

ACIDOS NUCLEICOS Y DIVISION CELULAR

Por L. v. OLÁH

SUMMARY

Nucleic acids and nuclear division.

Cytological investigations were made to determine the effect of sodium nucleate (SN) on nuclear division and during the recovery, 1-8 days after the treatment. Besides a comparison was made between the effect of the SN and colchicine. Observing the cells of root-tips of *Allium sativum* and *cepa*, the author has found the following effects:

1. SN tumor formation due the change of the direction of the spindle axis (transversal division).
2. Polyploid cells, with parallel situated chromosomes, resembling to the phenomena described by Gustafsson y Gentscheff on *Spinacea*.
3. Reductional grouping of the chromosomes, forming unbalanced nuclei.
4. Feulgen negative segments of certain chromosomes, lack of the charge of DNA during the prometaphase.
5. Parallel divisions after reductional groupings without temporal synchronization.
6. Apolar, unipolar divisions, unipolar telophase, with the diploid number of the chromosomes.
7. Condensation of the chromosomes, similar to the meiotic chromosomes.
8. Lampbrush structure with Feulgen positive derivates.
9. Upset of the spindle mechanism, lack of the congression of chromosomes, and lack of the anaphase movement.
10. Bridges, lagging chromosomes, fragments, relational coiling.
11. Divisions tri- and quatripolar.

Although the SN as well as the colchicine both influence the function of the spindle mechanism on essentially similar manner, some observable differences exist between the aforesaid two effects.

Neither the disturbance of the polarity as the reductional groupings or quatripolar divisions, nor the sporadic and scarcely ocuring associations of the chromosomes do not prove that the effect of RNA could be considered as a metabolite inducing meiosis.

I. EL EFECTO DEL RIBONUCLEATO DE SODIO EN LA DIVISIÓN NUCLEAR

Es indudable que en el metabolismo que caracteriza la célula viva, dos grupos de compuestos desempeñan un papel predominante: los ácidos nucleicos y las proteínas. Hasta ahora conocemos dos variedades de ácido nucleico, pero es probable que existan más; en cambio la existencia de diversas proteínas es casi infinita, aunque el número de los aminoácidos que entran en las cadenas de polimerización es limitado.

Por lo tanto los compuestos más importantes de la célula son las nucleoproteínas. La evolución de los seres vivos tuvo lugar con o mediante la diferenciación de estas sustancias.

Los virus conocidos de las plantas están constituidos casi exclusivamente por nucleoproteínas. Así el virus de la enfermedad del mosaico del tabaco y el virus "bushy stunt" del tomate, están compuestos simplemente por proteínas unidas a un ácido nucleico del tipo ribosa (RNA).

El virus *papiloma de Shope* es más diferenciado, posee un 1,5 % de lípidos, además de la nucleoproteína; el bacteriófago 2 % y el virus de la enfermedad de *Newcastle* 27 % de lípidos.

El virus de la "influenza", sintetiza polisacáridos; la *Vaccinia* emplea para su desarrollo flavina, cobre, biotina y lípidos.

Asimismo en las nucleoproteínas se puede registrar una diferencia en su composición. Se ha demostrado que los virus más simples, patógenos, del reino vegetal poseen únicamente RNA, en cambio en el papiloma del conejo, *Vaccinia* y *Rickettsia* —éste último semejante a las bacterias— aparece el producto de la reducción del RNA, el ácido desoxiribonucleico (DNA), que es tan característico de los cromosomas. A través de estas diferenciaciones llegamos al dominio de los seres más simples, constituidos por células, es decir al dominio de bacterias. Dufrenoy, (1943.)

Es característico en las bacterias su alto porcentaje de ácidos nucleicos y proteínas. Es probable que su gran vitalidad, capacidad de adaptación, metabolismo acentuado y rápida propagación obedezca a esta peculiar composición. Así por ejemplo el ácido nucleico contenido en *Micrococcus candidans*, *Staphylococcus albus*, *Sarcina flava*, *Proteus vulgaris*, *Myxobacterium sorangium* varía de 10 a 17 %, y el contenido de proteína es de 37 a 66 %. Destacamos que de las bacterias

mencionadas, las *Sarcina*, *Proteus* y *Myxobacterium* contienen ambos ácidos nucleicos (RNA y DNA).

