

ALTERACIONES EN LAS MITOSIS DE RAICILLAS DE
ALLIUM CEPA SOMETIDAS EN UN AMBIENTE
CARENTE DE OXIGENO

Por:

Sonia de Greiff *

R E S U M E N

Se hizo un estudio de los efectos causados por un ambiente carente de oxígeno en células meristemáticas de raicillas de *Allium cepa*, llegándose a comprobar la presencia de alteraciones en el desarrollo de la mitosis y una disminución de la frecuencia mitótica relacionadas con el tiempo de exposición a dicho ambiente.

Aunque las causas precisas de estas alteraciones son difíciles de señalar por su complejidad, parece ser que en su desarrollo están implicadas las disfunciones metabólicas resultantes de la anaerobiosis, que afectan la producción de ATP de origen citoplasmático y nuclear, necesarios para la realización de la mitosis y otras funciones celulares.

S U M M A R Y

An study of the effects caused by an environment deprived of oxygen on meristematic cells of *Allium cepa* was carried out. The presence of alterations in the development of the mitosis and a decrease in the mitotic frequency relative to the exposure time in such environment, was demonstrated.

Although the precise causes of these alterations are difficult to single out because of their complexity, it seems to be that in their development metabolic disfunctions originated in the anaerobic conditions are involved and that they affect the ATP production of cytoplasmatic and nuclear origen, which is needed during the process of mitosis and in other cellular functions.

* Profesora Asistente, Departamento de Química y Biología. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional, Medellín.

INTRODUCCION

La influencia ejercida por el medio ambiente en la fisiología de la célula ha sido motivo de numerosos estudios relacionados con el metabolismo, la reproducción y la diferenciación celular.

El oxígeno que es uno de los factores ambientales de mayor importancia ha sido definido en muchas de sus funciones en la vida de las células animal y vegetal, pero los resultados de las investigaciones sobre su influencia en la reproducción celular han sido la mayoría de las veces contradictorios y su papel al respecto aún queda por definir.

El objetivo de este estudio fue el de analizar la influencia ejercida por la escasez de oxígeno en la frecuencia y la mecánica de la mitosis en tejidos vegetales.

MATERIALES Y METODOS

Para el efecto fueron puestos a germinar varios bulbos de cebolla, *Allium cepa*, por una semana en atmósfera con oxígeno hasta que las raicillas alcanzaron entre 0.5 y 1.0 cm. de longitud aproximadamente, y al cabo de este tiempo fueron trasladados a recipientes que contenían agua previamente hervida; los bulbos se repartieron en cinco campanas de vidrio que contenían pirogalol en sus fondos en cantidad suficiente para absorber el oxígeno que pudiese quedar una vez que fueron sometidas a la acción de una bomba de vacío. Las campanas fueron selladas con parafina y puestas en un lugar oscuro. Para actuar como controles se dejaron en el medio ambiente normal, varios de los bulbos de *Allium cepa*.

Las raicillas permanecieron en las campanas por períodos de 12, 24, 48, 96 y 192 horas. Una vez cumplido cada período de tiempo se abrieron las campanas, se cortaron las raicillas que luego fueron puestas en fijador 3:1 (3 cc. de alcohol absoluto y 1 cc. de ácido acético glacial) durante 3 días; de cada muestra se hicieron tres squashes (aplastamientos) por el método de tinción de aceto-orceína.

Las raicillas más pequeñas de cada muestra se dejaron en los bulbos con el fin de que continuaran su desarrollo en medio ambiente normal y observar su posible recuperación después del período de anaerobiosis. De cada una de las muestras se pudieron obtener raicillas que se recuperaron por períodos de 6, 12 y 48 horas, que fueron fijadas y teñidas de la misma manera que las muestras anteriores.

A la vez raicillas sometidas al tratamiento anaeróbico, raicillas controles y de recuperación, fueron incluídas en parafina para obtener cortes



Fig. 1. Crecimiento anormal de núcleos y nucleólos

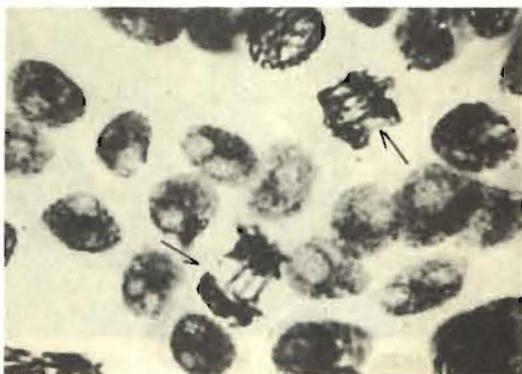


Fig. 2A. Fuentes anafásicos múltiples.

