

Ponencia Andaluza de Biología-LOGSE

Curso 2006-07

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS CONCEPTOS DE MITOSIS, LISOSOMAS Y VACUOLAS

MITOSIS

Mitosis con significado de división celular (cariocinesis y citocinesis)

- 1.- Lodish, H.; Berk, A.; Matsudaira, P.; Kaiser, C.A.; Krieger, M.; Scott, M.P.; Zipursky, L.; and Darnell, J. "Molecular Cell Biology". Ed. W. H. Freeman and Co. New York. 2004. 5ª Edición.

<<The simplest type of reproduction entails the division of a "parent" cell into two "daughter" cells. This occurs as part of the cell cycle, a series of events that prepares a cell to divide followed by the actual division process, called **mitosis**. The eukaryotic cell cycle commonly is represented as four stages (Figure 1-17)>>. (Sic). Capítulo 1.

"**Mitosis** is an asexual process since the daughter cells carry the exact same genetic information as the parental cell. In sexual reproduction, fusion of two cells produces a third cell that contains genetic information from each parental cell. Since such fusions would cause an ever-increasing number of chromosomes, sexual reproductive cycles employ a special type of cell division, called **meiosis**, that reduces the number of chromosomes in preparation for fusion (see Figure 9-3)". (Sic). Capítulo 1.

"Other cyclin-dependent kinases regulate additional aspects of cell proliferation, including the complex process **mitosis** by which a eukaryotic cell divides into two daughter cells. We discuss the various regulatory mechanisms that determine the rate of cell division in Chapter 21". (Sic). Capítulo 4.

"**FIGURE 9-3. Comparison of mitosis and meiosis.** Both somatic cells and premeiotic germ cells have two copies of each chromosome ($2n$), one maternal and one paternal. In mitosis, the replicated chromosomes, each composed of two sister chromatids, align at the cell center in such a way that both daughter cells receive a maternal and paternal homolog of each morphologic type of chromosome. During the first meiotic division, however, each replicated chromosome pairs with its homologous partner at the cell center; this pairing off is referred to as **synapsis**. One replicated chromosome of each morphologic type then goes into one daughter cell, and the other goes into the other cell in a random fashion. The resulting cells undergo a second division without intervening DNA replication, with the sister chromatids of each morphologic type being apportioned to the daughter cells. Each diploid cell that undergoes meiosis produces four haploid ($1n$) cells". (Sic). Capítulo 9.

- 2.- Peinado Herreros, M. A.; Pedrosa Raya, J.A.; Aranda Haro, F.; Martínez-Martínez, M.; Ríos Guadix, A.; "Biología Celular". Ed. Universidad de Jaén. 1996.

"En la mitosis, debido a la complicada estructura del núcleo y los cromosomas de las células eucarióticas, la división tiene lugar mediante una serie de procesos que aseguran el reparto equitativo del material genético entre las dos células hijas. En la división mitótica se han de considerar dos procesos que ocurren simultáneamente: la división del núcleo o cariocinesis y la división del citoplasma o citocinesis. La cariocinesis comprende varias etapas que aseguran el reparto equitativo de los cromosomas entre las dos células hijas ... la citocinesis transcurre de forma diferente en células animales y vegetales....." (Sic). Cap. 16. Ciclo celular.

Ponencia Andaluza de Biología-LOGSE

Curso 2006-07

- 3.- De Robertis y De Robertis, "Biología Celular y Molecular". Ed. El Ateneo, S.A., Barcelona, 1984, y Buenos Aires, 1994

"La división celular es un fenómeno complejo por el cual los materiales celulares se dividen en partes iguales entre las dos células hijas. Este proceso es solo la fase final y microscópicamente visible de cambios previos ocurridos a nivel molecular y bioquímico. Los componentes fundamentales de la célula, particularmente los que están relacionados con la transmisión hereditaria, se duplican antes de que la célula se divida por mitosis. Aunque el proceso de mitosis es, en general, semejante en todas las células eucarióticas, hay variaciones entre los distintos tipos celulares, particularmente entre células animales y vegetales" (Sic). Cap. 17, mitosis y división celular.

"Resumen de la mitosis: Etapas de la mitosis... profase,...metafase,...anafase,...telofase,...citocinesis". Cap. 17, mitosis y división celular.

