



ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

DETERMINACIÓN DEL SEXO EN *DACTYLOPIUS COCCUS* COSTA
(HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE)SEX DETERMINATION IN *DACTYLOPIUS COCCUS* COSTA
(HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE)*Sally Molero¹, Misael Guevara, Olga Bracamonte², Lourdes Flores & Marielena RodrigoLaboratorio de Citogenética. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
Casilla 11-058, Lima 11, Perú. Tel.: +51 6 197000 – 1529; fax: +51 6 197000 – 1509.
Correo electrónico: ¹jesmille18@yahoo.es, ²obracamonteg@hotmail.com

The Biologist (Lima) 8: 121-125.

ABSTRACT

The coccids have different sex-determining mechanisms, including the heterochromatinization haplodiploidy of chromosomes of paternal origin, characteristic of the family Dactylopiidae. The heterochromatinization in coccids seems to be a mechanism by which part of a chromosome, the entire chromosome, or several chromosomes will become genetically inactive during development of the individual. In the first division immediately after fertilization, the chromosomes of embryos appear euchromatic (E); shortly after the blastocyst stage, almost half of the chromosomes become heterochromatic (H) in embryos that are destined to be male, while in the female all the chromosomal set remain euchromatic. The objective of this study is to determine the heterochromatinization process in the sex determination of *Dactylopius coccus* Costa, 1935 embryos. The method used to identify chromosomes has been the conventional 2% lacto-acetic orcein protocol. In *D. coccus* it was observed that during embryogenesis, heterochromatinization occurs in the set of chromosomes from paternal origin, while those of maternal origin remain euchromatic.

Key words: *Dactylopius coccus*, euchromatic chromosome, haplodiploidy, heterochromatic chromosome, heterochromatinization.

RESUMEN

Los cóccidos presentan diferentes mecanismos de determinación sexual, entre los cuales la haplodiploidía mediante la heterocromatinización de los cromosomas de origen paterno es característica de la familia Dactylopiidae. La heterocromatinización en los cóccidos parece ser un mecanismo mediante el cual parte de un cromosoma o todo el cromosoma o varios cromosomas van a llegar a ser genéticamente inactivos durante el desarrollo del individuo. En la primera división inmediatamente después de la fertilización, los cromosomas de los embriones aparecen eucromáticos (E); poco después, en el estado de blástula la mitad de los cromosomas llega a ser heterocromáticos (H) en embriones que están destinados a ser machos, mientras que en la hembra todo el juego de cromosomas se mantiene eucromático. El objetivo del presente estudio es determinar el proceso de heterocromatinización en la determinación sexual de los embriones de *Dactylopius coccus* Costa, 1935. El método utilizado para la identificación cromosómica ha sido el convencional orceína lacto- acética al 2%. En *D. coccus* se ha observado que durante la embriogénesis, ocurre la heterocromatinización del juego de cromosomas de origen paterno, mientras los de origen materno permanecen eucromáticos.

Palabras clave: cromosomas eucromáticos, cromosomas Heterocromáticos, *Dactylopius coccus*, haplodiploidia, Heterocromatinización.

INTRODUCCIÓN

El género *Dactylopius* pertenece a la familia de los Dactylopiidae (Hemiptera) (Ferris 1955) y consta de diez especies, todas asociadas con las cactáceas. Por mucho tiempo *Dactylopius coccus* Costa, 1935, “La cochinilla del carmín” o “cochinilla fina” es la especie más importante dentro del género *Dactylopius*, debido a su contenido de ácido carmínico; el cual ha sido utilizado durante siglos en la industria textil, alimentaria, farmacológica, etc. como colorante natural (Portillo 2005). El Perú abastece el 85% de este insumo al mundo, siendo el principal exportador (ADEX 2006).

En la cochinilla fina se han encontrado respuestas diferentes en cuanto al fenómeno de partenogénesis, que es muy común en la superfamilia Coccoidea a la cual pertenece. Además, la presencia de dicho fenómeno se ve influenciada por factores del medio, como la temperatura, que también tiene efectos importantes en la duración del ciclo biológico, proporción de sexos, supervivencia y mortalidad de diversas especies del género *Dactylopius* (Marín & Cisneros 1977).

