

Algunas notas sobre aspectos histológicos del tejido muscular de Himenópteros. I. El aparato nuclear

.....

Some notes about histologic aspects of the muscle tissue of Hymenoptera

.....

Tomás P. Pessacq¹

Resumen

Se estudiaron aspectos estructurales del aparato nuclear en músculo estriado de Himenópteros. Se describen las hileras de núcleos en fibras musculares de diferentes especies de Himenópteros. Se puntualiza que las cadenas de núcleos independientes en las miofibras adultas se originan por un proceso de división amitótica a partir de núcleos gigantes poliploides.

Palabras claves: Himenópteros, Células musculares estriadas, Núcleos gigantes poliploides, División amitótica.

Summary

Cytological structural aspects of the nuclear apparatus of Hymenoptera are studied. Chains of nuclei present in striated muscle cells are described. It is pointed out that in adult miofibers rows of independent nuclei are originated by amitotic fragmentation of giant polyploid nuclei.

Key words: Hymenoptera, Striated muscle cells, Polyiploid giant nuclei, Amitotic division.

Introducción

La histogénesis de las fibras musculares estriadas de los insectos constituye un fenómeno citofisiológico complejo que incluye, entre otros procesos, la formación de miofibrillas y la aparición, en la zona central de las cédulas musculares, de una cadena parcialmente continua de núcleos (Toselli y Pepe 1968; Judy y Marks 1971). A pesar de la considerable cantidad de referencias bibliográficas sobre este tema, existen so-

lamente escasos datos referentes al mecanismo de multiplicación nuclear en el músculo de los insectos. El origen de las células musculares adultas multinucleadas ha sido atribuido a un proceso de amitosis, a un proceso combinado de poliploidía y endomitosis o a un fenómeno de fusión sincicial de células mioblásticas, previamente independientes originadas por mitosis (Maslow 1969; Pessacq 1969; Judy y Marks 1971). En la presente investigación se han llevado a cabo observaciones orientadas al análisis de los núcleos de las fibras musculares estriadas de himenópteros adultos. Esta comunicación se refiere fundamentalmente a aspectos estructurales del aparato nuclear de himenópteros tendientes a indicar que la diferenciación del mismo puede representar una forma especial de crecimiento endomitótico asociado a un proceso de fusión de núcleos originalmente independientes.

Materiales y Métodos

Se estudió citológicamente el tejido muscular de ejemplares adultos de diferentes Himenópteros, especialmente la hormiga *Acromyrmex ludi* (Guér), *Solenopsis saevissima* (Richter) y las avispas *Polybia scutellaris* (White), *Sceliphron figulus* (Dahlb) y *Trypoxylon palliditarse* (Sauss). Se eligieron estas especies por su abundancia en las zonas ribereñas de la Provincia de Buenos Aires próximas a La Plata (Llano 1959). El tejido muscular del tórax y de las patas se disecó y se extendió mediante agujas sobre porta objetos albuminizados. Las preparaciones se fijaron por calentamiento moderado a la llama durante 1 - 2 minutos. Se procedió luego a la post fijación en alcohol-acético 3:1, durante 6 - 12 horas a temperatura ambiente. Como procedimiento de coloración se emplearon el método de Giemsa, con una solución al 2% en agua destilada y la técnica de Feulgen

para ADN (Langeron 1949; Mc. Manus y Mowry 1960). Luego de lavado rápido en agua destilada y secado al aire, a temperatura ambiente, los extendidos se examinaron con mediano y gran aumento. Las cédulas musculares mejor preservadas en su estructura, se microfotografiaron.

