

BANDAS CROMOSÓMICAS C DE LOS GÉNEROS *ROMEROLAGUS*, *SYLVILAGUS* Y *LEPUS* (MAMMALIA: LAGOMORPHA) DE MÉXICO

CONSUELO LORENZO¹, FERNANDO A. CERVANTES²
Y FRANCISCO X. GONZÁLEZ³

¹*Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Apartado Postal 63, San Cristóbal de las Casas, Chiapas 29290, MÉXICO.*

²*Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-153, Coyoacán, México, D.F. 04510. MÉXICO.*

³*Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huahutla, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos 62210, México*

Resumen: El patrón de bandas cromosómicas C de especies representativas de los tres géneros de lepóridos (conejos y liebres) que existen en México fue comparado, con el fin de analizar la variación en la cantidad de heterocromatina constitutiva y evaluar su papel en la diversificación de los lepóridos. Se observó que existen diferencias en la cantidad de heterocromatina constitutiva entre ellos. *Sylvilagus* presentó una mayor cantidad de este material mientras que *Lepus* se caracterizó por mostrar cantidades reducidas. El género *Romerolagus* se colocó en un lugar intermedio entre *Sylvilagus* y *Lepus* al presentar cantidades moderadas de heterocromatina. En todas las especies estudiadas la heterocromatina constitutiva se encontró alrededor del centrómero, de manera que las diferencias observadas se deben a la cantidad de heterocromatina constitutiva que presentan los géneros de lepóridos mexicanos.

Abstract: The C-banded pattern of selected species representing the three Mexican leporid genera were compared. It was shown that there are noticeable differences in the amount of constitutive heterochromatin among them. *Sylvilagus* was characterized by large quantities, while *Lepus* showed small amounts of this material. *Romerolagus* was placed in an intermediate position by holding moderate quantities of heterochromatin. The distribution of the constitutive heterochromatin was pericentromeric in all the species examined. This suggests that the differences observed among the genera, are due to the distinct amounts of constitutive heterochromatin. *Romerolagus* and *Sylvilagus* are the most similar to each other as they share similar amounts of constitutive heterochromatin distributed in the same pattern.

Palabras Clave: Bandas cromosómicas, mamíferos, lagomorfos, *Romerolagus*, *Sylvilagus*, *Lepus*, México.

INTRODUCCIÓN

El Orden Lagomorpha cuenta con dos familias, la familia Ochotonidae representada por un sólo género *Ochotona* (pikas) que se distribuye en Estados Unidos de América, Canadá y Eurasia (Hall, 1981), y la familia Leporidae, con una distribución prácticamente cosmopolita y que comprende a 11 géneros (Angermann *et al.*, 1990; Hoffmann, 1993). Entre estos últimos se incluye al género monotípico *Romerolagus* (conejo zacatuche) de distribución restringida y a los géneros *Lepus* (liebres) con una amplia distribución en parte del Nuevo Mundo y Viejo Mundo, incluyendo el continente africano, y *Sylvilagus* (conejos cola de algodón), el cual se distribuye exclusivamente en el continente americano exceptuando la mitad sur de Suramérica (Chapman y Ceballos, 1990; Fa y Bell, 1990; Flux y Angermann, 1990).

En México existe gran diversidad de especies de lepóridos, ya que en él se encuentran cinco especies de liebres y nueve de conejos (Leopold, 1977; Ramírez-Pulido *et al.*, 1996). El número total de especies mexicanas representa el 27% del total de conejos y liebres de todo el mundo (Smith, 1995). Además, ocho de estas especies son endémicas (de México) y muchas se distribuyen en áreas de pronunciado endemismo. Igualmente, siete de estas especies son consideradas amenazadas y cuatro, incluyendo la liebre tropical (*L. flavigularis*) y el zacatuche (*R. diazi*), se cree que están en peligro de extinción (Smith, 1995).