"La separación de los núcleos hijos y la citocinesis o clivaje celular pueden constituir dos procesos separados" (Sic).

- 4.- Darnell, J.; Lodish, H. and Baltimore, D. "Biología Celular y Molecular". Ed. Labor, S.A., Barcelona, 1988 y Ed. Omega, D.L., Barcelona, 1993

"Citocinesis. Muchos resultados experimentales indican que durante el último paso de la mitosis las interacciones entre la actina y la miosina impulsan la separación de las células hijas (véase la figura 5.14). Rodeando el surco de segmentación..." (Sic). Capítulo 19. El citoesqueleto y los movimientos celulares.

- 5.- Junquera, LC.; Carneiro, J. "Histología Básica". Ed. Salvat, S.A. Barcelona, 1988.

"La división celular es observable al microscopio óptico en el proceso denominado mitosis, durante la cual la célula madre se divide en dos, recibiendo cada célula hija un juego cromosómico igual al de la célula madre. Este proceso consiste esencialmente en la duplicación de los cromosomas y su distribución a las células hijas. Se acordó dar el nombre de interfase a la fase de la célula durante la cual no ocurre la mitosis. (Sic). Cap. 3. La célula.

"Se acostumbra subdividir la mitosis en etapas, que en realidad son continuas, pero que serán aquí consideradas individualmente por motivos didácticos. La profase se caracteriza... En la metafase desaparece...: En la anafase los cromosomas hijos... La telofase se caracteriza por... Al mismo tiempo que se observan estas alteraciones nucleares, se forma una constricción al nivel de la zona ecuatorial de la célula madre, que va progresando y termina por dividir el citoplasma y sus orgánulos en dos partes iguales. De este modo, la mitosis termina con la formación de dos células hijas". (Sic). Cap. La célula.

- 6.- Berkaloff, A.; Bourguet, J.; Favard, P.; Guinebault, M. "Biología y Fisiología Celular". Ed. Omega, S.A., Barcelona, 1978.

"En la telofase, cada uno de los dos lotes de cromosomas ha alcanzado un polo... los nucleolos se vuelven a formar a la altura de la constricción secundaria de ciertos cromosomas, de donde procede su nombre de organizador nucleolar. En la región ecuatorial, la membrana plasmática se invagina para formar una hendidura anular cada vez más profunda: el surco de división. La región ecuatorial se estrangula cada vez más, pero aún se reconocen en ella las fibras interzonales. El puente que une las dos células hijas se reduce y, finalmente, estas células hijas se separan. Esta última etapa de la mitosis constituye la citodíesis". (Sic). Cap. 7. División celular.

- 7.- Maillet, M. "Citología". Ed. Masson, S.A. Barcelona, 1978.

Mitosis: Fase M del ciclo celular.

La mitosis involucra a:

- Todos los elementos nucleares: cariocinesis.
- Todos los elementos citoplasmáticos: citocinesis. (Sic)

Cap. 5. Ciclo Celular (interfase y mitosis).

Ponencia Andaluza de Biología-LOGSE

Curso 2006-07

8.- Duve, C. "La Célula Viva". Ed. Prensa Científica, S.A. Barcelona. 1988.

La mitosis: incluye la citocinesis.

Mitosis o cariocinesis diferenciada de citocinesis

1.- Lodish, H.; Berk, A.; Matsudaira, P.; Kaiser, C.A.; Krieger, M.; Scott, M.P.; Zipursky, L.; and Darnell, J. "Molecular Cell Biology". Ed. W. H. Freeman and Co. New York. 2004. 5ª Edición.

"*FIGURE 20-29 The stages of mitosis and cytokinesis in an animal cell.*" (Sic). Capítulo 20.

"*The physical division of the cytoplasm, called cytokinesis, then yields two daughter cells as the Golgi complex re-forms in each daughter cell.*" (Sic). Capítulo 21.

2.- Alberts, B. *et al.*, "Biología Molecular de la Célula". Ed. Omega. S.A. Barcelona. 1986, 1987; 1990; 1996; 2004.

"*Tradicionalmente, la división celular se estructura en seis etapas. Las cinco primeras etapas constituyen la mitosis, mientras que la sexta es la citocinesis.*" (Sic).