Spirillum volutans, *Bacterium paradysenteriae*, *Eberthella typhosa*, son débilmente Feulgen-positivos, y de estos dos últimos se ha logrado aislar las bases púricas y pirimídicas.

No es aceptable actualmente que las bacterias posean una sustancia nuclear difusa. Peshkow, Robinow (1947) y otros, con el empleo del microscopio electrónico han encontrado en las bacterias cuerpos bien definidos semejantes a núcleos.

En levaduras y hongos, donde ya aparecen las mitocondrias, el contenido de ácido nucleico disminuye; así la levadura tiene un 5 a 10 % de ácido nucleico, y en *Aspergillus orizae* no sobrepasa de 3 a 6 %.

En los animales y vegetales más evolucionados, aparte de las mitocondrias, las nucleoproteínas se condensan en la forma característica del cromosoma, los cuales se diferencian en regiones eucromáticas y heterocromáticas.

En las células animales no están representados los plástidos, razón por la cual no tienen la aptitud de la clásica forma de asimilación. Las células que edifican el reino vegetal, están en el punto culminante de la evolución, pues conteniendo plástidos, representan los seres autónomos que realizan la clásica asimilación.

En los organismos superiores la determinación de los caracteres hereditarios está ligada a la función del núcleo; no obstante, dentro de la membrana nuclear se hallan todos los compuestos que por sí mismos son suficientes para el total funcionamiento de un virus o de una bacteria. En núcleos de células de timo, Mayer y Gulick (1942) determinaron un 32 % de ácido nucleico y 36 % de histona. Mirsky y Pollister (1943, 1946) encontraron en el "chromosin" 40 % de ácido desoxiribonucleico, 44 % de histona y 16 % de otras proteínas. Caspersson, (1940) con su método microespectrográfico estima en el cromosoma metafísico cantidades iguales de ácidos nucleicos y de proteínas.

El cromonema del cromosoma está constituido principalmente por proteínas no básicas; la matriz tiene un contenido nucleoproteico de 90-95 % compuesto de 35-45 % DNA y 45-35 % de histona, además de 5-10 % de otras proteínas y lípidos. El nucleolo tiene un 40-60 % de histonas, 20-30 % de RNA, 20-30 % de otras proteínas y lípidos. El nucleoplasma con-

tiene también proteínas, lípidos y transitoriamente ácidos nucleicos. Serra (1942.)

En consecuencia, en los organismos superiores, todos los compuestos que son imprescindibles para la síntesis de la vida, están organizados en el núcleo.

Después de la fecundación, la cigota resultante tiene una gran potencialidad para dividirse.

Es muy interesante la observación de la división cromática en el grano de polen; aquí, como sabemos, la división es mitótica, pero parece que la distribución del material de cromatina no es regular. Ya en la primera división haploide en el polen, se puede observar una diferencia en el movimiento de los dos grupos de cromátidas. En el tubo polínico se halla un núcleo vegetativo y otro germinativo que difieren en el contenido de la sustancia cromática. El núcleo vegetativo tiene una consistencia casi líquida y muy pobre en ácidos nucleicos; en cambio el núcleo germinativo es fuertemente Feulgen-positivo.

Es posible que exista una relación entre el aumento del contenido de ácido nucleico y la acentuada potencialidad para la división.

Sabemos que las células de los meristemas primarios, están fuertemente cargadas con ácidos nucleicos, y Caspersson, (1947) encuentra que estas células en la cebolla, absorben la luz ultravioleta de 2600 Å. en todo su volumen, indicando un gran contenido en RNA citoplásmico.

En la literatura es dado hallar otros muchos datos según los cuales las células meristemáticas poseen una marcada síntesis de ácido nucleico. Conocemos también que durante el proceso de la división celular, existe un balance entre la síntesis de ambos ácidos nucleicos; este balance se manifiesta en la estructura de los cromosomas, en la forma de eu- y heterocromatina. Darlington y La Cour (1940) comprueban que la baja temperatura cambia también este balance. En algunas especies de *Trillium*, *Paris* y *Fritillaria*, las zonas heterocromáticas no se cargan de ácido nucleico y permanecen casi Feulgen-negativos a baja temperatura.