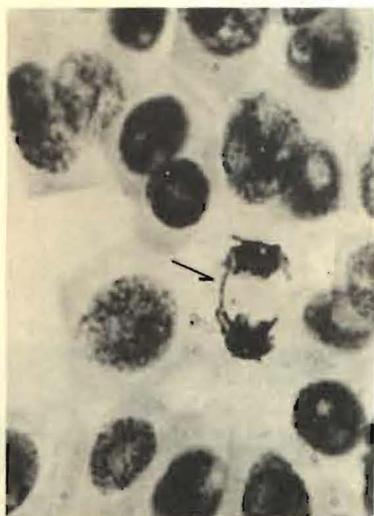


Fig. 2B. Puentes Telofásicos.



Fig. 3A. Anafase abierta.



Fig. 3B. Anafase con cromosomas rezagados.

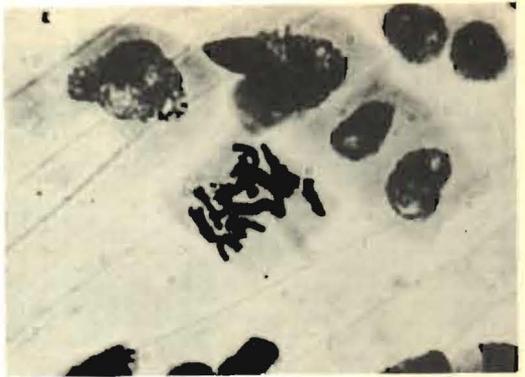


Fig. 4. Metafase con un cromosoma desprendido



Fig. 5. Desorganización cromosómica en mitosis

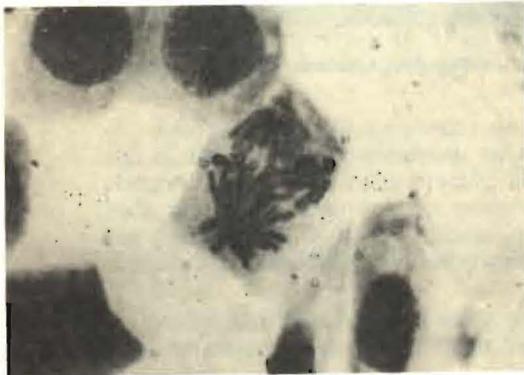


Fig. 6. Mitosis tripolar



Fig. 7. Telofase con ausencia de placa celular.

de 10 micras; se tiñeron con cristal violeta, por el método de Randolph y fueron montadas con bálsamo del Canadá, con fines a observar la frecuencia de la mitosis en cada una de las muestras.

RESULTADOS

Observados al microscopio los squashes (aplastamientos) de las muestras que tuvieron un tratamiento de 12 y 24 horas pudo comprobarse que tenían mitosis normales y que la frecuencia de las mismas eran muy similares a la de los controles normales. En las muestras de 24 horas pudo observarse un crecimiento anormal de algunos núcleos y nucleólos de células en interfase.

En las muestras de 48 horas se observó una ligera disminución en el número de las mitosis, aumento del tamaño nuclear y nucleolar en varias células y mitosis con varias clases de alteraciones, en escasa cantidad. Las anomalías observadas consistían en: a) Disolución de la membrana nuclear con dispersión del material cromatínico en el citoplasma. b) Profases muy abiertas. c) Cromosomas metafásicos excesivamente contraídos. d) Presencia de escasos puentes anafásicos. e) Dispersión de cromosomas anafásicos y metafásicos.

En las muestras correspondientes a 96 horas de tratamiento fue más notoria la disminución de la frecuencia mitótica en relación con los controles normales y la mayoría de las mitosis mostraba las mismas alteraciones de las muestras anteriores con aparición de otras como fueron las mitosis tripolares, las metafases poliploides, los puentes anafásicos muy abundantes, los puentes telofásicos e inhibición de la citocinesis. Los controles mostraron mitosis normales y abundantes.

Los squashes correspondientes a muestras tratadas por 192 horas, no presentaron mitosis.

En el cuadro N^o 1 se puede observar el porcentaje de mitosis del control y de las muestras en tratamiento anaeróbico durante 12, 24, 48 y 96 horas. Además en todas ellas puede apreciarse el mismo porcentaje de mitosis en los períodos de recuperación correspondientes a 6, 12 y 48 horas. Obsérvese la caída de la frecuencia mitótica en las muestras tratadas sin período de recuperación.

La muestra de 192 horas en anaerobiosis, no se recuperó después del tratamiento con oxígeno.

