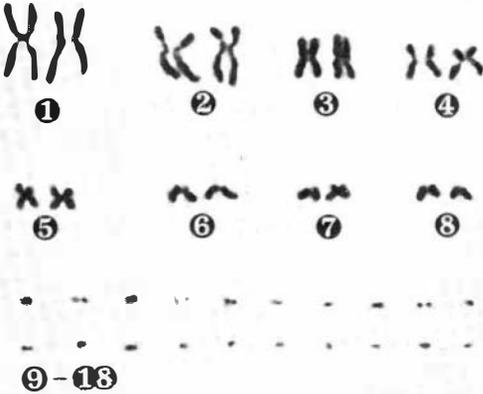


Fig. 2. Cariotipo de *Imantodes cenchoa* (hembra).

*Imantodes cenchoa*: Se estudió el patrón cromosómico en dos ejemplares hembras. El juego diploide consta de 36 cromosomas, con 16 macro- y 20 microcromosomas (Fig. 2). El par 4 es heteromórfico y está formado por los cromosomas sexuales Z y W, siendo el Z metacéntrico y el W submetacéntrico y de un tamaño ligeramente menor que el Z. Con relación

a los autosomas, los pares 1, 3 y 5 son submetacéntricos, en tanto que los pares 2 y 7 son submetacéntricos y los pares 6 y 8 son acrocéntricos.

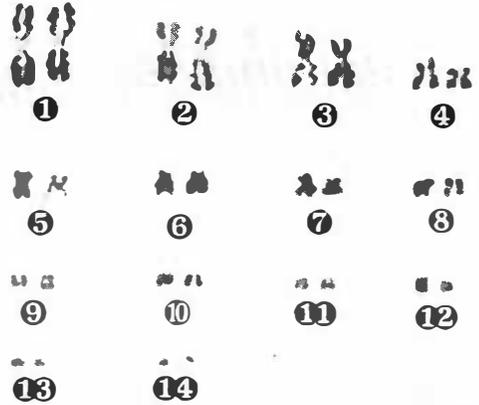


Fig. 3. Cariotipo de *Erythrolamprus bizonus* (hembra)

*Erythrolamprus bizonus*: El número diploide de un ejemplar hembra fue de 28 cromosomas. No existe un cambio abrupto de tamaño entre los macro- y los microcromosomas (Fig. 3). Los pares 1, 3, 5 y 9 son metacéntricos, en tanto que los pares 2, 7, 8 y 10 son submetacéntricos y el par 6 es subtlocéntrico. El par 4 es heteromórfico y contiene los cromosomas sexuales Z y W; ambos son submetacéntricos, pero el Z es más grande. Los pares 11, 12, 13 y 14 no se clasificaron debido a la dificultad para determinar la posición del centrómero.

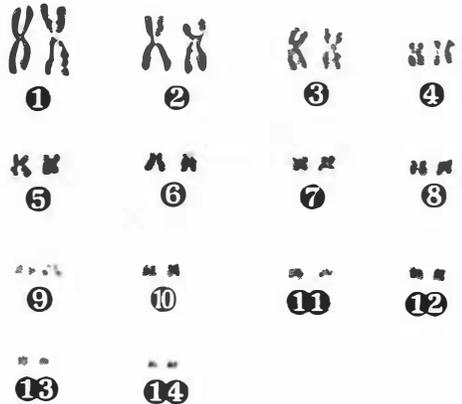


Fig. 4. Cariotipo de *Leimadophis epinephalus* (macho)

*Leimadophis epinephalus*: Se estudiaron tres ejemplares machos, los cuales presentaron un

juego diploide de 28 cromosomas (Fig. 4). Al igual que en *E. bizonus* no se describieron macro- y microcromosomas debido a que no se da un cambio abrupto de tamaño que justifique esa división. Los pares 1, 3, 5, 7 y 10 son metacéntricos, los pares 2, 4 y 8 son submetacéntricos y los pares 6 y 9 son subtolocéntricos. La posición del centrómero es difícil de determinar en los pares 11, 12, 13 y 14.

par; (II) cariotipos con número diploide de 40 cromosomas, con 18-20 macro- y 20-22 microcromosomas; un ejemplo de este grupo corresponde a *Elaphe subocularis*; y (III) cariotipos con número diploide de 36 pero sin una delimitación clara entre macro- y microcromosomas; varias especies de la subfamilia Natricinae se ubican en este grupo.