3.- Fernández Ruiz, B.; Bodega Magro, G.; Suárez-Nájera, I.; Muñoz-Hernando, E. "Biología Celular". Ed. Síntesis, S.A. Madrid, 2000.

"*La mitosis, o división del núcleo, clásicamente se ha dividido en cinco estadios: profase, prometafase, metafase, anafase y telofase.* (Sic)". Cap. 14, Ciclo celular y diferenciación.

"*La citocinesis o segmentación es el proceso por el que se va a dividir el citoplasma. Empieza a producirse en anafase y se aprecia por la aparición de una ligera invaginación llamada surco...*" (Sic). Cap. 14. Ciclo celular y diferenciación.

4.- Berkaloff, A.; Bourguet, J.; Favard, P.; Lacroix, J.C. "Biología y Fisiología Celular. II. Aparato de Golgi, Lisosomas, Mitocondrias, Célula y virus". Ed. Omega, S.A., Barcelona, 1988.

No aclara el proceso de mitosis. Solo habla de División celular: mitosis. Desarrollo de la mitosis.

El desarrollo de la mitosis "abierta" está jalonado de acontecimientos indicadores que se toman como referencia para dividir el fenómeno en cuatro estadios principales: la profase, cuya segunda parte señalada por la ruptura de la envoltura nuclear, es llamada premetafase, metafase, anafase y telofase. Cap. 13, División celular: mitosis.

5.- Wolfe, S.L. "Biología de la Célula". Ed. Omega, S.A. Barcelona. 1977.

Identifica 3 fases en la reproducción celular: interfase, mitosis y citocinesis (etapas independientes).

Ponencia Andaluza de Biología-LOGSE

Curso 2006-07

LISOSOMAS

- 1.- Alberts, B. *et al.*, "Biología Molecular de la Célula". Ed. Omega. S.A. Barcelona. 1986, 1987; 1990; 1996; 2004.

Los sitúan como un orgánulo de células animales y vegetales Cap. 1, La evolución de la célula.

"Debido a su extraordinaria diversidad de formas y tamaños, para identificar a un orgánulo determinado como lisosoma en las micrografías electrónicas a menudo es necesario utilizar el precipitado electrodenso formado por el producto de reacción de una hidrolasa (como por ejemplo, de una fosfatasa a una sulfatasa). Con esta técnica se detectan lisosomas en todas las células eucarióticas." (Sic). Cap. 7. Membranas internas y síntesis de macromoléculas.

"Las células de las plantas superiores poseen todos los compartimentos intracelulares descritos antes para las células animales, incluidos el citosol, el complejo de Golgi, el retículo endoplásmico, el núcleo, las mitocondrias, los peroxisomas, y los lisosomas. Las células vegetales presentan también citoesqueleto, compuesto por filamentos de actina y microtúbulos que no se diferencian de los observados en las células animales. Sin embargo, las células vegetales se pueden distinguir de las de los animales por la presencia de dos tipos de compartimentos delimitados por membrana –la vacuola y los plástidos-. Ambos orgánulos están relacionados con la forma de vida inmóvil de las células vegetales." (Sic).Cap. 19, Características especiales de las células vegetales.

- 2.- Darnell, J.; Lodish, H. and Baltimore, D. "Biología Celular y Molecular". Ed. Labor, S.A., Barcelona, 1988. Ed. Omega S.A., 1993.

"Según una definición, un orgánulo es cualquier entidad subcelular que puede ser aislada por centrifugación a gran velocidad. Esta definición incluiría estructuras como los ribosomas, partículas de glucógeno (un polímero de glucosa), y grandes complejos multienzimáticos. Sin embargo, en ese libro utilizamos el término orgánulo tan solo para referirnos a estructuras limitadas por membranas. Se encuentran orgánulos en todas las células eucarióticas, sean tanto unicelulares como de origen animal o vegetal. Además del núcleo, entre los orgánulos se cuentan las mitocondrias, los retículos endoplasmáticos liso y rugoso, las vesículas de Golgi, los lisosomas, peroxisomas y varias vesículas más pequeñas (figura 5.26). Las células vegetales también poseen cloroplastos, donde se lleva a cabo la fotosíntesis, y grandes orgánulos llenos de líquido llamados vacuolas." (Sic). Cap. 5, principios de organización y función celular.