Koller (1943, 1947) ha determinado que las células cancerosas experimentan también un cambio en el balance de las zonas eu- y heterocromáticas. Según él la intensa hiperfunción de la heterocromatina es característica de la célula cancerosa, y esta es responsable del intenso metabolismo y síntesis de proteínas y de ácidos nucleicos. Caspersson igualmente busca la causa de la cancerogénesis en la alteración funcional de las zonas heterocromáticas.

Lockhart Mummery (1939) cree que la célula cancerosa se origina por una mutación somática.

La iniciación de la división celular es concomitante con el metabolismo de los ácidos nucleicos.

Darlington y La Cour (1940) con nuevas técnicas de coloración han mostrado que en las especies de *Fritillaria*, la inducción de la meiosis sería producida por una acumulación de material Feulgen-positivo (DNA) cuya aparición se realiza en el nucleoplasma del núcleo profásico. Montalenti, Vitagliano y De Nicola (1950) han descubierto que en los tejidos de *Asellus aquaticus*, las células foliculares producen RNA que transfieren al gonotoconto. El RNA exterior sería transformado por el gonotoconto en DNA cromosómico.

Por lo tanto en el caso particular, una secreción externa de RNA induciría la meiosis.

Kodani (1948) por tratamiento con ribonucleato de sodio (SN) en células meristemáticas de raíz de *Allium cepa* ha encontrado irregularidades: aspecto meiótico de los cromosomas por acortamiento de los brazos, formación de cromosomas "lampbrush" en la profase, ausencia de huso, centromeros adheridos; micronúcleos, puentes cromosómicos en la anafase, y divisiones reduccionales.

Según el mismo autor, los mononucleótidos y tetranucleótidos inducen fenómenos semejantes, pero no iguales; faltan por ejemplo los centromeros adheridos, división reduccional, etc.

Según este investigador, solamente el RNA polimerizado tiene un efecto tal como el descrito. Huskins (1948) supone que el efecto de RNA no es más que la inducción de la meiosis somática. El RNA sería el metabolito específico que aún en un tejido somático es capaz de producir este fenómeno. Según

él, esta función es fundamentalmente distinta a la de los venenos mitóticos tales como colchicina, etilenglicol, etc.

Galinsky (1949) ha encontrado alteraciones semejantes en un medio que contiene fosfatos mono- y bibásicos, encontró además células multinucleadas y poliploides; el nucleolo es a menudo Feulgen-positivo y el núcleo contiene elevado número de cromocentros también Feulgen-positivos.

De este trabajo sería posible deducir que la parte activa del RNA lo constituyen sus moléculas de fosfato.

Huskins y Cheng (1950) únicamente con bajas temperaturas (5 a 6° C.) demuestran también reducciones somáticas.

Wilson y Cheng, (1949) por observación de reducción somática en *Trillium* suponen que los cromosomas homólogos se separan con más frecuencia, como sería dado esperar en base al cálculo de probabilidades.

Levan (1949) niega la especificidad del efecto de RNA y supone que tiene efectos semejantes al de los venenos mitóticos.

Levan y Lofty (1949) ponen en duda las afirmaciones de Huskins, Kodani y Galinsky. Según ellos el efecto de RNA no es específico; no provoca fenómenos verdaderamente meióticos, y menos aún cambio en el mecanismo celular que daría por resultado la segregación de los cromosomas homólogos.

Se hace pues referencia a trabajos de otros autores (Nybon-Knutsson 1947, Barber y Callan 1943, Levan y Thoraya Lofty 1949, Levan 1945) que trabajando con colchicina y con temperatura baja, han descrito fenómenos semejantes a las observaciones de la escuela de Huskins, denominándolos "distributed o distributive C. mitosis". Según ellos una pseudo-anafase divide los cromosomas enteros en dos grupos. También la profase es muy semejante a la "reducción somática". Levan (1945, 1949) demuestra que fenómenos semejantes se encuentran en muchos casos en células tratadas con venenos mitóticos y que además las distintas sales inorgánicas producen casi las mismas alteraciones que Galinsky las obtuvo por medio de fosfatos.