BIBLIOTECA "EFE" GOMEZ
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
SEDE MEDICINA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



CUADRO N^o 1
 FRECUENCIA DE MITOSIS
 Etapas de la Mitosis (cantidades observadas)

Tratamientos	Pro	Meta	Ana	Telo	Interf.	Total	% de divisiones
° °° 12 - 0	17	12	4	12	460	505	8.9
12 - 6	13	6	4	5	380	408	6.8
12 - 12	11	3	2	1	150	168	10.7
12 - 48	45	12	5	10	422	494	14.5
24 - 0	30	10	2	0	518	560	7.5
24 - 6	32	4	2	5	500	543	7.9
24 - 12	28	30	7	8	520	593	10.6
24 - 48	26	20	5	6	410	467	12.2
48 - 0	25	12	7	13	500	557	10.2
48 - 6	22	8	5	5	280	322	13.1
48 - 12	26	15	10	12	430	493	12.7
48 - 48	23	12	5	8	310	358	13.4
96 - 0	12	5	6	4	510	537	5.0
96 - 6	10	3	5	4	400	422	5.2
96 - 12	15	4	8	6	432	465	7.0
93 - 48	16	6	4	8	474	508	6.6
Control	60	9	5	10	420	504	16.6

° Horas de permanencia en anaerobiosis.

°° Horas de recuperación en ambiente con oxígeno.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En este estudio realizado en células vegetales expuestas a un ambiente carente de oxígeno se pudo comprobar que existían alteraciones de los mitosis tanto en la frecuencia como en el desarrollo de la misma que bien pudieron ser de orden primario o secundario, ya que tanto el desencadenamiento de la mitosis como el desarrollo de la misma depende de varios factores.

Las anomalías aparecidas en la mitosis sugieren una desorientación del huso acromático y una posible falla en el funcionamiento de los centrómeros debidos a las conclusiones ambientales existentes. Sin embargo es difícil concluir de qué modo fueron producidas esas alteraciones ya que, como se explicó anteriormente, las causas pueden ser de distinto orden ya sea que hayan tenido incidencia directa sobre el aparato mitótico o bien hayan actuado de manera indirecta a través de disfunciones metabólicas.

El crecimiento anormal de algunos núcleos y nucléolos en las muestras de 24, 48 y 96 horas (Fig. N^o 1) nos dan una idea del desequilibrio del metabolismo celular y de los esfuerzos realizados por estas estructuras para suplir los efectos de las alteraciones funcionales del citoplasma. Este tipo de mecanismo en donde se demuestra hiperactividad y, por consiguiente, crecimiento anormal de los núcleos fue observado por Rather y Benninghoff (1958) en estudios realizados sobre dependencia recíproca entre el núcleo y el citoplasma, pudiendo ellos demostrar una pérdida de la relación núcleo-citoplasma en células cuyo núcleo había alcanzado gran tamaño después de requisitos funcionales citoplasmáticos, y dieron a este fenómeno de compensación el nombre de "edema funcional del núcleo".

Los cambios ocurridos en los núcleos de células que sufrieron la carencia de oxígeno durante 24 horas en este experimento no alteraron, sin embargo, el proceso mitótico el cual se desarrolló casi paralelamente al testigo en cuanto a la normalidad y al número de mitosis.

Las reacciones metabólicas de esas células que estaban destinadas a conseguir la energía necesaria para los procesos vitales como es el de la división celular se cumplieron, y ante la evidencia de mitosis normales a las 24 horas de tratamiento podemos pensar que en esas células se produjo energía capaz de desarrollar ese proceso de división. Si consideramos las condiciones de anaerobiosis de este experimento, y por consiguiente la incapacidad de que estas células obtengan su energía por medio del metabolismo aerobio a través del citoplasma, se supone que en este caso las células utilizaron una energía residual o bien una energía obtenida por el núcleo a través de reacciones glicolíticas anaerobias, para la realización de la mitosis, aunque esta energía fuera poca. Ambas aseveraciones sobre la obtención de dicha energía pueden ser ciertas, pues aunque el trifosfato de adenosina (ATP) obtenido de estas dos maneras sería escaso en comparación con el que pudieron haber producido las mitocondrias en condiciones favorables de oxigenación, las células no exigieron una mayor demanda de oxígeno para poderse dividir.

Erickson (1947) y Stern (1948) pudieron comprobar que en el período premitótico de las células vegetales hay un incremento en el consumo de oxígeno pero que éste disminuye en la cariocinesis. Swann (1957) pudo obtener algunos datos acerca de la naturaleza de la fuente de energía necesaria para la división celular en experimentos realizados en erizos de mar y sugirió que la energía que la célula adquiere en sus reacciones metabólicas de interfase puede actuar como una "energía reservoria" que se acumula previamente a la división celular, y se utiliza en el momento de la cariocinesis cuando ésta se desarrolla en un ambiente anaerobio.

Las células meristemáticas de *Allium cepa* pudieron dividirse a las 24 horas de anaerobiosis con utilización de poco oxígeno como se pudo comprobar; sin embargo los experimentos realizados sobre la influencia del oxígeno en la reproducción celular han sido contradictorias en algunas ocasiones. Experimentos realizados en huevos que contienen gran cantidad de vitelo como los de rana o trucha, el clivaje puede presentarse en ausencia de oxígeno. La mayoría de los huevos marinos y los protozoarios necesitan oxígeno para poder efectuar la mitosis. Wilson y colaboradores (1963) comprobaron que células jóvenes de meristemas vegetales pueden dividirse más fácilmente en ausencia de oxígeno que otras células más diferenciadas.