- 3.- De Robertis y De Robertis, "Biología Celular y Molecular". Ed. El Ateneo, S.A., Barcelona, 1984 y Buenos Aires, 1994.

"Se encuentran lisosomas tanto en las células animales como en las vegetales y en los protozoos. En las bacterias no hay lisosomas, pero el llamado espacio periplasmático, que a veces se observa entre la membrana y la pared celular, puede desempeñar un papel similar al de los lisosomas" (Sic). Cap. 13, Los lisosomas y el sistema digestivo de la célula. Peroxisomas.

"Las células vegetales tienen lisosomas que intervienen en la germinación de las semillas... Por tanto, en las vegetales los lisosomas intervienen en la digestión celular y extracelular y también en los procesos de desarrollo (Allison, 1974)". (Sic).Cap. 13. Los lisosomas y el sistema digestivo de la célula. Peroxisomas.

- 4.- Fernández Ruiz, B.; Bodega Magro, G.; Suárez-Nájera, I.; Muñiz-Hernando, E. "Biología Celular". Ed. Síntesis, S.A. Madrid, 2000.

"Los lisosomas son orgánulos citoplasmáticos rodeados de membrana, capaces de realizar la digestión intracelular debido a su alto contenido en enzimas hidrolíticas. Entre estas enzimas hidrolíticas se encuentran: proteasas, lipasas, glucosidasas, fosfatasas, fosfolipasas, nucleasas y sulfatasas. Su descubrimiento se debe a

Ponencia Andaluza de Biología-LOGSE

Curso 2006-07

De Duve en 1949. Se encuentran presentes en todas las células excepto en los glóbulos rojos, siendo particularmente importantes en los macrófagos y en los granulocitos. En las bacterias no existen lisosomas, pero el espacio periplasmático puede desempeñar un papel semejante al de los lisosomas". (Sic). Cap. 9. Lisosomas.

"Lisosomas en células vegetales: en las células de las semillas de ciertos vegetales se acumulan unas reservas conocidas como gránulos de aleurona. En realidad son lisosomas secundarios que se mantienen sin efectuar la digestión intracelular hasta la época de la germinación. En ese momento los tejidos que se encontraban con gran pérdida de agua se hidratan y los enzimas lisosómicos se activan" (Sic). Cap.9. Lisosomas.

- 5.- Paniagua, R. et al., "Biología Celular". Ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. Madrid, 1999, 2002.

"En las células vegetales los lisosomas no parecen constituir una entidad morfológica definida. Estas células contienen una amplia variedad de hidrolasas ácidas capaces de digerir los constituyentes del citoplasma y los metabolitos. Pero estas enzimas se encuentran también en diferentes estructuras rodeadas por membrana, entre las cuales la vacuola vegetal ocupa un puesto prominente. Además, hay también hidrolasas en la pared celular; esto es, en el espacio extracelular. Se ha propuesto las expresiones compartimento lisosómico celular y sistema lisosómico para designar la totalidad de las estructuras en las que se realiza la hidrólisis". (Sic). Cap. 4. Síntesis y degradación de macromoléculas.

"Los granos de aleurona de las semillas corresponden a lisosomas que acumulan proteínas y otras sustancias, las cuales cristalizan formando el globoide y el cristaloides (fig. 4-40.B). Las hidrolasas ácidas que contienen se mantienen inactivas. Durante la germinación hay una hidratación de la semilla; los gránulos de aleurona aumentan de volumen, y las hidrolasas se activan. Los gránulos se fusionan entre sí formándose gránulos mayores. Al final quedan restos de la digestión". (Sic). Cap 3. Síntesis y degradación de macromoléculas.

- 6.- Strasburger, E. et al., "Tratado de Botánica". Ed. Marin S.A. Barcelona, 1974. y Ed. Omega, D.L. Barcelona, 1990 y 1994.