Por esta razón, Levan estima necesario ejecutar ensayos estandarizados. Se impone un método standard con observaciones sistemáticas, durante un tiempo prolongado que determine los verdaderos efectos del tratamiento con RNA.

Las siguientes observaciones se han realizado en raíces de *Allium sativum* y *All. cepa* con un tratamiento de ribonucleato de sodio a distintas concentraciones en soluciones ácidas, neutras y alcalinas durante el período de tratamiento y de la recuperación en agua.

El SN condensa los cromosomas en la profase. Este proceso de condensación finaliza durante la metafase. La condensación está en relación directa con la concentración del SN.

Los cromosomas profásicos muestran algunas derivaciones transversales que se han dado en llamar estructuras "lampbrush". (Lám. I. 1-4.)

El SN penetrado a través del citoplasma influye el proceso de la espiralización, y posiblemente esta espiralización resultará doble, al igual que en la profase meiótica. De este fenómeno proviene la alta condensación y contracción de los cromosomas con aspecto meiótico. Huskins (1948). (Lám. I. 4.)

En la metafase no se produce la "congression" de los cromosomas. (Lám. I. 5.)

Se suspende la formación del huso; los cromosomas quedan dispersos en la célula; los brazos contraídos se separan, pero los centromeros quedan adheridos. (Lám. I. 5-7.) Es bien visible la estructura doble; si posteriormente los centromeros se separan, la dirección de sus movimientos revela que la ubicación de los polos es posiblemente irregular. (Lám. I. 8.)

La colchicina-mitosis se asemeja a la RNA-mitosis por el sólo hecho de que los centromeros quedan adheridos; en ambos casos falta la función del huso. Las formaciones en cruz y de los pares de "skies" es debida igualmente a los centromeros no separados. La colchicina no condensa siempre los cromosomas, los brazos cromosómicos permanecen con su longitud normal. La paralización funcional del huso por efecto del RNA es transitoria, mientras que el de la colchicina es de duración prolongada. (Lám. II. 9-10.)

En la metafase y en la anafase temprana, que no pueden separarse netamente, hemos observado a menudo configuraciones parecidas a apareamiento. Se puede establecer con cuidadosas observaciones, que estas configuraciones no son asociaciones superfluas. En *Allium* no puede probarse si los cromosomas apareados son homólogos.

En un solo caso hemos podido encontrar un anfitrivalente; esta disposición puede compararse con las configuraciones anfibi- y tetravalentes en *Pisum sativum* halladas por Hakansson, donde los segmentos translocados de los cromosomas no homólogos, forman un anillo o una cadena. (Lám. II. 11.)

En la prometafase y metafase, es observable la carga desapareja de ácidos nucleicos. Es difícil determinar si es incompleta la síntesis, en las zonas heterocromáticas o en las zonas eucromáticas. Darlington y La Cour observaron en los cromosomas de *Trillium*, que las zonas heterocromáticas no sintetizan bien ácido nucleico si la temperatura es muy baja; igualmente notable es que Huskins ha encontrado que las células a baja temperatura se dividen en forma reduccional. Probablemente existe una conexión entre los dos fenómenos, ambos producidos por esas temperaturas. (Lám. II. 12.)

Si los centromeros de los cromosomas condensados se separan, y las cromátidas se desligan, a menudo no se forma el huso inmediatamente, puesto que las cromátidas quedan algún tiempo sin polarización o se mueven sin orientación definida en el citoplasma. (Lám. II. 13.)

Las cromátidas regeneran su longitud. Más tarde se encuentra a menudo tri o tetrapolarizaciones. (Lám. II 15-16 III 17-18.)

En un caso hemos encontrado que los 16 cromosomas metafásicos forman la telofase de un polo, construyendo posiblemente un núcleo tetraploide. (Lám. V. 43.)

También se observaron divisiones tipo distributivo o agrupación reduccional, (reductional grouping), cuando los cromosomas enteros se separan en dos grupos, formándose núcleos no balanceados a menudo con 7, 8 ó 9 cromosomas. (Lám. III. 20.) Una división irregular con cuatro grupos de cromosomas asociados representan las configuraciones de la lám. III. 21-23. En este caso se forman configuraciones semejantes a la "relational coiling" de varias cromátidas con estructura "corosionada".