Estudios posteriores han demostrado que otros patrones cariológicos también ocurren en la familia Colubridae. Por ejemplo, de las especies estudiadas en este informe, los cariotipos de *Erythrolamprus bizonus* y *Leimadophis epinephalus* no se ubican en ninguno de estos tres grupos. Más bien dichos cariotipos son muy similares a los de *Phylodrias serra*, *Liophis miliaris* y *Erythrolamprus aesculapii* (Beçak y Beçak, 1969). Todos ellos tienen un número diploide de 28 y no existe un límite claro entre macro- y microcromosomas; por ello, estos cariotipos vendrían a formar una nueva categoría. Además, la posición del centrómero en los diversos pares de cromosomas es muy parecido en todos estos cariotipos, lo cual confirma su similitud. Las únicas diferencias se dan en el cromosoma W, que es submetacéntrico en las dos especies de *Erythrolamprus*, en tanto que es acrocéntrico en *P. serra* y *L. miliaris*. De acuerdo con el modelo propuesto por Beçak y Beçak (1969) para explicar la diferenciación de los cromosomas sexuales en las serpientes, los cariotipos de las dos especies de *Erythrolamprus* son más derivados ya que el cromosoma sexual W es submetacéntrico. Estos autores postulaban que los cromosomas W submetacéntricos o metacéntricos y de menor tamaño que el Z surgieron como consecuencia de una versión pericéntrica en el cromosoma W acrocéntrico más primitivo. Es interesante anotar que los géneros *Erythrolamprus*, *Laimadophis* y *Liphis* han sido ubicados en la tribu Xenodontini (subfamilia Xenodontonae) (Dowling y Duellman, 1974).

El origen de este tipo de patrón cariológico no es claro. Sin embargo, es muy probable que derive de un cariotipo primitivo que tuviera un mayor número diploide y una separación entre macro- y microcromosomas. A partir de este hipotético cariotipo ancestral es posible que hayan ocurrido translocaciones no recíprocas entre macro- y microcromosomas, de tal manera que se dio una reducción en el número diploide, a la vez que el límite entre los dos

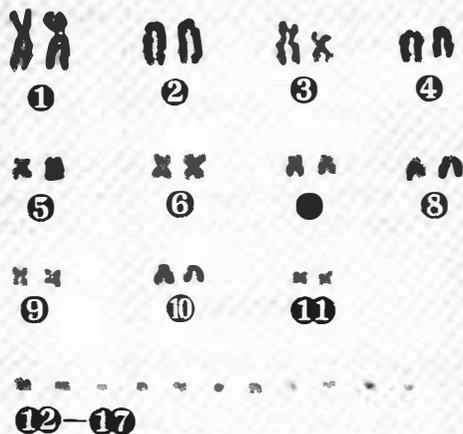


Fig. 5. Cariotipo de *Xenodon rabdocephalus* (hembra)

*Xenodon rabdocephalus*: Los cariotipos de tres ejemplares hembras fueron investigados. El número diploide es de 34 cromosomas, con 22 macro- y 12 microcromosomas (Fig. 5); sin embargo, la ubicación del par 11 como macrocromosoma es un tanto arbitraria; lo hemos considerado macrocromosoma debido a que es posible determinar la posición del centrómero en este par. Los pares 6, 9 y 11 son metacéntricos, los pares 1, 5 y 7 son submetacéntricos, el par 10 es subtolocéntrico y los pares 2, 4 y 8 son acrocéntricos. El par 3 incluye los cromosomas sexuales Z y W, dado que es un par heteromórfico; el cromosoma Z es submetacéntrico y el W es metacéntrico y más pequeño que el Z.

## DISCUSION

Después de estudiar los cariotipos de 38 especies de serpientes, Baker *et al.* (1972) propusieron la existencia de tres grandes categorías de cariotipos en la familia Colubridae: (I) cariotipos con número diploide de 36, con 16 macro- y 20 microcromosomas; en esta categoría los cromosomas sexuales se ubican en el cuarto

tipos de cromosomas se hizo difuso. Un mecanismo similar fue propuesto por Baker *et al.* (1972) para explicar el origen de los cariotipos presentes en algunas especies de la subfamilia Natricinae.

Los cariotipos de *Imantodes cenchoa* y *Drymobius margaritiferus* se ubican claramente en la categoría (I) de Baker *et al.* (1972); tienen un juego diploide de 36 cromosomas y existe un cambio abrupto de tamaño entre macro- y microcromosomas. Sin embargo, el cariotipo de *D. margaritiferus* presenta una pequeña variación con respecto al patrón predominante en la subfamilia Colubrinae; en esta especie el par 7 es subtelocéntrico y no submetacéntrico. El hecho de que muchos cariotipos se ubiquen en esta categoría no implica necesariamente que exista una gran similitud citogenética entre ellos. Los estudios de Mengden y Stock (1980), utilizando técnicas de bandeado cromosómico, demostraron que algunos cariotipos con 36 cromosomas presentan patrones de bandeado diferentes; por ello, se debe tener precaución a la hora de obtener conclusiones con base en el análisis de los cariotipos exclusivamente.