Aunque se conocen los cariotipos de algunos lagomorfos mexicanos (Cervantes *et al.*, 1997; González y Cervantes, 1996; Güereña *et al.*, 1983; Uribe-Alcocer *et al.*, 1975; Uribe-Alcocer *et al.*, 1989; Van der Loo *et al.*, 1979), las similitudes y diferencias cromosómicas entre taxa han sido poco estudiadas. No obstante, existen datos cariotípicos aislados que sugieren similitudes filogenéticas entre algunas especies (Diersing y Wilson, 1980; González y Cervantes, 1996; Lorenzo *et al.*, 1993; Robinson, 1980; Robinson *et al.*, 1981; Stock, 1976; Van der Loo *et al.*, 1979). Dentro de los métodos que pueden ser utilizados para evaluar las relaciones de parentesco entre diferentes taxa se encuentran el análisis de las bandas cromosómicas C. Este método permite observar regiones de heterocromatina constitutiva, la cual usualmente contiene secuencias repetidas de ADN (Sessions, 1990). No existe, sin embargo, algún estudio comparativo del patrón de bandas cromosómicas C entre los tres géneros de lepóridos *Romerolagus*, *Sylvilagus* y *Lepus* que ocurren en México.

Se ha podido determinar que la función de la heterocromatina constitutiva puede ser adaptativa en ciertas regiones cromosómicas al facilitar el que se realicen cambios cariotípicos. Este podría ser el caso de los conejos del género *Sylvilagus*, en los cuales la presencia de grandes cantidades de heterocromatina constitutiva pudo haber dado origen a su diversidad cariotípica al facilitar rearrreglos cromosómicos como las fusiones Robertsonianas (Robinson *et al.*, 1983a; Robinson *et al.*, 1983b). En cambio, en las liebres del género *Lepus*, cuyas especies están caracterizadas por

poseer pequeñas cantidades de heterocromatina, incluyendo el par cromosómico sexual, la diversidad cariotípica es escasa o nula y los rearrreglos cromosómicos más comunes son del tipo de inversiones pericéntricas (Robinson *et al.*, 1983a; Robinson *et al.*, 1983b). En el caso de *Romerolagus*, solo se sabe que manifiesta pequeñas diferencias con la liebre africana *L. crawshayi* debidas al incremento de heterocromatina constitutiva en los brazos cortos de los pares autosómicos de *R. diazi*, ya que posee mayor cantidad de este tipo de cromatina que *L. crawshayi*. Este resultado apoya la hipótesis del patrón cariotípico conservador de *Lepus* y de *Romerolagus* (Robinson *et al.*, 1981).

En cuanto a la distribución de la cromatina en los cromosomas, se ha demostrado que en los conejos *Sylvilagus* la heterocromatina constitutiva se localiza principalmente, más no exclusivamente, en las regiones centroméricas (Robinson *et al.*, 1983b). Así, *S. floridanus* presenta en todos sus cromosomas heterocromatina cerca del centrómero; el cromosoma sexual X presenta pequeñas cantidades de heterocromatina cerca de esta región mientras que el cromosoma sexual Y es enteramente heterocromático (Robinson *et al.*, 1983b). Similarmente, se ha observado que en muchas especies del género *Lepus* la heterocromatina constitutiva se encuentra alrededor del centrómero. Asimismo, el cromosoma sexual Y es completamente heterocromático, pero no se tiñe tan fuertemente (Robinson *et al.*, 1983a). En *R. diazi* se asume que existe heterocromatina constitutiva pericentromérica en sus cromosomas (Robinson *et al.*, 1981).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio es comparar el patrón de bandas cromosómicas C de representantes de los tres géneros de lepóridos mexicanos: el conejo zacatuche *R. diazi*, el conejo castellano *S. floridanus*, la liebre tropical *L. flavigularis* y la liebre torda *L. callotis*. Conocer la cantidad y distribución de heterocromatina constitutiva de estos taxa permitiría entender mejor sus relaciones de parentesco y evaluar su papel en la diversificación de los lepóridos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las localidades de colecta y número de ejemplares analizados por especies son los siguientes: *R. diazi* (4 machos y 3 hembras), Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal; *S. floridanus* (5 machos y 9 hembras); *L. flavigularis* (4 machos y 8 hembras), Santa María del Mar, Municipio Juchitán, Oaxaca; *L. callotis* (5 machos y 3 hembras), La Manzanilla, Municipio La Manzanilla, Jalisco, Mazamitla, Municipio Valle de Juárez, Jalisco y San José de Gracia, Municipio Marcos Castellanos, Michoacán.