Las microfotografías de lám. III y IV. 25-31, representan divisiones paralelas. En estos casos la primera división es de tipo distributivo, por lo tanto el número de los cromosomas en la división siguiente es incompleto y desigual. Entre las cromátidas se encuentran a veces cromosomas enteros. El movi-

miento y división de un grupo de cromosomas se atrasa más que el otro. A menudo la segunda división es numéricamente irregular, encontrándose distinto número de cromátidas, en los grupos separados. (Lám. III. 27.)

Hemos observado en distintas divisiones un fenómeno que ocurre a menudo en células tratadas: el eje de la división realiza una media vuelta. (Lám. V. 37.)

Se encuentran además en las células durante 168 horas de recuperación fragmentos y puentes cromosómicos, células en división quatri o multi polar, (Lám. V. 38-40) además núcleos hipo- y poliploides. (Lám. IV. 32-34, V. 35-36.)

En muchos casos hemos observado micronúcleos. Las raíces tratadas reducen su diámetro pero en algunos casos, después de un largo tratamiento y recuperación se forma un abultamiento que es semejante al c.-tumor. Es dado suponer que aquí también las células poliploides producen un tumor al igual que en un tejido tratado con colchicina. El efecto del SN muestra otra causa de la formación tumoral. La posición del eje de la división ha cambiado dando un giro en dirección diagonal o transversal. Las células que se dividen transversalmente producen elementos de tejidos que ensanchan las raíces en lugar de alargarlas. (Lám. V. 41.)

Algunas células que han pasado por la división tipo distributivo mantienen su aptitud para divisiones posteriores. La lám. IV. 32 muestra una célula en metafase, con 9 cromosomas en estas condiciones. Así pueden originarse también tejidos con distinto número de cromosomas.

Las células poliploides no se forman únicamente por restitución del núcleo, sino también por la "división unipolar". (Lám. V. 43.) En este caso todos los cromosomas (enteros) se unen en una formación telofásica en el polo único resultando un núcleo cuya sustancia cromática tiene un volumen semejante al de un núcleo tetraploide.

Es notorio que los cromosomas metafásicos de las células poliploides se colocan a veces paralelamente, sin adherencia de sus centromeros. (Lám. V. 33.)

Gencheff y Gustafsson (1939) encontraron fenómenos semejantes en *Spinacea oleracea*.

Resumiendo las observaciones realizadas durante el pe-

río del tratamiento y de la recuperación, se demuestra que el ribonucleato de sodio suprime la función del huso en un modo semejante al de la colchicina. En este aspecto el SN no difiere de la acción de los venenos mitóticos. Sin embargo en la SN mitosis no hemos observado la distribución periférica de los cromosomas prometafásicos y metafásicos, observados en el C. mitosis. Las agrupaciones reduccionales (reductional grouping) de los cromosomas, es decir las divisiones de tipo "distributivo", se producen en ambos casos. Las asociaciones observadas a veces entre los cromosomas del tejido somático no son tampoco pruebas concluyentes para demostrar la alteración en sentido meiótico, siendo necesaria una aclaración más completa de este fenómeno de asociación.

Estos fenómenos no son suficientes para afirmar que el ácido ribonucleico actúa como un metabolito que induciría la división meiótica.

Como consecuencia de la inhibición funcional del huso se forman núcleos no balanceados y poliploides así como también otras irregularidades ya conocidas.

Las principales diferencias entre el efecto del SN y colchicina se observa en la pronunciada condensación de los cromosomas, formación de estructuras "lampbrush", segmentos Feulgen negativos, configuraciones paralelas formadas por los cromosomas en núcleos poliploides y divisiones en sentido transversal que causan a veces un SN tumor.

Es también interesante la comparación de este efecto con las divisiones de las células cancerosas; las anormalidades semejantes son el aumento de tamaño del nucleolo, cambio de tamaño de los cromosomas, no disyunciones, falsos puentes "lagging" cromosomas, aparición de micronúcleos, células poliploides, divisiones multipolares, formación incompleta del huso, etc..