Al ser estudiadas las muestras que en este experimento permanecieron en anaerobiosis por 48 y 96 horas, se pudo comprobar una disminución de la frecuencia mitótica y aparición de anomalías en el desarrollo de la mitosis y en la estructura de los cromosomas, con mayor intensidad en la segunda muestra. Los experimentos anteriormente descritos pueden dar explicación de estos fenómenos; muchas de las células que estaban en comienzo de interfase al ser colocadas en atmósfera carente de oxígeno fueron incapaces de iniciar el proceso de división, pues en el desarrollo de esta fase es más intenso el requisito de oxígeno para la formación de ATP y otras funciones celulares. Las más avanzadas en el período de interfase, podrían contar con un ATP de reserva para iniciar la división celular; si en las primeras 24 horas hubo ATP suficiente para el desarrollo normal de las mitosis, a las 48 y 96 horas algunas células alcanzaron a tener mitosis normales pero otras mostraron gran número de anomalías, que en parte pueden ser debidas a la escasez o agotamiento del ATP necesario para los movimientos anafásicos normales de los cromosomas. Epel (1963) demostró que la intensidad de la mitosis era paralela a la concentración de ATP en las células y que la división podía bloquearse en cualquiera de sus etapas por medio de inhibidores de la respiración celular. Cohn (1969) entre otros citólogos recalca la importancia del papel de ATP en la mitosis y hace hincapié en la necesidad de este compuesto en la formación del huso acromático, en su contracción y en el movimiento de los cromosomas en la anafase.

También se han llevado a cabo varios experimentos destinados a investigar si el origen del ATP utilizado en la mitosis es originado en reacciones glicolíticas. Hughes (1950) y Pomerat y Willner (1959), bloquearon las mitosis de cultivos celulares por medio de agentes químicos que inhiben la glicólisis; el hecho de que la mitosis una vez iniciada continúe en ausencia de oxígeno y sea inhibida por inhibidores glicolíticos, pa-

rece implicar la glicólisis como posible fuente de energía durante el ciclo mitótico. Morrison (1955), sugiere mayor número de investigaciones destinadas a conseguir pruebas sobre el papel de la glicólisis en la división celular ya que ésta parece ser la mejor o única fuente de energía en la célula en división.

En este experimento las aberraciones presentadas en mayor número en las muestras de 48 y 96 horas fueron los puentes anafásicos múltiples y únicos (ver figuras 2A y 2B) cuyos cromosomas presentan un estiramiento que en algunos de sus puntos los hace aparecer tan delgados que se dificulta asegurar su continuidad, y dan la sensación de "pegajosos". La conformación de estos cromosomas que forman puentes, puede ser debida a varios factores que estarían afectados con las fallas metabólicas producidas en anaerobiosis, como sería una deficiencia en la síntesis proteica que afecta una normal formación de proteínas cromosómicas, entre ellas las llamadas proteínas "residuales" necesarias para una normal conformación de la estructura cromosómica o bien una insuficiente producción de esteroides que también puede afectar la conformación de los cromosomas.