Los cromosomas fueron obtenidos utilizando dos procedimientos: 1) cultivo de linfocitos de sangre del corazón, utilizando el procedimiento de siembra de Arakaki y Sparkes (1963) y el de cosecha de Moorhead *et al.* (1960) con el uso de colchicina,

cloruro de potasio (0.057M) y solución fijadora de metanol-ácido acético en proporción 3:1 y 2) extracción de médula ósea según modificaciones de Baker *et al.* (1987).

Las bandas cromosómicas C se obtuvieron envejeciendo las preparaciones durante 5 días y tratando los cromosomas con HCl 0.2 N y con una solución saturada de hidróxido de bario. Las preparaciones se tiñeron en Giemsa al 4% según las técnicas de Arrighi y Hsu (1971) y Summer *et al.* (1971). Los cromosomas se clasificaron por la posición del centrómero de acuerdo a Levan *et al.* (1964) y Naranjo *et al.* (1983). El par sexual se determinó en cada especie mediante el reconocimiento del par cromosómico heteromórfico en los ejemplares machos. Para cada especie se evaluó la intensidad de tinción y distribución de la heterocromatina constitutiva, tanto en los autosomas y en los cromosomas sexuales. Los patrones resultantes en cada especie, fueron finalmente comparados a nivel genérico.

RESULTADOS

Los patrones de bandas cromosómicas C obtenidos, fueron observados consistentemente en todos los individuos analizados de cada especie.

Romerolagus diazi

Todos los cromosomas que conforman su complemento autosómico muestran una región heterocromática alrededor del centrómero intensamente teñida con excepción de dos pares subtelocéntricos grandes que no presentan heterocromatina constitutiva. Los cromosomas sexuales también presentan heterocromatina pericentromérica (Fig. 1).

Sylvilagus floridanus

Todos los pares cromosómicos, inclusive los sexuales, presentan heterocromatina constitutiva alrededor del centrómero. En todos los autosomas se observa la región heterocromática intensamente teñida excepto por el cromosoma sexual Y, el cual no es enteramente heterocromático (Fig. 2).

Lepus flavigularis

Se encuentra poca cantidad de material heterocromático en todos sus cromosomas localizado en posición pericentromérica. No obstante, es posible observar una tinción muy intensa en dos pares metacéntricos grandes, dos pares submetacéntricos pequeños, tres pares subtelocéntricos medianos y los cromosomas sexuales (Fig. 3).

Lepus callotis

En esta especie los cromosomas presentan una mayor cantidad de heterocromatina constitutiva que en *L. flavigularis*. Prácticamente, todos los autosomas muestran material heterocromático con la excepción de dos pares submetacéntricos grandes y