El sexo de un individuo está determinado por distintos mecanismos; así: en los mamíferos, aves, anfibios, muchos reptiles, la mayoría de peces y algunos insectos la determinación es estrictamente cromosómica, siguiendo los sistemas conocidos: XX-XY, XX-XO, ZZ-ZW y ZZ-ZO, todos ellos relacionados con la presencia de la cromatina sexual (Lacadena 1996). En algunos insectos Hymenópteros como hormigas, abejas y avispas; el sexo no depende de la presencia de cromosomas sexuales, sino está determinado por el número de dotaciones cromosómicas, este mecanismo es conocido como haplodiploidia donde los machos son haploides y las hembras son diploides (Brockmann 1984). Un caso particular de haplodiploidia es la

heterocromatinización (Aquino 1991). En la heterocromatinización parte de un cromosoma, todo un cromosoma o el juego entero de cromosomas llega a ser genéticamente inactivo en el desarrollo embrionario del individuo (Brown & Nur 1964), por lo que en este caso los individuos descendientes son virtual o fisiológicamente haploides (Schrader 1921).

En los cóccidos (Hemiptera) se ha reportado ambos mecanismos para la determinación del sexo, el sistema XX-XO y la heterocromatinización de los cromosomas paternos que se presenta en las familias más evolucionadas. Dentro de este último grupo se encuentra la familia monogénica Dactylopiidae (Nur 1980). Además, una peculiaridad de este grupo de insectos, es la naturaleza holocéntrica de sus cromosomas (Schrader 1921, Hughes-Schrader 1935, Aquino 1991, Molero 2009).

Nuestro objetivo fue conocer el mecanismo que sigue *D. coccus* en la determinación del sexo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron muestras de hembras grávidas de *D. coccus* (Fig. 1), en el distrito de San Bartolomé, Provincia de Huarochiri- Lima, Perú (LS 11°54'26" LO 76°31'28", 1584 msnm), entre enero a noviembre del 2008.

Los especímenes de *D. coccus* fueron procesados en el laboratorio, para lo cual se les mantuvo durante 24 h a 4°C, luego se les incluyó en alcohol etílico al 70% durante 15 min y posteriormente fueron colocados en ácido clorhídrico 0,25N por 24 h.

La disección se realizó con ayuda de un microscopio estereoscopio marca Baush & Lomb, a un aumento de 40X. Se extrajeron los embriones depositándolos sobre una lámina

portaobjeto, se tiñó con orceína lacto acética (2%) y posteriormente se realizó el aplastado (squash).

Las observaciones fueron hechas con un microscopio ZEISS a 1000X y fotografiadas con una cámara digital.

condensaban más que otros y se agrupaban formando un cromocentro (Fig. 2C, flecha negra), en contraste con el otro tipo celular en el que todos sus cromosomas mantuvieron el mismo grado de condensación y por lo tanto de tinción (Fig. 2D, flecha celeste).

RESULTADOS

Se utilizaron 876 embriones, donde se identificaron las diferentes fases de la mitosis en 292 preparaciones citológicas. Se identificaron dos líneas celulares con y sin cromosomas heterocromatizadas celulares donde se localizaron los estados de interfase y profase celular. En el primer tipo (Fig. A) se observó que el núcleo interfásico presentaba dos clases de cromatina, una de alta tinción y de posición excéntrica (flecha verde) y la otra de baja tinción y de posición central (flecha marrón). Mientras que en el segundo tipo sólo se aprecia un tipo de cromatina (Fig. 2B). Así mismo estas células se diferenciaron en profase, donde en el primer tipo se observaron que cierto grupo de cromosomas se



Figura 1. Agrupación de *Dactylopius coccus* "cochinilla" sobre hojas de *Opuntia* spp.

DISCUSIÓN

Al estudiar los cromosomas de los cóccidos no se aprecian cromosomas sexuales. Los machos y las hembras se desarrollan a partir de huevos fertilizados, pero en los embriones de los machos los cromosomas de origen paterno llegan a heterocromatinizarse y se inactivan genéticamente o se eliminan (Nur 1982, 1990). El genoma paternal no es activo en los machos; Brown & Nelson-Rees (1961) lo comprobaron al exponer a radiación a cóccidos machos, los cuales luego se cruzaron con hembras no irradiadas, lo que dio como resultado que casi todos los machos sobrevivieran, en contraste con las hembras donde casi todas murieron. Por lo tanto se observó inactividad genética de los cromosomas paternos en machos, en éstos los cromosomas de origen paterno se heterocromatinizan en la embriogénesis, para hacerse no funcionales o destruirse, mientras que, en las hembras descendientes si hay actividad genética de los cromosomas paternos y todos estos son eucromáticos.