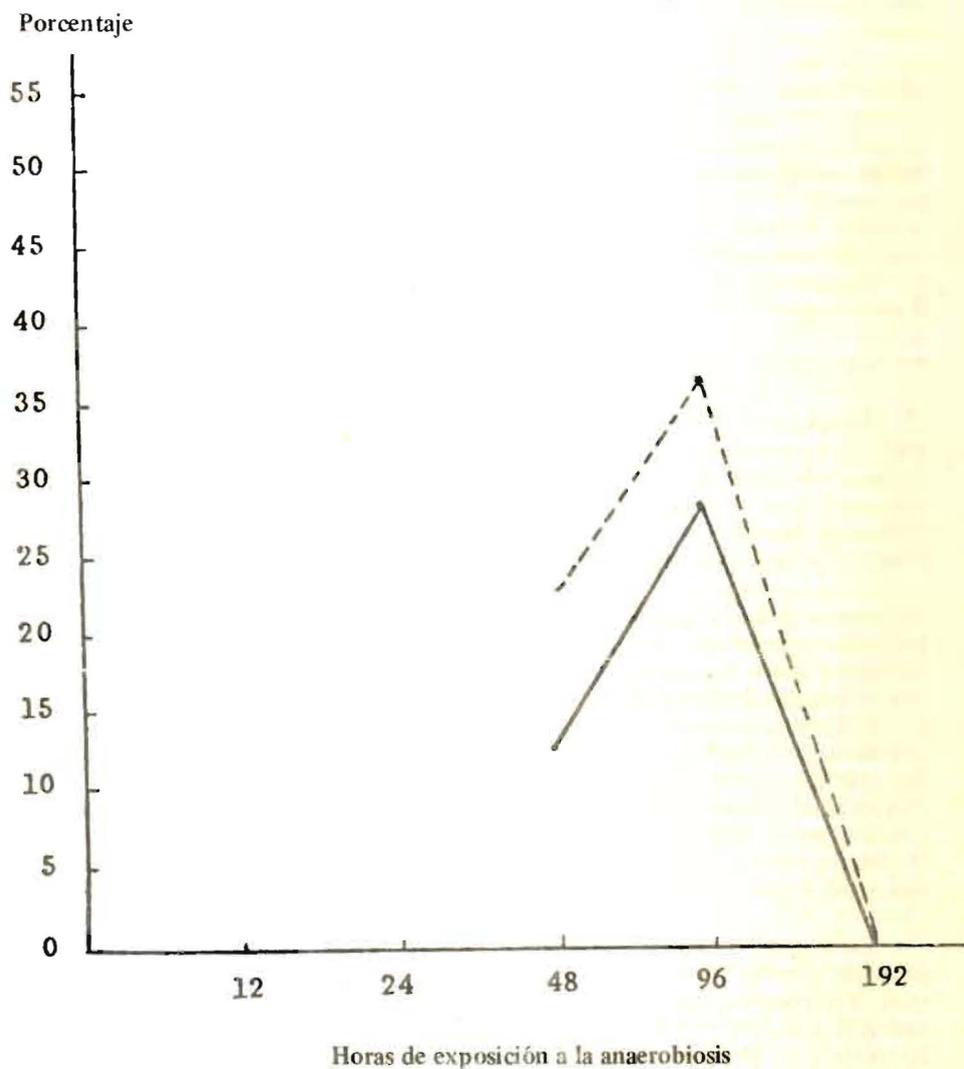
En el cuadro N^o 2 puede apreciarse el porcentaje de anafases con puentes aparecidos a las 24, 48, 96 y 192 horas de exposición anaerobia. También fueron abundantes las anafases abiertas que presentaban cromosomas retrasados o sueltos en el centro de la célula que podrían haber sido origen de aneuploides en la división siguiente. (Ver figuras 3A y 3B) y observar el porcentaje de anafases anormales en el cuadro N^o 2.

Las metafases observadas a las 48 y 96 horas en gran parte mostraron cromosomas excesivamente contraídos, aunque contenían un número normal (figura 4); otras metafases tenían un número de cromosomas mayor al normal dando origen a poliploidías. Algunas células mostraron completa desorganización de sus cromosomas sugiriendo disolución completa del huso acromático (ver figura N^o 5). Si al menos algunas de las células que en anafase sufrieron la pérdida de uno o varios cromosomas pudieron finalizar la telofase y dar células hijas, éstas estarían dotadas de un número cromosómico diferente, al de la célula progenitora: de ahí que también puede deducirse la posible formación de mosaicos y quimeras en casos de deficiencia de oxígeno en los tejidos vegetales y animales.

En cuanto a la aparición de dotaciones cromosómicas múltiples después de metafases anormales, podemos deducir la aparición de poliploidías. La poliploidización parece ser un proceso pleno de significado, en orden a un mayor rendimiento de la función nuclear, y aparece cuando las células se hallan bajo una sobrecarga funcional o de diferenciación elevada.

En las muestras con exposición a anaerobiosis por 96 horas, se presentaron mitosis tripolares; (figura N^o 6). Según Koller (1947), los husos multipolares pueden ser el resultado de divisiones y reduplicaciones múltiples de los centriolos, como ocurre en los tumores animales, y por lo general dan origen a células multinucleadas; en el caso de vegetales como *Allium cepa*, su origen no está bien determinado, pero esa situación también conduce a la formación de células multinucleadas (ver figura N^o 4).

CUADRO Nº 2. Porcentaje de anafases anómalas a las 48 y 96 horas.



Número de células contadas: 1.000

Mitosis con puentes anafásicos: 11% a las 48 horas, y 27% a las 96 horas.

Mitosis con anafases abiertas: 23% a las 48 horas, y 37% a las 96 horas.

Otras figuras encontradas menos frecuentes fueron metafases y profases abiertas, puentes telofásicos, inhibición de la citocinesis, y células binucleadas. Ver figura N^o 7.

Como se expresó anteriormente, las muestras correspondientes a 48 y 93 horas tuvieron disminución de la frecuencia mitótica que está expresada en el Cuadro N^o 1. Las muestras tratadas por 192 horas tuvieron completa cesación de mitosis que puede relacionarse con una falta total de producción de energía por parte de las células, y con una intoxicación de las mismas debido a los productos finales de la respiración anaerobia que en último lugar detendrían todo proceso mitótico. En mutaciones observadas en células sometidas a un tratamiento con nitrógeno, se notó que las alteraciones mitóticas también pueden ser debidas en caso de anaerobiosis a un cambio en la concentración normal de hidrógeno del citoplasma y el núcleo, y a la insuficiente producción de esteroides, que puede afectar la estructura cromosómica.

