



# La sistemática en la conservación de especies

*Consuelo Lorenzo, Maricela García y Eduardo Espinoza\**

La sistemática es la ciencia que estudia la diversidad biológica como consecuencia de su historia evolutiva. Ha ayudado a esclarecer diferencias y relaciones entre organismos y su objetivo principal es descubrir la filogenia de la vida (resultado de las relaciones ancestro-descendiente entre los organismos), es decir, el patrón de la historia evolutiva y sus ancestros comunes entre las especies (Sosa y Ogata, 1998). El estudio de las relaciones filogenéticas en diversos grupos de organismos se había estimado básicamente en similitudes o diferencias en medidas externas y craneales de diversas especies; en la actualidad existen varias técnicas genéticas utilizadas en estos estudios, como son la citogenética, la electroforesis de proteínas y la genética molecular.



## **Citogenética**

De manera general, los estudios citogenéticos han sido uno de los métodos utilizados por los genetistas para estudiar los cambios en los cromosomas a través de la evo-

lución de diversos organismos. El empleo de características cromosómicas (particularmente estables) en las poblaciones pertenecientes a una misma especie, como el número de cromosomas (número cromosómico diploide o  $2n$ ; fig. 1), el número de brazos autosómicos (número fundamental o NF), la clasificación de sus cromosomas (en estructura y tamaño) y los arreglos cromosómicos observables a través de bandeado cromosómico G y C (métodos de tinción diferencial que dan lugar a patrones de diferentes de bandas en los cromosomas; fig. 2) han permitido determinar relaciones de parentesco y elaborar árboles filogenéticos en diversos organismos (fig. 3).



## **Electroforesis**

El uso de la electroforesis de proteínas ha permitido observarlas en gel de almidón y ampliar el conocimiento que existe sobre las relaciones de parentesco entre las especies, conocer la variabilidad genética de las pobla-

\* Consuelo Lorenzo (clorenzo@sclc.ecosur.mx), Maricela García (mgbautista@sclc.ecosur.mx) y Eduardo Espinoza (emedinilla@sclc.ecosur.mx) pertenecen al Laboratorio de Genética de ECOSUR.



ciones y la manera en que se relacionan filogenéticamente. La información genética codificada en la secuencia de nucleótidos de ADN de un gen estructural se traduce en la secuencia de aminoácidos que forman una o varias proteínas. La electroforesis es una técnica que ayuda a detectar proteínas (enzimas) basadas en la movilidad diferencial de las mismas a través de un soporte en gel que puede ser de almidón, sílice o acrilamida y de la adición de un campo eléctrico. Los estudios sobre electroforesis de aloenzimas (formas alternativas de una enzima codificada por diferentes alelos del mismo locus) se basan en la movilidad diferencial de las aloenzimas de acuerdo a su carga eléctrica neta y a su tamaño mediante el empleo de corriente eléctrica (fig. 4). El uso de diversas tinciones diferenciales y específicas ha permitido reconocer las aloenzimas en el gel y ampliar el conocimiento que existe sobre las relaciones de parentesco entre los taxa, conocer la variabilidad y diversidad genética de las poblaciones y la manera en que se relacionan filogenéticamente.



### Genética molecular

Es una herramienta de gran utilidad para cuantificar y estudiar la variación genética dentro y entre poblaciones, determinar la divergencia entre las mismas, investigar la constitución genética individual y entender diversos procesos evolutivos. Para estudiar dicha variación se emplean los marcadores genéticos, los cuales, por ser variables en su estructura de ADN, son parte fundamental en las técnicas moleculares, pues se utilizan en diversos tipos de estudios (cuadro 1). Los marcadores moleculares se detectan a través de una serie de métodos o técnicas que exploran la variación de los organismos a nivel de proteínas o ADN y al nivel de un locus o varios loci (fig. 5). Igualmente, han ayudado a resolver problemas ecológicos y sistemáticos, como son la paternidad, patrones de diversidad, hibridación, variación, geografía, especiación y filogenias, entre otros. Estos marcadores se pueden explorar en cualquier gen o producto génico de cualquier organismo (González, 1998).



### Conservación de la biodiversidad

El conocimiento de las relaciones evolutivas de los grupos de organismos permite establecer alternativas para

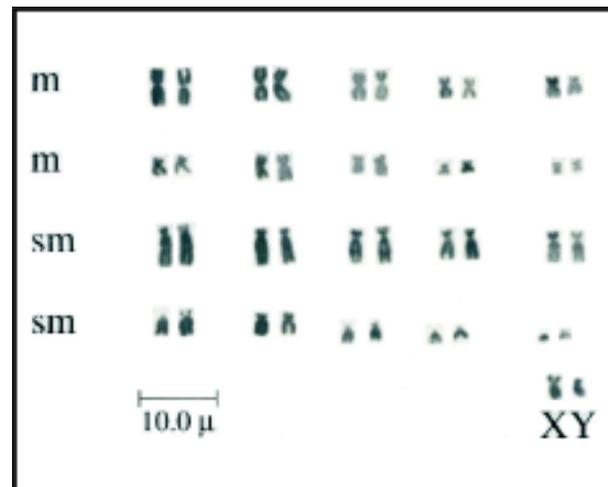


Fig. 1. Cariotipo (arreglo de los cromosomas en tamaño y estructura) convencional del conejo castellano *Sylvilagus floridanus*.  $2n$  = número cromosómico diploide. m = cromosomas metacéntricos; sm = cromosomas submetacéntricos (Lorenzo, 1998).