Resultados

Las fibras musculares de Himenópteros poseen un aparato nuclear constituido por una cadena central de núcleos aislados o parcialmente fusionados y conectados por filamentos de cromatina (Fig. 1a)

Esta característica es compartida con otros grupos de insectos, pero en himenópteros es donde mejor se pone en evidencia la fusión parcial de los núcleos. En las especies estudiadas los núcleos gigantes se observaron tanto en estadios larvales como en especímenes adultos. Por el contrario, en dípteros las bandas centrales de cromatina en las células musculares, aparecen con gran frecuencia durante el desarrollo larval pero tienden a desaparecer en ejemplares adultos. Los macronúcleos que se identificaron en las larvas (Fig. 1b), están reemplazados en moscas adultas, por ejemplo, por una cadena central de núcleos independientes que recorren toda la longitud de la fibra muscular (Fig. 2a).

Eventualmente pueden encontrarse series de 2 a 4 núcleos unidos entre si por puentes de cromatina como un vestigio de la disposición embrionaria en cuerdas centrales. En las fibras musculares de *Acromyrmex ludi* el aparato nuclear aparece enteramente continuo con gran frecuencia (Fig. 1a).

Pueden observarse filamentos de interconexión nuclear y en algunos casos se reconocen puentes de heterocromatina negativa, lo que da una imagen de aparente discontinuidad o interrupción de la banda cromática central cuando se examina con aumentos panorámicos. En *Polybia scutellaris* y *Sceliphron figulus* el aparato nuclear del músculo estriado es casi idéntico al descrito en la especie precedente. Algunas pequeñas diferencias pueden ser evidenciadas. Los núcleos se tiñen con menor intensidad, lo que depende de la relativa escasez de corpúsculos heterocromáticos que están siempre presentes en *Acromyrmex ludi*. En esta especie, el núcleo elongado de las miofibras es de diámetro uniforme (Fig. 2b). Pueden observarse interrupciones a intervalos irregulares. En ocasiones aparecen bandas transversales en los núcleos grandes, tanto de mioblastos como de fibras musculares diferenciadas (Fig. 2c).

¹ Calle 121 No. 1467(e/63 y 64) (1900) La Plata Argentina.