"Las células de los animales heterótrofos se distinguen de las de los vegetales por la falta de membrana rígida, y sobre todo porque en ellas no hay plastidios, pero éstos faltan también en las bacterias y en los hongos heterótrofos, así como en las cianofíceas autótrofas. Además en el citoplasma de las células vegetales adultas se presentan con regularidad cavidades o vacuolas llenas de jugo celular acuoso, pues el citoplasma no crece con intensidad correspondiente al gran aumento de volumen de la célula, aumento que se debe en primer lugar a absorción de agua (fig. 5 y 7)". (Sic). Cap. 1. Citología. La célula como elemento de la vida. Strasburger et al., no diferencian a las células vegetales de las animales por los lisosomas sino por pared celular (membrana rígida), plastidios y vacuolas.

- 7.- Peinado Herreros, M. A.; Pedrosa Raya, J.A.; Aranda Haro, F.; Martínez-Martínez, M.; Ríos Guadix, A.; "Biología Celular". Ed. Universidad de Jaén. 1996.

"Mediante esta técnica se ha puesto de manifiesto la existencia de lisosomas en todas las células eucarióticas, tanto animales como vegetales; no obstante, su cantidad depende del tipo celular". (Sic). Cap. 14. Sistema digestivo de la Célula.

- 8.- Berkaloff, A.; Bourguet, J.; Favard, P.; Lacroix, J.C. "Biología y Fisiología Celular. II. Aparato de Golgi, Lisosomas, Mitocondrias, Célula y virus". Ed. Omega, S.A., Barcelona, 1988.

"Gracias a las técnicas histoquímicas que revelan in situ la actividad de ciertas hidrolasas y más raramente gracias al análisis bioquímico de las fracciones (véase más adelante) parece ser que las células de los eucariotas tanto animales como vegetales, poseen todas lisosomas; la estructura de estos orgánulos es, no

Ponencia Andaluza de Biología-LOGSE

Curso 2006-07

obstante, extremadamente distinta de un tipo celular a otro e incluso en una misma célula". (Sic). Cap. 8. Lisosomas.

9.- Ferrer Amorós, J.R. "Las células de los tejidos vegetales" Ed. Vedral, 1997.

"De este compartimento, las vesículas con la membrana que se tiene que reparar y reciclarse son dirigidas al Complejo de Golgi, y las vesículas conteniendo moléculas o partículas destinadas a degradarse, son dirigidas a la vacuola pasando por los cuerpos multivesiculares, que pueden constituir así un compartimento prelisosómico". (Sic) .Cap. 6.10. La endocitosis permite la internalización, el reciclaje y la destrucción intracelular de membranas.

10.- Ferrer Amorós, J.R. "Las células de los tejidos vegetales" Ed. Vedral, 1997.

Presenta un dibujo diferenciador de una célula animal típica y una célula vegetal típica. *"La posesión de plastidios, en este caso cloroplastos, de una vacuola central y de una pared celular caracteriza a la célula vegetal". (Sic). Cap. 1. Células y tejidos vegetales. (No establece a los lisosomas como un orgánulo que diferencie a células vegetales de animales).*

VACUOLAS

1.- Alberts, B. *et al.*, "Biología Molecular de la Célula". Ed. Omega. S.A. Barcelona. 1986, 1987; 1990; 1996; 2004.

La sitúa como un orgánulo de células vegetales. Cap. 1. La evolución de la célula.

"Sin embargo, las células vegetales se pueden distinguir de las de los animales por la presencia de dos tipos de compartimentos delimitados por membrana—la vacuola y los plástidos—. Ambos orgánulos están relacionados con la forma de vida inmóvil de las células vegetales." (Sic). Cap. 19, Características especiales de las células vegetales.

2.- Darnell, J.; Lodish, H. and Baltimore, D. "Biología Celular y Molecular". Ed. Labor, S.A., Barcelona, 1988. Ed. Omega S.A., 1993.

Presentan a la vacuola en el dibujo de una célula típica vegetal, pero no en el de la célula típica animal. Cap. 5, principios de organización y función celular.