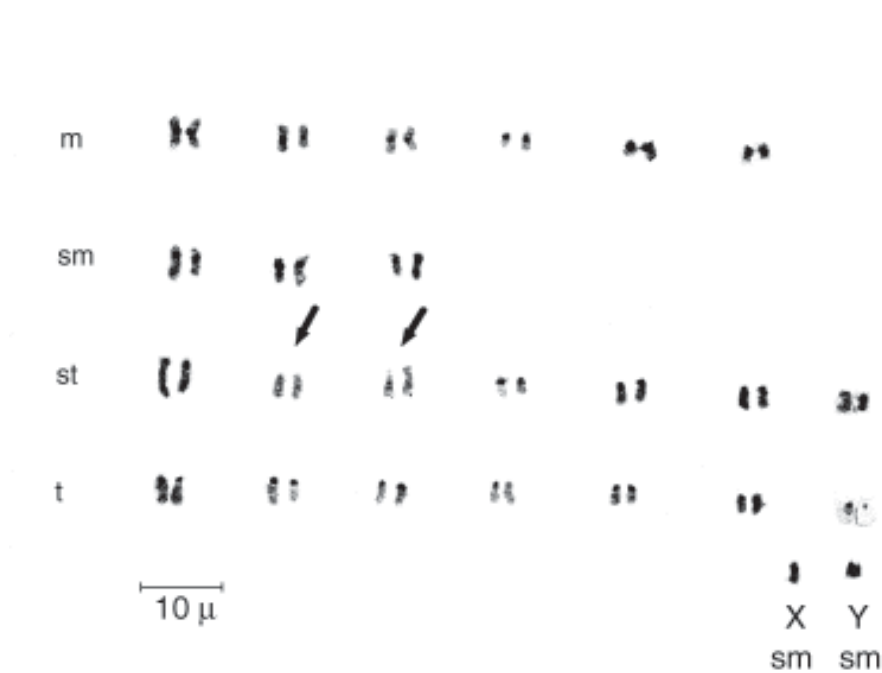


Figura 1. Bandas cromosómicas C del conejo zacatuche *Romerolagus diazi* de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal (m = cromosomas metacéntricos, sm = cromosomas submetacéntricos, st = cromosomas subtelocéntricos, t = cromosomas telocéntricos, XY = cromosomas sexuales). Las flechas muestran los pares cromosómicos que no presentan heterocromatina constitutiva.

dos pares subtelocéntricos medianos. Los cromosomas sexuales también presentan heterocromatina constitutiva en sus centrómeros (Fig. 4).

En ningún caso se observaron bandas C intersticiales o teloméricas.

DISCUSIÓN

Los patrones de bandas cromosómicas C de *R. diazi* y *S. floridanus* fueron muy similares entre sí, ya que presentan mayor cantidad de heterocromatina constitutiva en sus cromosomas que las liebres *Lepus*. Sin embargo, al comparar únicamente a *S. floridanus* y *R. diazi*, se observó que el primero posee heterocromatina en una proporción mayor que el segundo. Puesto que la presencia de mayor heterocromatina constitutiva en los cromosomas está asociada con mayor cambio cariotípico, como se

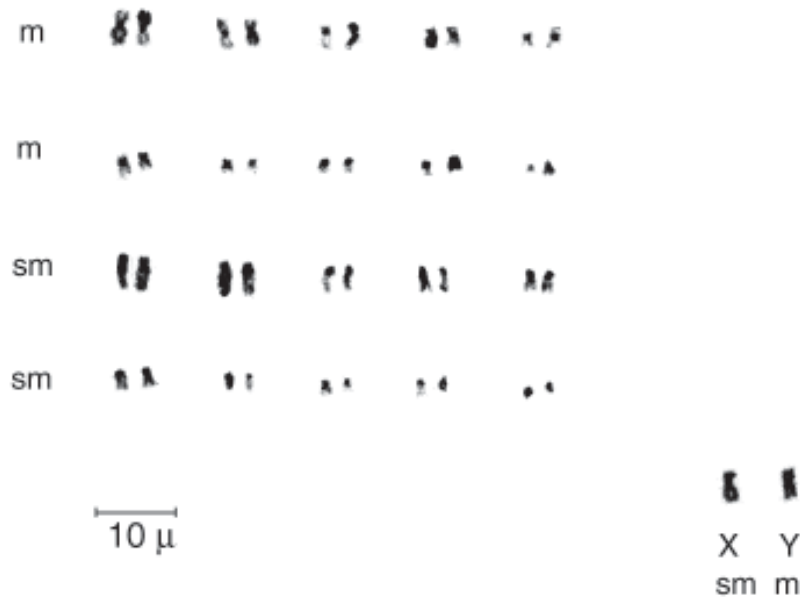


Figura 2. Bandas cromosómicas C del conejo castellano *Sylvilagus floridanus* de Santa Maria del Mar, Municipio Juchitán, Oaxaca (m = cromosomas metacéntricos, sm = cromosomas submetacéntricos, XY = cromosomas sexuales).