Brown & Nur (1964) explican la heterocromatinización en los cóccidos, afirmando que en la primera división de los huevos inmediatamente después de la fertilización, los cromosomas de los embriones aparecen eucromáticos, poco después en el estado de blástula la mitad de los cromosomas llegan a ser heterocromáticos en aquellos embriones que están destinados a ser machos, mientras que en las futuras hembras todo el juego de cromosomas se mantiene eucromático.

En los embriones destinados a ser machos los cromosomas heterocromáticos se mantienen juntos en interfase y en esta etapa están más condensados que en profase (Brown 1966, Molero 2009).

En *D. coccus* los machos a nivel citogenético se caracterizan por la heterocromatinización de los cromosomas paternos, mientras que los de origen materno permanecen eucromáticos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Gildardo Aquino del Colegio de Post graduados en Texococo Montecillo-México por su ayuda con la búsqueda bibliográfica. Así mismo a la profesora María Siles por las sugerencias brindadas en el desarrollo de la presente investigación.

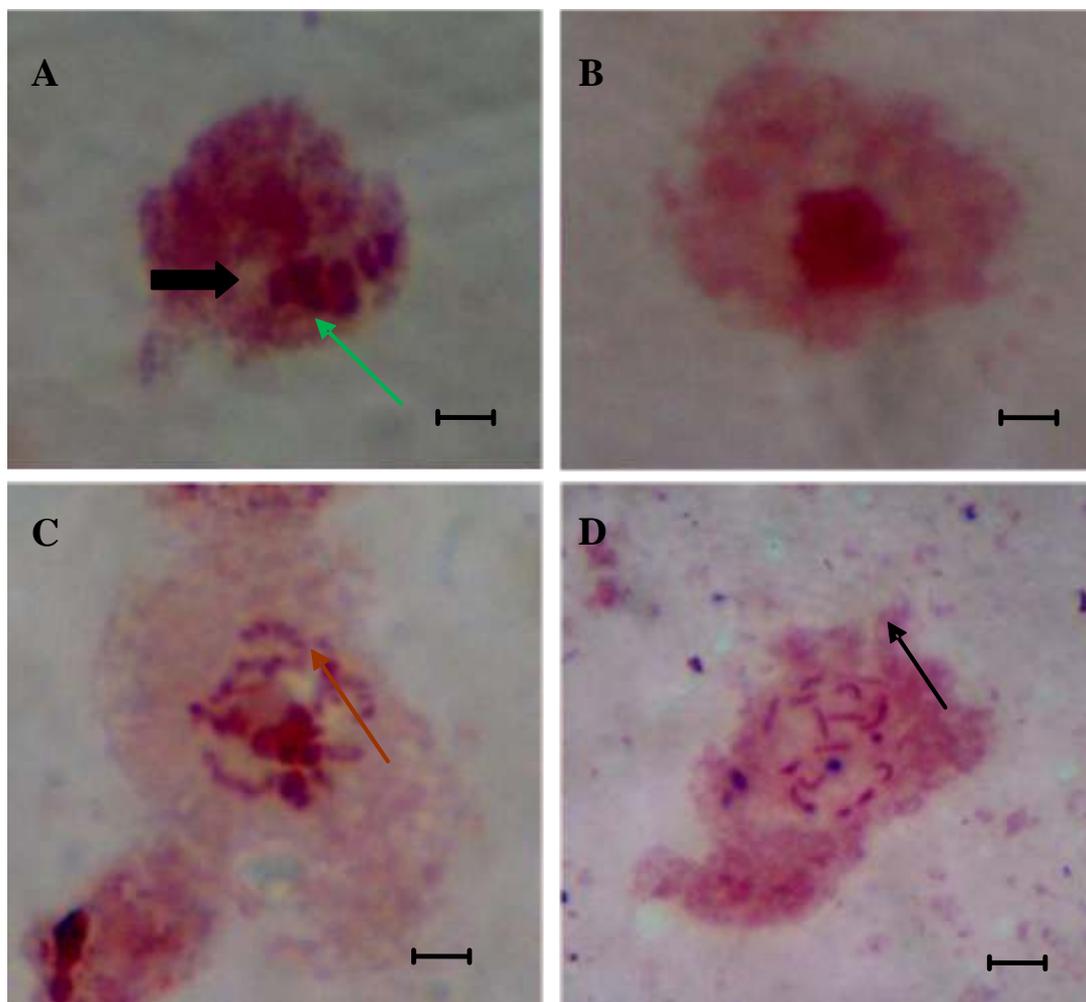


Figura 2. Preparaciones citológicas en embriones de *Dactylopius coccus*. A) núcleo interfásico de la línea celular 1, con dos clases de cromatina, una de alta tinción y de posición excéntrica (flecha verde) y la otra de baja tinción y de posición central (flecha negra). B) Cromatina de la línea celular 2, observe la picnosis evidente en la zona central. C) Estadio profásico de la línea celular 1; los cromosomas se condensaban más que otros y se agrupaban formando un cromocentro (flecha) y D) Estadio profásico de la línea celular 2, todos los cromosomas mantuvieron el mismo grado de condensación y por lo tanto de tinción. Coloración Orceina Lacto Acética (2%). Barra = 2 µm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEX. 2006. Boletín N° 167. *Boletín Semanal de ADEX* (Asociación de Exportadores del Perú).
- Aquino, P. G. 1991. *Estudio cromosómico en cuatro tipos de cochinilla (Dactylopius spp.) (Homóptera: Dactylopiidae) del nopal (Opuntia spp.). Tesis presentada como requisito parcial para optar el grado de Maestro en Ciencias, especialista en Fruticultura.* Colegio de Postgraduados, San Luis Potosí-México. 106 p.