El cáncer sería también una alteración en el equilibrio del metabolismo celular; el contenido de ácido nucleico y de fosfatos del tejido canceroso es mayor que en el normal. Esta desintegración de las células cancerosas está acompañada por anormalidades citológicas. Por el momento no podemos concretar si los fenómenos mencionados son solamente secundarios o si realmente la hiperproducción de ácidos nucleicos o fosfatos constituye la causa del cáncer.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

- 1.— 2 % SN, 14 horas de tratamiento; comienzo de las condensaciones de los cromosomas y el fenómeno "lampbrush". *All. sat.* (120 × 18).
- 2.— 2 % SN, 14 horas (Feulgen). Estructuras "lampbrush" Feulgen-positivos. *All. sat.* (120 × 18).
- 3.— 2 % SN, 14 horas; cromosomas profásicos condensados; *All. sat.* (120 × 18).
- 4.— 4 % SN, 14 horas; cromosomas prometafásicos marcadamente condensados; aspecto meiótico; *All. sat.* (120 × 18).
- 5.— 2 % SN, 14 horas; ha comenzado la separación de los brazos cromosómicos; los centromeros se han adherido; ausencia de "congression"; los cromosomas quedan dispersos en el citoplasma, los brazos son cortos y anchos. *All. sat.* (120 × 18).
- 6.— 2 % SN, 14 horas; es bien visible el acortamiento de los brazos y la formación de pares de eskies. *All. sat.* (120 × 12).
- 7.— 2 % SN, 14 horas; otras configuraciones de la misma célula, estos tipos son observables a menudo. *All. cepa* (120 × 12).
- 8.— 2 % SN, 14 horas; separación de los centromeros diagonalmente; pareciera que la función del huso no se ha paralizado totalmente, y que la ubicación de los polos es irregular. *All. sat.* (120 × 12).
- 9.— Colchicina 0,10 %, 37 horas; los brazos tienen longitud normal y los centromeros fuertemente unidos; formación de la cruz. *All. sat.* (90 × 12).
- 10.— Idem, los brazos quedan paralelos uno a otro; formación de pares de eskies. *All. sat.* (90 × 12).
- 11.— 4 % SN, 7 horas; 55 horas recuperación, pH 7,0. Asociación de tres cromosomas; la estructura doble y el centromero son bien visibles; a la izquierda dos brazos desiguales. *All. sat.* (120 × 18).
- 12.— 2 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación (Feulgen); algunos segmentos de los cromosomas se tiñen en forma notoriamente débil; estos son parecidos a las zonas heterocromáticas de *Trillium*. (según Darlington). *All. sat.* (60 × 18).
- 13.— 4 % SN, 14 horas; algunas cromátidas están adheridas por su centromero, pero la mayoría están ya separados. *All. sat.* (90 × 12).
- 14.— Colchicina 0,10 %, 37 horas; anafase de C. mitosis las formas de las cromátidas son normales; los centromeros se han separado. *All. sat.* (120 × 12).
- 15.— 2 % SN, 14 horas; anafase tricéntrica con "lagging" cromosomas y cromátidas. *All. sat.* (120 × 12).
- 16.— 1 % SN, 7 horas, 72 horas recuperación, pH 7,0; orientación tricéntrica de las cromátidas. *All. cepa* (90 × 18).
- 17.— 1 % SN, 7 horas; orientación tetracéntrica de las cromátidas. *All. cepa* (60 × 18).
- 18.— 1 % SN, 7 horas; 55 horas recuperación, pH 7,0 orientación tricéntrica. *All. sat.* (60 × 18).
- 19.— 1 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación, pH 7,0; cromosomas enteros y cromátidas demostrando tendencia hacia una división de tipo distributivo. *All. cepa* (90 × 12).