ha observado en el género *Sylvilagus* (Robinson *et al.*, 1983b), el hecho de que *R. diazi* presente una menor cantidad de este tipo de cromatina que *Sylvilagus* sugiere que durante la evolución cromosómica de *R. diazi* han existido pocos cambios cariotípicos. Además, esta cromatina se encuentra en la región centromérica en ambos géneros. Es interesante señalar que en *R. diazi* es notoria la ausencia de material heterocromático en dos pares de cromosomas subtelocéntricos, aunque se ha observado también que es sólo un par cromosómico subtelocéntrico el que no presenta heterocromatina constitutiva en esta especie (F. X. González, com. pers.; Robinson *et al.*, 1981). En cambio, todos los pares cromosómicos de *S. floridanus* presentan heterocromatina constitutiva, lo que concuerda con resultados previos en tres especies de *Sylvilagus* y que incluye a *S. floridanus* (Robinson *et al.*, 1983b).

En *S. floridanus* y *R. diazi*, el cromosoma sexual X posee poca cantidad de heterocromatina constitutiva y el cromosoma sexual Y no es enteramente

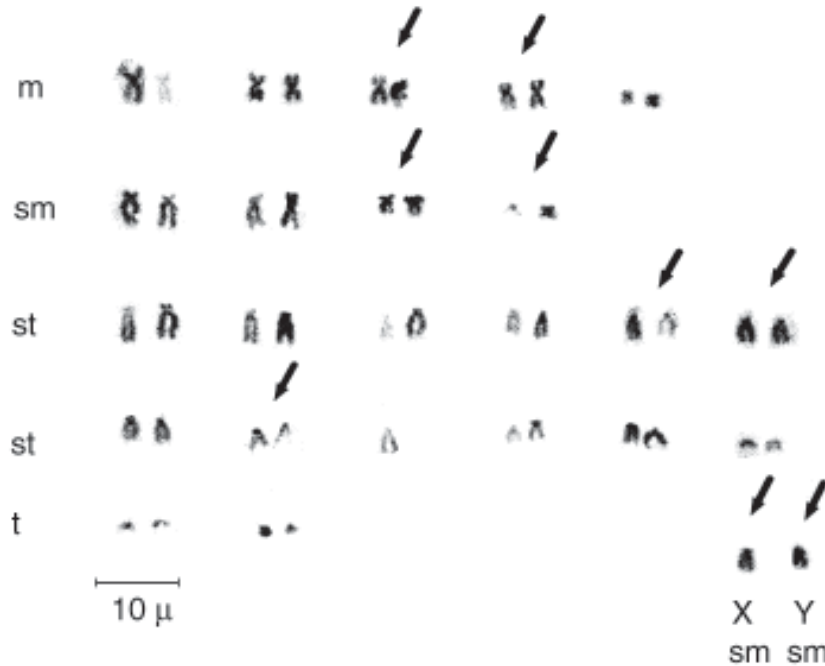


Figura 3. Bandas cromosómicas C de la liebre tropical *Lepus flavigularis* de Santa María del Mar, Municipio Juchitán, Oaxaca (m = cromosomas metacéntricos, sm = cromosomas submetacéntricos, st = cromosomas subtelocéntricos, t = cromosomas telocéntricos, XY = cromosomas sexuales). Las flechas muestran los pares cromosómicos con mayor cantidad de heterocromatina constitutiva.

heterocromático; en ambas especies este tipo de cromatina se encuentra alrededor del centrómero. Lo anterior coincide con la literatura existente sobre estudios cromosómicos en lepóridos (Stock, 1976), excepto que en ninguna de las dos especies el cromosoma sexual Y es heterocromático en su totalidad. A pesar de este hecho, el cromosoma sexual Y de estas especies presentó mayor cantidad de heterocromatina que los cromosomas sexuales X correspondientes. Este mismo patrón se observa en los cromosomas sexuales de las liebres.