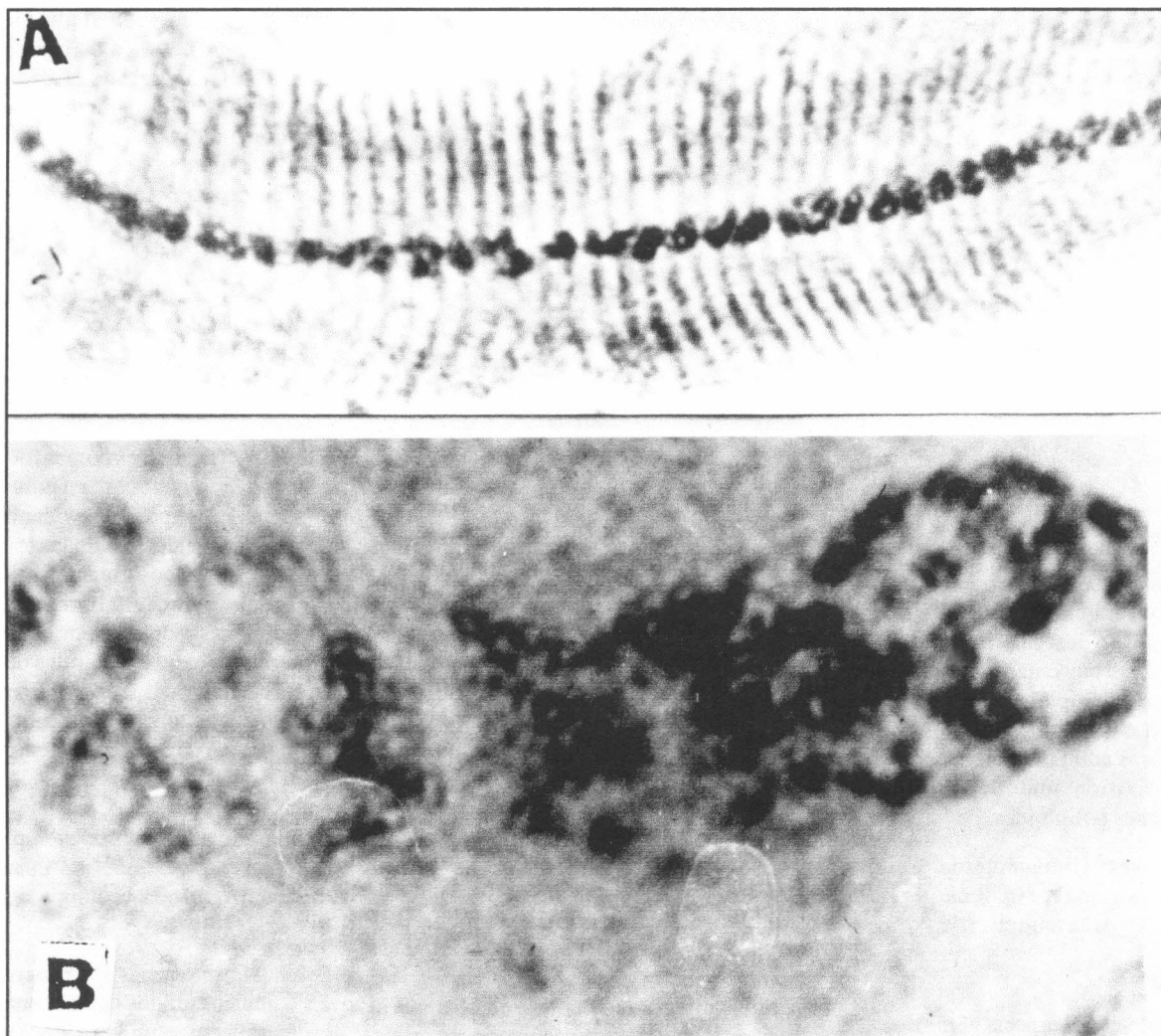


Figura 1A. Fibra muscular estriada de *Acromyrmex lundii* en la que se observa la cadena central de núcleos, parcialmente continúa. **1B.** Núcleo gigante poliploide en un mioblasto de larva de *Musca doméstica*. A. Método de Giemsa, x 450; B. Técnica de Feulgen, x 1000.-

Discusión

La existencia de una hilera central de núcleos en células musculares estriadas de insectos es un hecho conocido que ha sido descrito en diferentes especies (Toselli y Pepe 1968; Pessacq 1984). La citogénesis de esta disposición nuclear no ha sido definitivamente aclarada. Algunos autores postulan la teoría sincicial para la formación de las fibras musculares estriadas, mediante fusión de mioblastos mononucleares originalmente independientes (Maslow 1969; Molinaro y Martinozzi 1973). Otras observaciones sugieren que la multinuclearidad resulta de un proceso de división amitótica que acontece en células musculares estriadas en crecimiento (Pessacq 1969). En cultivos de células musculares de vertebrados se ha puesto en evidencia que por lo menos en

estadios precoces de diferenciación la multinuclearidad es debida a la fusión de mioblastos (Altschul 1946; Maslow 1969).

Observaciones empleando técnicas autoradiográficas indican que células diferenciadas de *Bombyx mori* incorporan timidiana tritiada (Komarov 1976). En el presente estudio se señala la existencia de núcleos gigantes elongados en el músculo estriado de himenópteros. La génesis de este sincarión, que se extiende a lo largo de las miofibras, puede interpretarse como resultado de dos procesos celulares diferentes:

a) Un proceso de endomitosis originando macronúcleos gigantes (Pessacq 1984). Este mecanismo tiene lugar en células musculares diferenciadas a partir de núcleos de la cadena central. Tal proceso de poliploidía correspon-

dería al aumento de longitud de las fibras musculares en el curso de la diferenciación larval. Se han presentado evidencias acerca de la formación de núcleos poliploides en el músculo en crecimiento de *Bombyx mori* (Komarov 1976). En las presentes observaciones se describe la existencia en células musculares, de núcleos poliploides de gran longitud. La existencia de un proceso de crecimiento endomitótico en células musculares diferenciadas no es incompatible con el origen de las fibras multinucleadas por un mecanismo de fusión de mioblastos independientes tal como ha sido estudiado en cultivo de tejidos. Probablemente acontece una combinación de dos fenómenos: multinuclearidad por fusión de células independientes y crecimiento ulterior de núcleos de la hilera central por poliploidía y endomitosis (Hort 1953; Risler 1959).