Lundberg y Oscarsson citados por Giese (1963) comprobaron que en células nerviosas de rana los procesos anaeróbicos no pueden lograr la recuperación completa de la célula además de que ésta sufre intoxicación con yodacetato como producto de la respiración anaerobia, anulando el proceso de glicólisis.

Después de hacer un análisis de los diferentes factores involucrados en las mitosis que se desarrollan en un ambiente anaerobio, se comprende mejor la complejidad del problema que impide dar una explicación clara al fenómeno de las anomalías cromosómicas, desde el punto de vista del balance energético solamente. Sin embargo lo anterior nos demuestra que el oxígeno es esencial para la reproducción normal de la célula y parece tener una relación definitiva con este proceso.

BIBLIOGRAFIA

- Cohn N. A. 1969. *Elements of Cytology*. Segunda Ed. Harcourt, Brase & World Inc. New York, 256 ps.
- Epel D. 1963. The Effects of carbon monoxide inhibition on ATP level and the rate of mitosis in the sea urchin egg. *J. Cell Biol.* 17: 315-317.
- Erickson R. O. 1947. Synchronous cell and nuclear division in tissues of the higher plants. *Synchrony in cell division and growth*. Zeuthen dir Interscience publishers. New York. 11-37 p.
- Giese Arthur C. 1963. *Cell physiology*. Segunda Ed. N. B. Sanders Co. Philadelphia, 484 p.
- Hughes A. F. W. 1950. The effect of inhibitory substance on cell division. A study of living cells in tissue cultures. *Quart J. Micr. Sci* 91: 251-278.
- Koller P. C. 1947. The movements of chromosomes within the cell and their dynamic interpretation. *Genética*. 16: 447-442.
- Koller P. C. 1947. Abnormal mitosis in tumors. *J. Cancer*. 1: 38-47.

- Krahl M. E. 1941. Metabolic activities and cleavage of eggs of the sea urchin *Arbacia punctulata*. Biol. Bull. 98: 175-217.
- Morrison J. W. 1955. Chromosomes and nucleoli in *Pisum sativum*. Nature 175: 343-344.
- Pomerat C. M. and E. N. Willner. 1959. Studies on the growth of tissues in vitro VII carbohydrate metabolism and mitosis. J. Expt. Biol. 16: 232-249.
- Rather, L. J. and Benninghoff. 1958. The significance of nuclear size in physiological and pathological processes. Ergeb Path, Path Anat. 38: 127-199.
- Stern H. 1948. The physiology of cell division. Ann. Rev. Plant Physiol. 7: 91-114.
- Swann M. M. 1957. The control of cell division. A review of general mechanisms. Cancer Res. 17: 727-757.
- Went H. A. D Mazia immuno chemical study of the origin of the mitotic apparatus. Exp. Cell Res 1959. 7: 200-218.
- Wilson G. B. and H. Morrison. 1966. Cell division and the mitotic cycle. Primera Ed. Reinhold Publishing Corp. New York p. 23.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su sincero agradecimiento al doctor Carlos Jaramillo, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia por su valioso aporte en la labor de fotografía y al doctor Nelson Delgado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional, Medellín por su colaboración en el revelado de las mismas.

RESEÑA BIBLIOGRAFICA

Handler, Philip. 1970. *Biology and the future of man*. New York, Oxford University Press. 936 p.

La Academia Nacional de Ciencias, que funciona como consultor oficial sobre las ciencias y la tecnología del Gobierno Federal de los Estados Unidos, auspició este estudio único relacionado con el estado actual de todas las ciencias de la vida.

El libro comienza con el origen de la vida y termina con el papel que tiene la biología en el futuro de la sociedad humana. Presenta en un solo tomo los informes de 21 grupos de estudio, efectuados por científicos y autoridades en la materia. Estos grupos, revisaron el estado actual de cada disciplina, especialmente en lo que se conoce y en lo que falta por conocer. En sus informes finales, analizan los métodos de mayor eficacia para poder obtener mayores conocimientos en dichas disciplinas, indicando las técnicas más adecuadas que podrían dar los mejores resultados. Además, indican los efectos de los avances en cualquier disciplina sobre los otros campos o áreas del conocimiento científico, así como sus efectos sobre la salud futura del hombre.

El libro enfoca mayormente la forma como debemos utilizar nuestros conocimientos en las áreas agrícolas, industriales, salud ambiental y recursos renovables en beneficio de toda la humanidad. Es de gran interés para todas aquellas personas que deseen estudiar profundamente la naturaleza del hombre y sus relaciones con el medio ambiente. Recordando siempre que debemos tratar de minimizar la destrucción de nuestro ambiente, de conservar nuestros recursos naturales y de proteger al hombre de las consecuencias biológicas de su propia tecnología. (Reseñó Jaime Raigosa, Profesor Asistente, Depto. de Recursos Forestales).