En general, las liebres presentaron poca cantidad de heterocromatina constitutiva en la región centromérica de sus cromosomas, incluyendo los pares cromosómicos

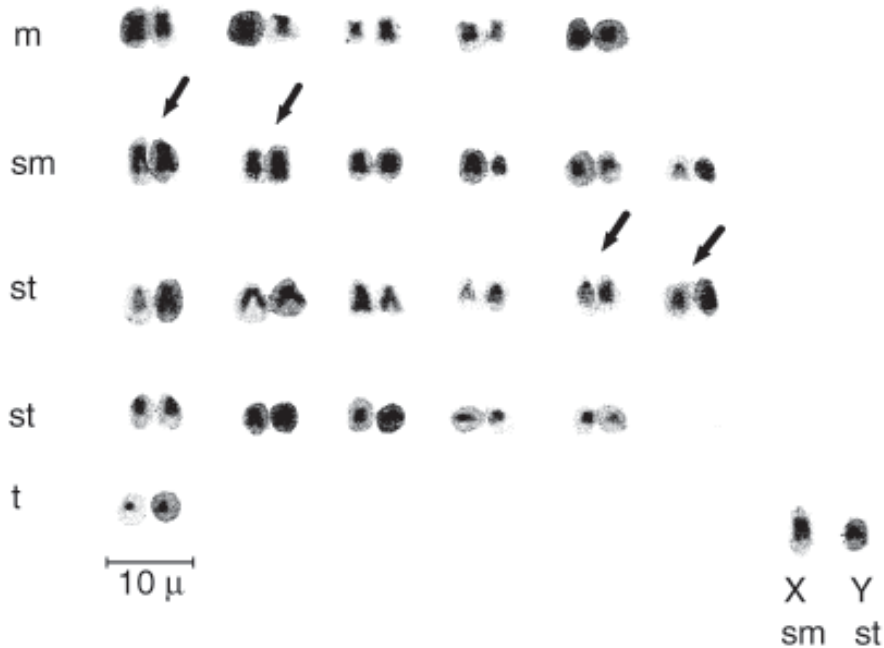


Figura 4. Bandas cromosómicas C de la liebre torda *Lepus callotis* de La Manzanilla, Municipio La Manzanilla, Jalisco (m = cromosomas metacéntricos, sm = cromosomas submetacéntricos, st = cromosomas subtelocéntricos, t = cromosomas telocéntricos, XY = cromosomas sexuales). Las flechas muestran los pares cromosómicos que no presentan heterocromatina constitutiva.

sexuales. Sin embargo, a diferencia de *L. flavigularis*, en *L. callotis* se observa con mayor claridad y en casi todos los pares cromosómicos este tipo de cromatina, aunque en poca cantidad. Por el contrario, la cantidad y distribución de heterocromatina en los cromosomas sexuales de ambas especies resultó casi igual. Puesto que estas liebres han sido consideradas como especies hermanas, siendo *L. flavigularis* derivada de *L. callotis* (Anderson y Gaunt, 1962), no debe sorprender que las diferencias en los patrones de bandas C entre estas especies sean mínimas. Destaca, sin embargo, el hecho de que este patrón es muy similar al observado en estudios cromosómicos previos en otras especies de liebres del mundo (Robinson *et al.*, 1983a).

El patrón de bandas cromosómicas C en todas las especies estudiadas muestra que la heterocromatina constitutiva se encuentra alrededor del centrómero, aunque su

cantidad es diferente como se aprecia por la intensidad diferencial de la tinción de algunos pares autosómicos. En general se puede observar que esta tinción diferencial coloca al género *Romerolagus* en posición intermedia entre *Sylvilagus* y *Lepus*. La variación cariotípica exhibida por los patrones de bandas C entre los tres géneros *Sylvilagus*, *Romerolagus* y *Lepus* se debe, entonces, a la cantidad de la heterocromatina constitutiva más que a su distribución. Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que la diversidad cariotípica del género *Sylvilagus* está asociada a su mayor contenido de heterocromatina, comparado con las bajas cantidades de la misma que distinguen al género *Lepus*, taxón caracterizado por su homogeneidad cariotípica (Robinson, 1980, Stock, 1976).

Dado que este trabajo es el primero en su tipo con lagomorfos mexicanos, este análisis comparativo de bandas cromosómicas C debe sustentarse con evaluaciones adicionales y con otras herramientas de la biología comparada. Esto es particularmente importante, considerando la naturaleza de los taxa involucrados, esto es, especies endémicas (*R. diazi*, *L. callotis* y *L. flavigularis*) y en peligro de extinción (*R. diazi*, y *L. flavigularis*).