Es interesante analizar el cariotipo de *Xenodon rabdocephalus* y compararlo con los de otras especies de la subfamilia Xenodontinae. Se ha estudiado los cariotipos de *Waglerophis merremii*, *Xenodon newwedii* y *X. rabdocephalus* (Beçak, 1965; Beçak y Beçak, 1969). Si en la familia Colubridae el cariotipo hipotéticamente más primitivo tiene 36 cromosomas, con 16 macro- y 20 micromosomas, entonces los de *W. merremii* y *X. newwedii* ( $2n = 30$ , con 16 macro- y 14 micromosomas) serían cariotipos más derivados, que posiblemente surgieron como resultado de la pérdida de micromosomas. Esta idea se basa en que (a) cariotipos con menor número de micromosomas son considerados más derivados (Morescalchi, 1970), y (b) se ha postulado que en muchas especies de serpientes se ha dado una reducción en el número de micromosomas debido a translocaciones no recíprocas entre macro- y micromosomas (Baker *et al.*, 1972).

Es posible postular que el cariotipo de *X. rabdocephalus* se originó a partir de un cariotipo similar a los de *W. merremii* y *X. newwedii* gracias a dos fisiones céntricas. Una de estas fisiones ocurrió posiblemente en el par 1 del cariotipo primitivo y dio lugar a los pares 2 y

4 del cariotipo de *X. rabdocephalus*. Por otro lado, la fisión del par 3 del cariotipo primitivo dio lugar a la aparición de los pares 8 y 10 del cariotipo de *X. rabdocephalus*. Es interesante destacar que la morfología de los cromosomas sexuales es muy similar en estos tres cariotipos, sugiriendo que los cambios cariológicos han ocurrido con mayor frecuencia en los autosomas. Si las ideas aquí planteadas son válidas, éste sería un ejemplo de evolución cariológica por medio de fisiones céntricas; eventos similares han ocurrido en especies de la familia Hydrophiidae (Singh, 1972).

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración de nuestros compañeros Guillermo Flores y Gerardo Serrano en el manejo de las serpientes.

#### RESUMEN

Los cariotipos de cinco especies de serpientes costarricenses de la familia Colubridae son como sigue: *Imantodes cenchoa* y *Drymobius margaritiferus* poseen un número diploide de 36 cromosomas, con 16 macro- y 20 micromosomas. En las hembras de *I. cenchoa* el cuarto par es heteromórfico, siendo el cromosoma Z metacéntrico y el W submetacéntrico. Los cariotipos de *Erythrolamprus bizonus* y *Leimadophis epinephalus* tienen 28 cromosomas, sin que exista una clara separación entre macro- y micromosomas. En el caso de *E. bizonus*, el cuarto par contiene los cromosomas sexuales Z y W; ambos son submetacéntricos, pero el cromosoma W tiene un tamaño menor. *Xenodon rabdocephalus* presenta un cariotipo con 34 cromosomas (22 macro- y 12 micromosomas); el par 3 es heteromórfico, con un cromosoma Z submetacéntrico y un cromosoma W metacéntrico y más pequeño. Se sugiere que el cariotipo de *X. rabdocephalus* pudo haber derivado de un cariotipo más primitivo mediante reducciones en el número de micromosomas y fisiones céntricas de dos pares de autosomas metacéntricos.

#### REFERENCIAS

- Baker, R. J., G. A. Mengden, & J. J. Bull. 1972. Karyotypic studies of thirty-eight species of North American snakes. *Copeia*, 1972: 257-265.

- Beçak, W. 1965. Constituição cromossômica e mecanismo de determinação do sexo en ofídios sul-americanos. I. Aspectos cariotípicos. Mem. Inst. Butantan, 32: 37-78.
- Beçak, W., & M.L. Beçak. 1969. Cytotaxonomy and chromosomal evolution in Serpentes. Cytogenetics, 8: 247-262.
- Dowling, H. G., & W. Duellman. 1974-1978. Systematic Herpetology. A synopsis of families and higher categories. New York: His Publications.
- Gutiérrez, J. M., & R. Bolaños. 1979. Cariotipos de las principales serpientes de coral (Elapidae: *Micrurus*) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 27: 57-73.
- Mengden, G. A., & A. D. Stock. 1980. Chromosomal evolution in Serpentes: A comparison of G and C chromosome banding patterns of some colubrid and boid genera. Chromosoma (Berl.), 79: 53-64.
- Morescalchi, A. 1970. Karyology and vertebrate phylogeny. Boll. Zool., 37: 1-28.
- Singh, L. 1972. Evolution of karyotypes in snakes. Chromosoma (Berl.), 38: 185-236.
- Taylor, R. T., & R. Bolaños. 1975. Descripción de un método simple y económico para el estudio de cariotipos en serpientes. Rev. Biol. Trop., 23: 177-183.