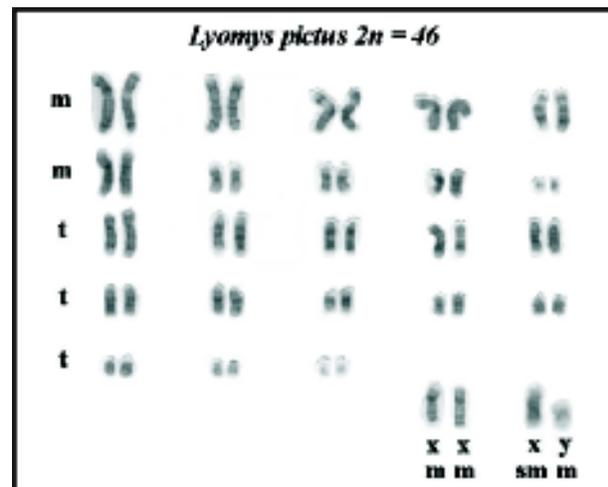


Fig. 2. Bandas cromosómicas G del ratón de abazones *Liomys pictus*.  $2n$  = número cromosómico diploide, m = cromosomas metacéntricos, sm = cromosomas submetacéntricos, t = cromosomas telocéntricos (Cervantes *et al.*, 1999).





Por otra parte, en el laboratorio se están elaborando las siguientes tesis: Variación genética en poblaciones aisladas de *Peromyscus zarhynchus* (Rodentia: Muridae) en Chiapas; Diversidad isoenzimática del maíz (*Zea mays* L.) en los municipios de San Juan Chamula y Oxchuc, Chiapas; Análisis genético de poblaciones aisladas de monos aulladores *Alouatta pigra* en la Selva Lacandona, Chiapas.

El personal que conforma el laboratorio de genética (fig. 6) está formado por un investigador titular (Consuelo Lorenzo), un técnico titular (Eduardo Espinoza) y un técnico asociado (Maricela García). 

**Literatura citada:**

Cervantes, F.A., C. Lorenzo y O. G. Ward. 1999. "Chromosomal relationships among spiny pocket mice *Liomys* (Heteromyidae), from Mexico". *Journal of Mammalogy*, 80(3):823-832.

González, D. 1998. "Marcadores moleculares para los estudios comparativos de la variación en ecología y sistemática". *Revista Mexicana de Micología* 14:1-21 p.

Lorenzo, C. 1998. "Estudios cromosómicos en conejos y liebres silvestres de México. TIP" *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. División de Investigación. 1(1):17-29 p.

Lorenzo, C., F. A. Cervantes y J. Vargas. 2003. "Chromosomal relationships among three species of jackrabbits, (*Lepus: Leporidae*) from Mexico". *Western North American Naturalist*. 63(1):11-20.

Sosa, V. y N. Ogata. 1998. La Sistemática y la Conservación de la Diversidad Biológica. *Comp. Halffter*. En *La diversidad biológica de Iberoamérica II*. Cytel, Programa Iberoamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología.

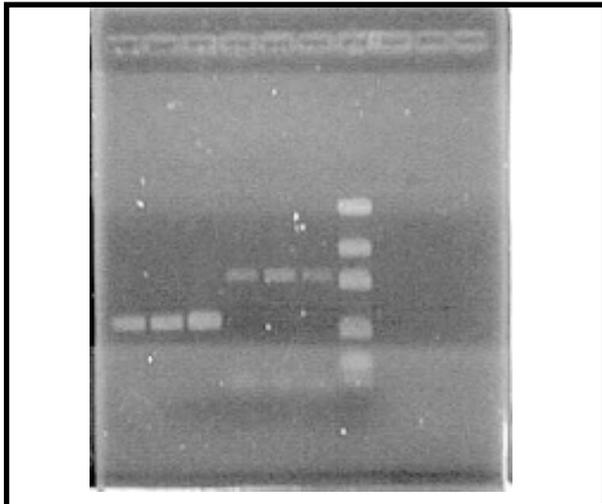


Fig. 5. Gel de amplificación del gen citocromo b en el ratón, *Peromyscus zarhynchus*, especie endémica de Chiapas en protección especial. De izquierda a derecha, las primeras dos muestras representan a dos individuos diferentes de los Lagos de Montebello, le sigue un individuo de la región de Coapilla, utilizando marcadores moleculares (413 pares de bases), la cuarta muestra corresponde a un individuo de Oxchuc, le sigue una muestra del Cerro Tzontehuitz y la última muestra es de Oxchuc, utilizando otro marcador molecular (825 pares de bases). La última muestra a la derecha es el marcador de ADN 100 a 2000 pares de bases.

Marcadores Moleculares	Estudio
Fragmentos de restricción altamente polimórficos (RFLPs).	Variación genética dentro y entre poblaciones. Construcción de mapas genéticos.
ADN polimórfico amplificado al azar (RAPDs).	Leontomía y estructura de poblaciones.
Secuencias repetitivas de ADN altamente variables (VNTRs).	Identificación individual y descartar paternidad.
• ADN minisatélite	Variabilidad genética dentro y entre poblaciones.
• ADN microsatélite	Estimación de flujo genético.
	Variación alélica en poblaciones.
Secuencias de ADN.	
• Región control del ADN mitocondrial.	Diferenciación genética y filogeografía.
• Citocromo b del ADN mitocondrial.	Variación y diversidad genética.
• ADN nuclear.	Variación y diversidad genética.

Cuadro 1. Marcadores moleculares utilizados en genética molecular, empleados en diversos tipos de estudios.



Fig. 6. Personal asociado al Laboratorio de Genética de ECOSUR. De izquierda a derecha: Consuelo Lorenzo, Maricela García y Eduardo Espinoza.