CONCLUSIONES

El patrón de bandas cromosómicas C observado en estas especies de lepóridos es, en general, similar al encontrado en estudios previos. En este trabajo las especies de conejos (*Romerolagus* y *Sylvilagus*) fueron más semejantes entre sí por presentar mayor cantidad de heterocromatina constitutiva, mientras que las liebres (*Lepus*) se caracterizaron por poseer poca cantidad de material heterocromático. A nivel genérico *R. diazi* se encuentra en posición intermedia entre *S. floridanus* y el género *Lepus* en relación a la cantidad de heterocromatina constitutiva que presente cada taxa. Las diferencias observadas se deben, entonces, a la cantidad de heterocromatina encontrada en los cromosomas de las especies estudiadas y no a la distribución de la misma, de tal manera que la variación en la cantidad de heterocromatina constitutiva puede ser útil para evaluar similitudes y diferencias a nivel cromosómico en el grupo de los lepóridos.

AGRADECIMIENTOS

M. C. Reséndiz, J. Vargas, R. González y P. Delgado ayudaron en el trabajo de campo y de laboratorio. La Dirección de Vida Silvestre del Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, extendió los permisos de colector correspondientes. Los apoyos económicos de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México (convenio IN-203793), del Comité Académico del Programa de Apoyo a las Divisiones

de Estudios de Posgrado, Coordinación General de Estudios de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, y del Lagomorph Specialist Group de la Survival Species Commission, World Conservation Union, permitieron la elaboración de este trabajo. L. E. Cruz hizo valiosas críticas a este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Anderson, S. y A. S. Gaunt. 1962. A Classification of the White-sided Jack Rabbits of Mexico. *American Museum Novitates*, 2088:1-15.
- Angermann, R., J. E. C. Flux., J. A. Chapman, and A. T. Smith. 1990. Lagomorph classification. Pp. 7-13, *in* Rabbits, Hares and Pikas. Status survey and Conservation plan (J. A. Chapman and J. E. C. Flux, eds.). IUCN/SSC Lagomorph Specialist Group. Gland, Suiza.
- Arakaki, D. T. y R. S. Sparkes. 1963. Microtechnique for culturing leukocytes from whole blood. *Cytogenetics*, 2:57-60.
- Arrighi, F. E. y T. C. Hsu. 1971. Localization of heterocromatin in human chromosomes. *Cytogenetics*, 10:81-86.
- Baker, R. J., M. B. Qumsiyeh y C. S. Hood. 1987. Role of chromosomal banding patterns in understanding mammalian evolution. Pp. 67-95, *in* Current Mammalogy (H. H. Genoways, ed.). Vol. 1. Plenum Publishing Corporation, EUA.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo, S. T. Alvarez-Castañeda, A. Rojas and J. Vargas. 1997. Chromosomal study of the insular San Jose brush rabbit (*Sylvilagus mansuetus*) from México. *Southwestern Naturalist*, 41:455-457.
- Corbet, G. B. 1983. A review of classification in the family Leporidae. *Acta Zoologica Fennica*, 174:11-15.
- Chapman, J. A. y G. Ceballos. 1990. The cottontails. Pp. 95-110, *in* Rabbits, Hares and Pikas. Status Survey and Conservation Action Plan (J. A. Chapman y J. E. C. Flux, eds.). IUCN/SSC Lagomorph Specialist Group Gland, Suiza.
- Diersing, V. E. y D. E. Wilson. 1980. Distribution and systematics of the rabbits (*Sylvilagus*) of west-central Mexico. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 297: 1-34.
- Fa, J. E. y D. Bell. 1990. The Volcano Rabbit. Pp.143-146, *in* Rabbits, Hares and Pikas. Status survey and Conservation plan. IUCN/SSC Lagomorph Specialist Group. Gland, Suiza.
- Flux, J. E. C. y R. Angermann. 1990. The hares and jackrabbits. Pp. 61-94, *in* Rabbits, Hares and Pikas. Status survey and Conservation plan. IUCN/SSC Lagomorph Specialist Group. Gland, Suiza.
- González, F. X. y F. A. Cervantes. 1996. Karotype of the white-sided jackrabbit (*Lepus callotis*). *Southwestern Naturalist*, 41:93-95.
- Güereña, G. L., M. Uribe-Alcocer, and F. A. Cervantes. 1983. Chromosomal study of the tropical rabbit (*Sylvilagus brasiliensis*). *Mammalian Chromosome Newsletter*, 23:157-161.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. 2ª ed. Vol. I. John Wiley and Sons, Nueva York, EUA.
- Hoffmann, R. S. 1993. Order Lagomorpha. Pp. 807-827, *in* Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference (D. E. Wilson and D. M. Reeder, eds.). Second ed. The Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., EUA.