ALGUNAS OBRAS RECIENTES:

- Andrewartha, H. G. 1973. Introducción al estudio de poblaciones animales 1ª ed. en Español. Trad. Salas O., E. Edit. Alhambra. Madrid. 332 pp.
- Barbosa, P. y T. M. Peters. 1972. Readings in entomology. W. B. Saunders Co. 450 pp. (US \$ 6.50).
- Bayly, I. A. E. y W. D. Williams. 1973. Inland waters and their ecology. Entomol. Repr. Spec. 316 pp.
- Billings, W. D. 1972. Plants, man and the ecosystem. Londres. McMillan. 160 pp.
- Bonsma, Jan C. 1971. Estudios sobre selección del ganado. México. Cen. Reg. Ay. Tec., A. I. D. 131 pp.
- Brian, M. V. 1965. Social insect populations. N. Y. Academic Press. 135 pp. (US \$ 8.00).
- Brouck, B. 1974. Plants consumed by man. Academic Press. 500 pp.
- Byrde, R. J. W. y C. V. Cutting (Editores). 1973. Fungal pathogenicity and the plant's response. Academic Press. 500 pp. (US \$ 23.50).
- Canning, E. U. y C. A. Wright. (Editores). 1972. Behavioral aspects of parasite transmission. Academic Press. 219 pp. (US \$ 14.75).
- Carson, M. A. 1974. The mechanics of erosion. Pion books. 174 pp. (US \$ 7.75).
- Casseres, E. 1971. Producción de hortalizas. 2ª edic. México. Guerrero. 310 pp.
- Clarkson, B. (Editor). 1974. Control of proliferation in animal cells. 1030 pp. (US \$ 30.00).
- Common, I. F. B. y D. F. Waterhouse. 1972. Butterflies of Australia. Entomol. Repr. Spec. 498 pp.
- Commoner, B. 1971. Ciencia y Supervivencia. 1ª ed. en Español. Trad. Vásquez, M. Plaza & Janes, S. A. Barcelona. 158 pp.
- Counce S. J. & C. A. Waddington (Editores). 1973. Development systems: Insects. Vols. 1 & 2, Academic Press. N. Y. (304 & 615 pp).
- Cox, George (Editor). 1969. Readings in conservation ecology. N. York. Appleton Century - Crofts. 595 pp.
- D'Abbrera, B. 1971. Butterflies of the Australian Region Entomol. Repr. Spec. 415 pp.
- Davis, P. W. y E. P. Solomon. 1974. The world of biology. Life, Society, Ecosphere. McGraw-Hill. 674 pp. (US \$ 9.95).
- De Bach, P. 1974. Biological control by natural enemies. Cambr. Univ. Press. (US \$ 5.95).
- Edel, M. 1973. Economics and the environment. Prentice-Hall. 162 pp. (US \$ 2.95).

- Fletcher, W. W. 1974. The pest war. Halsted Press. 200 pp. (US \$ 11.95).
- Gans, Carl. 1974. Biomechanics. An approach to vertebrate biology.
- Gibbs, A. J. (Editor). 1973. Viruses and invertebrates. Elsevier. 674 pp. (US \$ 60.00).
- Goldsmith, E. *et al.* 1973. Manifiesto para la supervivencia. Trad. Paredes, M. Alianza Editorial. S. A. Madrid. 175 pp.
- Grau, R. 1971. La investigación de la ciencia de la carne. Acribia, Zaragoza. 83 pp.
- Greenberg, B. 1973. Flies and disease. Biology and disease transmission. Vol. 2. Univ. Press. Princeton. 447 pp. (US \$ 18.00).
- Henn, W. 1971. Tabiques: problemas técnicos y ejemplos. Barcelona. Gustavo Gili. 117 pp.
- Hillel, D. 1971. Soil and water; physical principles and processes. N. York. Academic Press. 288 pp.
- Hodek, I. 1970. Ecology of aphidiophagous insects. Dr. W. Junk B. V. Publ. The Netherlands. 350 pp.
- Huffaker, C. B. (Editor). 1971. Biological Control. Plenum Press. N. York. 511 pp.
- Hull, D. L. 1974. Philosophy of biological sciences. Prentice-Hall. 148 pp. (US \$ 2.95).
- Jones, A. R. 1974. The ciliates. St. Martin. N. York. 208 pp. (US \$ 8.95).
- Kershaw, K. A. 1974. Quantitative and dynamic plant ecology. Elsevier. 308 pp. (US \$ 8.50).
- Khan, M. A. Q. y Y. P. Bederka. 1974. Survival in toxic environments. Academic Press.
- Krasilnikov, N. A. 1958. Soil microorganisms and higher plants. Moscú. Academia de Ciencias. 474 pp.
- Kwapinski, J. B. G. (Editor). 1974. Molecular microbiology. Wiley. 484 pp. (US \$ 27.50).
- Lewin, B. 1974. Gene expression. Wiley-Interscience. 642 pp. (US\$ 29.50).
- Lewontin, R. C. 1974. The genetic basis of evolutionary change. Columbia Univ. Press. 346 pp. (US \$ 4.50).
- Lockley, R. M. 1970. Man against nature; a survival special en New Zealand wildlife. Londres. 239 pp.
- Lorenz Konrad. 1974. Consideraciones sobre las conductas animal y humana. 1^a ed. Trad. Sabrido, A. Plaza & Janes, S. A. Barcelona. 412 pp.
- Luckett, W. P. (Editor). 1974. Reproductive biology of the primates. Karger, Basel. 288 pp. (US \$ 47.00).
- Mani, M. S. 1974. Modern classification of insects. Dr. W. Junk B. V. Public. The Netherlands. 304 pp.
- McCubbin, C. 1971. Australian butterflies. Entomol. Repr. Spec. 206 pp.
- Meadows, D. L. *et al.* 1973. Los límites del crecimiento. 1^ª ed. en español. Fondo de Cultura Económica. México. Trad. Loaeza de G., 253 pp.