*"Según una definición, un orgánulo es cualquier entidad subcelular que puede ser aislada por centrifugación a gran velocidad. Esta definición incluiría estructuras como los ribosomas, partículas de glucógeno (un polímero de glucosa), y grandes complejos multienzimáticos. Sin embargo, en ese libro utilizamos el término orgánulo tan solo para referirnos a estructuras limitadas por membranas. Se encuentran orgánulos en todas las células eucarióticas, sean tanto unicelulares como de origen animal o vegetal. Además del núcleo, entre los orgánulos se cuentan las mitocondrias, los retículos endoplasmáticos liso y rugoso, las vesículas de Golgi, los **lisosomas**, peroxisomas y varias vesículas más pequeñas (figura 5.26). **Las células vegetales también poseen cloroplastos, donde se lleva a cabo la fotosíntesis, y grandes orgánulos llenos de líquido llamados vacuolas.**" (Sic). Cap. 5, principios de organización y función celular.*

"Las células vegetales contienen vacuolas, las cuales almacenan moléculas pequeñas y capacitan a la célula para alargarse rápidamente. La mayoría de las células vegetales contienen una o más vacuolas internas (figura 5.39)....La entrada de agua en la vacuola desde el citosol hace que esta se expanda y cree una presión hidrostática, o turgencia., dentro de la célula....La regulación osmótica es una función importante en los microorganismos y células animales.....Las células animales no contienen vacuolas para eliminar el

Ponencia Andaluza de Biología-LOGSE

Curso 2006-07

exceso de agua... Por lo tanto, es esencial que las células animales se mantengan en un medio isotónico". (Sic). Cap. 5, principios de organización y función celular.

- 3.- Fernández Ruiz, B.; Bodega Magro, G.; Suárez-Nájera, I.; Muñoz-Hernando, E. "Biología Celular". Ed. Síntesis, S.A. Madrid, 2000.

"En las células pueden localizarse enclaves hidrofílicos e hidrófobos. Los enclaves hidrófilos están muy desarrollados en las células vegetales y se les denomina vacuolas. A los enclaves hidrófobos se les denomina inclusiones y aunque aparecen en células animales y vegetales suelen ser más abundantes en las últimas. Las vacuolas son auténticos orgánulos celulares con una gran importancia funcional para la célula vegetal. Por el contrario, las inclusiones son materiales acumulados que carecen de actividad propia. (Sic). ". Cap. 11, Vacuolas e inclusiones.

"Vacuolas. Se definen como enclaves líquidos hidrófilos, limitados por una fina membrana o tonoplasto y situados en el citoplasma. Están presentes en todas las células vegetales, excepto en algas cianofíceas. El término "vacuola" también se aplica a algunos orgánulos de las células animales, por ejemplo, las vacuolas autofágicas y digestivas que no son otra cosa que lisosomas." (Sic). Cap. 11. Vacuolas e inclusiones.

- 4.- Paniagua, R. et al., "Biología Celular". Ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. Madrid, 1999, 2002.

"En las células vegetales jóvenes (meristemáticas) existen numerosas vesículas y vacuolas de pequeño tamaño (provacuolas), que sólo se aprecian bien con el microscopio electrónico. Al crecer las células, las provacuolas adquieren mayor tamaño y se fusionan hasta formar una gran vacuola central, que en algunas células, como las parenquimáticas, llega a ocupar más del 90% del volumen celular. La vacuola se halla limitada por una membrana citoplasmática, que se denomina tonoplasto, con estructura trilaminar, de menor espesor que la membrana plasmática; es decir, como las membranas citoplasmáticas, aunque en algunos casos se ha descrito que su espesor es igual al de la membrana plasmática". (Sic). Cap. 4. Síntesis y degradación de macromoléculas.

- 5.- Maillet, M. "Citología". Ed. Masson, S.A. Barcelona, 1978.

Utiliza los términos vacuola heterofágica en células eucariotas animales refiriéndose a lisosomas secundarios o heterofagolisosomas y así lo comenta el autor. También utiliza el término vacuolas autofágicas en células animales cuando quiere referirse a los autofagolisosomas o citolisosomas. Utiliza el término vacuola como terminología antigua en sustitución del término "vesículas".

- 6.- Lodish, H.; Berk, A.; Zipursky S.L.; Matsudaira, P.; Baltimore, D.; Darnell, J. "Molecular Cell Biology" Ed. De Freeman N.H. and Company. New York, 2000, 2004.

Cuando presenta un dibujo de una célula vegetal típica, ésta aparece representada con vacuolas. Órganos que no aparecen en una célula animal típica. Cap. 5.