- Leopold, S. 1977. Fauna Silvestre de México. 2ª. ed. Pax-México e Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D. F.
- Levan A., K. Fredga y A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52:201-220.
- Lorenzo, C., F. A. Cervantes y M. A. Aguilar. 1993. The chromosomes of some Mexican cottontail of the genus *Sylvilagus*. Pp. 129-136, in *Avances de la Mastozoología en México* (G. Ceballos y R. Medellín, eds.). Publicaciones Especiales AMMAC, México, D.F.
- Moorhead, P. S., P. C. Nowell, W. J. Mellman, D. M. Battips y D. A. Hungerford. 1960. Chromosome preparation of leukocytes cultured from human peripheral blood. *Experimental Cell Research*, 20: 613-616.
- Naranjo, C. A., L. Poggio y P. E. Branham. 1983. A practical method of chromosome classification on the basis of centromere position. *Genetica*, 62:51-53.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occasional Papers, The Museum, Texas Tech University*, 158:1-62.
- Robinson, T. J. 1980. Comparative chromosomes studies in the family Leporidae (Lagomorpha, Mammalia). *Cytogenetic and Cell Genetic*, 28:64-70.
- Robinson, T. J., G. Elder y W. Lopez-Forment. 1981. Banding studies in the volcano rabbit, *Romerolagus diazi* and Crawshay's hare, *Lepus crawshayi*: evidence of the leporid ancestral karyotype. *Canadian Journal of Genetic and Cytology*, 23:469-474.
- Robinson, T. J., F.F.B. Elder y J. A. Chapman. 1983a. Karyotypic conservatism in the genus *Lepus* (Order Lagomorpha). *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 25:540- 544.
- Robinson, T.J., F.F.B. Elder y J. A. Chapman. 1983b. Evolution of chromosomal variation in cottontails, genus *Sylvilagus* (Mammalia: Lagomorpha): *S. aquaticus*, *S. floridanus*, and *S. transitionalis*. *Cytogenetic and Cell Genetic*, 35:216-222.
- Sessions, S. K. 1990. Chromosomes:Molecular Cytogenetics. Pp. 156-203, in *Molecular Systematics* (Hillis, D. M. y C. Moritz, eds.). Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, EUA.
- Smith, A. T. 1995. Lagomorph Specialist Group. Species. Newsletter of the Species Survival Commission. IUCN. The World Conservation Union. EUA.
- Stock, A. D. 1976. Chromosome banding pattern relationships of hare, rabbits, and pikas (Order Lagomorpha). A phyletic interpretation. *Cytogenetic and Cell Genetic*, 17:78- 88.
- Summer A. T., H. J. Evans y R. Buckland. 1971. New technique for distinguishing between human chromosomes. *Nature New Biology*, 232:31-32.
- Uribe-Alcocer, M., S. García-Rey, and A. Laguarda-Figueras. 1975. Chromosome analysis of *Romerolagus diazi* (Díaz). *Mammalian Chromosome Newsletter*, 16:116-117.
- Uribe-Alcocer, M., F. A. Cervantes, C. Lorenzo-Monterrubio y L. Güereña-Gándara. 1989. Karyotype of the tropical hare (*Lepus flavigularis*, Leporidae). *The Southwestern Naturalist*, 34:304-306.
- Van der Loo, W., M. Uribe-Alcocer y J. Schröder. 1979. The giemsa-banded karyotype of *Romerolagus diazi*. *Hereditas*, 91:215-218.