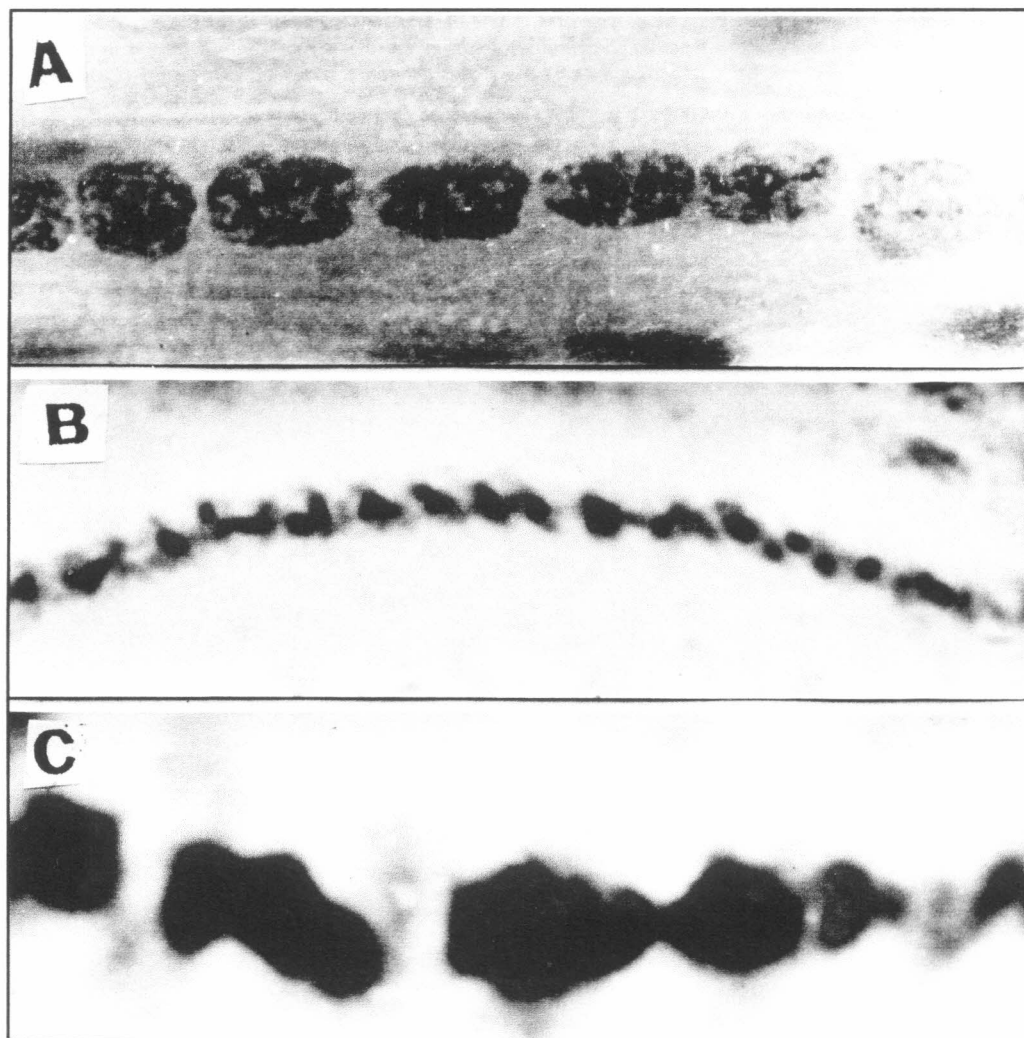


Figura 2. Diferentes aspectos exhibidos por el aparato nuclear en fibras musculares de ejemplares adultos de Avispas. En **A**, la fila central de núcleos muestra fusión parcial de sus elementos. En **B** y **C**, el aparato nuclear de las miocélulas, continuo, presenta alternancia de secciones claras y oscuras de cromatina. Técnica de Feulgen. **A** y **C**: x 1000; **B**: x 450.