- Morris, J. G. 1968. *Biologist's physical chemistry*. Addison-Wesley. 367 pp.
- Munn, R. E. 1970. *Biometeorological methods*. Academic Press. N. York. 336 pp.
- Odell, P. R. y D. A. Preston. 1973. *Economics and societies in Latin America*. Wiley-Interscience. N. York. 266 pp. (US \$ 11.50).
- Pal, R. y R. H. Wharton (Editores). *Control of arthropods of medical and veterinary importance*. Plenum. N. York. 138 pp. (US \$ 18.50).
- Pan American Health Organization. 1973. *The control of lice and louse-borne diseases*. Scient. Publ. N^o 263, 311 pp.
- Pita, Severino. 1971. *La madera al servicio del arquitecto. Serie I*. Buenos Aires. Contemporanea. 49 pp.
- Poole, R. W. 1974. *An introduction to quantitative ecology*. McGraw-Hill. 532 pp. (US \$ 13.95).
- Price, D. y M. E. Salomon (Editores). 1974. *Biology in pest and disease control*. 13 Simposio de la Sociedad de Ecología Británica. Halsted Press. 272 pp. (US \$ 24.50).
- Reimold, R. J. y W. H. Queen (Editores). 1972. *Ecology of halophytes*. Academic Press. 606 pp. (US \$ 19.00).
- Rockstein, M. 1974. *The physiology of Insecta*. Vol. III y IV. 2^a edic. Academic Press. N. Y. 517 pp y 448 pp.
- Rose, Anthony. 1969. *Microbiología química*. Madrid. Alhambra. 369 pp.
- Sagástegui, A. 1973. *Manual de las malezas de la costa norperuana*. Univ. Nal. de Trujillo. Perú. 480 pp.
- Savory, T. 1964. *Arachnida*. N. Y.: Academic Press. 289 pp. (US \$ 13.50).
- Slama, K. M., Romanuk y F. Sorn. 1974. *Insect hormones and bioanalogues*. Springer-Verlag. N. York. 478 pp. (US \$ 45.90).
- Smith, R. F., y T. E. Mittler y C. N. Smith. 1973. *History of Entomology*. Ann. Rev. Inc. 517 pp. (US \$ 10.00).
- Spencer, K. A. 1973. *Agromyzidae (Diptera) of economic importance*. Serie Entomológica. Vol. 9. 418 pp.
- Stary, P. 1970. *Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphididae) with respect to integrated control*. Serie Entomológica. Vol. 6. 641 pp.
- Stuart Tipson, R. y D. Horton. 1974. *Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry*. Vol. 30 Academic Press. 574 pp. (US \$ 37.50).
- Tricart, J. 1973. *The landforms of the humid tropics, forests and savannas*. Traducido de la edición francesa. Sn. Martin's. 306 pp. (US \$ 17.95).
- Varley, G. C., G. R. Gradwell y M. P. Hassell. 1973. *Insect population ecology*. Blackwell scien. Publ. Oxford 212 pp. (2.75 libras).
- Wieser W. (Editor). 1973. *Effects of temperature on ectothermic organisms. Ecological implications and mechanisms of compensation*. Springer-Verlag. 298 pp. (US \$ 25.50).
- Woods, Arthur. 1974. *Pest Control: a survey*. Univ. of South Wales. Halsted Press. 400 pp. (US \$ 29.50).
- Yaakov, Zichron. 1973. *Control of gene expression*. Plenum Press. 434 pp. (US \$ 25.00).