- Brockmann, H.J. 1984. *The evolution of social behaviour in insects.* pp. 340-361. En: Krebs JR & NB Davies (Eds). *Behavioural ecology: An evolutionary approach:* Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom.
- Brown, S.W. & Nelson-Res. W. 1961. Radiation analysis of a lecanoid genetic system. *Genetics*, 46: 983-1007.
- Brown, S. W. & Nur, U. 1964. Heterochromatic chromosomes in the coccids. *Science*, 145: 130-136.
- Brown, S. W. 1966. Heterochromatin. *Science*, 151: 417-425.
- Ferris, G. F. 1955. *Atlas of the scale insects of North America.* Vol. VII. Stanford, C.A., Stanford University Press. 233 p.
- Hughes-Schrader, S. 1935. The chromosome cycle of *Phenacoccus* (Coccidae). *The Biological Bulletin*, 69: 462-468.
- Lacadena, J. R. 1996. *Citogenética.* 1^{ra} Ed. Ed. Complutense S.A. Madrid. España.
- Marín, L. R. & V. F. Cisneros. 1977. Biología y morfología de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) (Homoptera: Dactylopiidae). *Revista Peruana de Entomología*, 29: 70-76.
- Molero, S. 2009. *Cariotipo y aspectos citogenéticos en Dactylopius coccus Costa 1935 "La cochinilla del carmín". Tesis para optar el grado de Biólogo con mención en Zoología.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Nur, U. 1980. *Evolution of unusual chromosome system in scale insects (Coccoidea: Homoptera).* pp. 97-117. In: R.L. Blackman, G.M. Hewitt and M. Ashburner (Eds). *Insects cytogenetics* Blackwell Scientific publications Oxford, U-K.
- Nur, U. 1982. Destruction of specific heterochromatic chromosomes during spermatogenesis in the Comstockiella chromosome system (Coccoidea: Homoptera). *Chromosoma*, 85: 519-530.
- Nur, U. 1990. Heterochromatization and euchromatization of whole genomes in scale insects (Coccoidea: Homoptera). *Development Supplement*, 108: 29-34.
- Portillo, L. 2005. Origen de *Dactylopius coccus* Costa (Hemíptera: Dactylopiidae): ¿Norte o Sudamérica? *Dugesiana*, 12: 1-8.
- Schrader, F. 1921. The chromosomes of *Pseudococcus nipae*. *The Biological Bulletin*, 40: 259-270.

Fecha de recepción: 15 de junio del 2010.
Fecha de aceptación: 23 de noviembre del 2010.