b) Fusión de los núcleos en hilera de las miofibras. Tal conjugación de núcleos previamente independientes podría postularse como probable para el origen de los núcleos gigantes en forma de cuerda de las células musculares. La fusión nuclear no es un proceso frecuente en células de metozoarios. Por el contrario, en protistas, la fusión y reorganización de macronúcleos se produce con frecuencia como un fenómeno normal precediendo la división y el enquistamiento (Orias 1991; Raikov 1969, 1982). Un fenómeno comparable es posiblemente responsable, por lo menos en forma parcial, de la formación de estos núcleos alargados. La circunstancia de que sean particularmente frecuentes en estadios larvales durante la miogénesis y su disminución en número en el curso de la maduración post larval, su-

giere, por otra parte, la producción de divisiones amitóticas capaces de originar las filas de núcleos independientes observables en miocélulas de insectos adultos.

Bibliografía

- ALTSCHUL, R. 1946. Nucleosis of skeletal muscle. *Science*. (103): 566-567
- HORT, W. 1953. Quantitative histologische Untersuchungen an wachsenden Herzen. *Virchows Arch. Path Anat.* 323: 223-242.
- JUDY, K.J.; MARKS, E.P. 1971. Effects of Ecdysterone in vitro on hindgut and hemocytes of *Manduca sexta* (Lepidoptera). *Gen. And Comp. Endocrinology* 17: 351-359.
- KOMAROV, S. A. 1976. The evolution of DNA content in the nuclei of intersegmental abdo-

minal muscle fibers of *Bombyx mori* L. larvae during the intermolting period (en ruso). *Tsitologiya* 18: 458-463.

- LANGERON, M. 1949. Précis de microscopie. Masson. París.
- LLANO, R. J. 1959. Observaciones biológicas de insectos bonaerenses. La Plata. Ministerio de Educación. Supl. de la Revista de Educación.
- MASLOW, D. E. 1969. Cell specificity in the formation of multinucleated striated muscle. *Exptl. Cell Res.* 54:381-390.
- Mc. MANUS, J. F. A.; MOWRY, R. W. 1960. Staining methods. Histological and histochemical. Paul B. Hoeber, Inc. Medical division of Harpe & Brothers. New York.
- MOLINARO, M.; MARTINOZZI, M. 1973. Relative contribution of different classes of

- myogenic cells to muscle fiber formation in culture. *Exptl. Cel Res.* 78: 329-334.
- ORIAS, E. 1991. Evolution of amitosis of the ciliate macronucleus: gain of the capacity to divide. *J. Protozool.* 38 (3): 217-221.
- PESSACQ, T. P. 1969. Clasmatothensis, a new type of amitotic nuclear division in striated muscle cells of insects. *Cytologia* 34: 234-240.
- PESSACQ, T.P. 1984. Some observations on the nuclear apparatus of insect muscle cells. *Cytologia* 49: 77-81.
- RAIKOV, I. B. 1969. The macronucleus of ciliates. En: Chen, T.T. (ed.) *Research in Protozoology*. Pergamon Press, Oxford, New York 3: 1-13.
- RAIKOV, I. B. 1982. The protozoan nucleus; Morphology and evolution. Springer-Verlag, New York. 474 pp.
- RISLER, H. 1959. Polyploidie und somatische reduction in der Larvenepidermis von *Aedes aegypti* (Culicidae). *Chromosoma (Berl.)* 10:195-209.
- TOSELLI, P. A.; PEPE, F.A. 1968. The fine structure of the ventral intersegmental abdominal muscle of the insect *Rhodnius prolixus* during the molting cycle. II. Muscle changes in preparation for molting. *J. Cell. Biol.* 37: 462-482.