- 20.—1 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación, pH 7,0; separación de cromosomas, en la proporción de 7 a 9; a la derecha 7 cromosomas en anafase; a la izquierda probablemente 9 cromosomas formando un núcleo. (Reductional grouping). *All. sat.* (90 × 12).
- 21.—2 % SN, 14 horas; 23 horas recuperación; una división irregular; los cromosomas se separan en cuatro grupos, pareciera que la matriz faltase parcialmente; (erosión) se ve la estructura doble y los centromeros adheridos. *All. sat.* (120 × 12).
- 22.—2 % SN, 14 horas; 23 horas recuperación; el segundo grupo de la misma división: "relational coiling". La configuración está compuesta posiblemente de tres o cuatro cromosomas asociados. *All. sat.* (120 × 12).
- 23.—Idem; "relational coiling" en el tercer grupo y asociación en el cuarto grupo. *All. sat.* (120 × 12).
- 24.—2 % SN, 14 horas; 23 horas recuperación. División tricéntrica. *All. cepa* (129 × 18).
- 25.—2 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación pH 7,0 después de la primera división de tipo distributivo, un grupo de las cromátidas se separa nuevamente. *All. cepa* (90 × 18).
- 26.—La misma división con menos aumento. (60 × 9).
- 27.—1 % SN, 7 horas; 55 horas recuperación pH 7,0; un grupo de cromosomas en metafase, el otro en anafase, estos últimos son aneuhaploides. *All. cepa* (60 × 18).
- 28.—1 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación, pH 7,0; otras divisiones paralelas de dos grupos separados por una división de "reductional grouping". *All. cepa* (60 × 18).
- 29.—1 % SN, 7 horas; 55 horas recuperación; divisiones paralelas, no sincronizadas. *All. sat.* (60 × 18).
- 30.—2 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación, pH 7,0; en estas configuraciones también se puede observar que un grupo de cromosomas está en una fase más adelantada. *All. sat.* (40 × 12).
- 31.—1 % SN, 7 horas; 55 horas recuperación; pH 7,0; otra configuración parecida a la anterior. *All. sat.* (60 × 18).
- 32.—1 % SN, 7 horas; 55 horas recuperación; pH 7,0; una célula en metafase con 9 cromosomas, el núcleo proviene de una división reduccional. *All. cepa* (60 × 18) (En el ángulo izquierdo inferior, dibujo).
- 33.—2 % SN, 44 horas; 103 horas recuperación; pH 6,8; una célula tetraploide cuyos cromosomas tienen una disposición paralela.
- 34.—2 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación; pH 7,0; dos células poliploides en división, derecha en prometáfase, izquierda anafase de una célula probablemente tetraploide, con cromátidas orientadas tripolarmente. *All. cepa* (60 × 9).
- 35.—2 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación; pH 7,0; telofase de una célula poliploide. *All. sat.* (60 × 12).
- 36.—2 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación; pH 7,0; anafase de una célula poliploide. *All. sat.* (60 × 12).
- 37.—1 % SN, 7 horas; 72 horas recuperación; una telofase con giro de 90°. *All. sat.* (120 × 18).
- 38/39.—2 % SN, 44 horas, 103 horas recuperación; puentes falsos y fragmentos cromosómicos. *All. sat.* (dibujo).

- 40.—2 % SN, 44 horas, 159 horas recuperación; división tetrapolar. *All. sat.*
- 41.—2 % SN, 44 horas, 68 horas recuperación; pH 6,8; sección longitudinal de un abultamiento de una raíz de *Allium sativum*; las células se dividen transversal y diagonalmente. (40 × 9).
- 42.—Colchicina 0,10 %, 37 horas tratamiento; numerosas divisiones paralizadas en la metafase; las células forman núcleos tetraploides. El volumen aumentado de las células poliploides causó el tumor. *All. sat.* (60 × 9).
- 43.—1 % SN, 7 horas, 72 horas recuperación. Una telofase unipolar con 16 cromosomas; todos los cromosomas se han dirigido hacia un polo. División unipolar que podrá formar numéricamente un núcleo diploide, pero respecto de la cantidad de material cromático tetraploide. *All. sat.* (dibujo).
Coloración aplicada: Carmín acético y Feulgen.

BIBLIOGRAFIA

1. BARBER, H. N.; CAILAN, H. G.: *Proc. R. Soc. B.*, 131, p. 258-271. 1943.
2. CASPERSSON, T.: *Chromosoma*, v. 1, p. 562-604. 1940.
3. — *Naturwissenschaft*, v. 29, p. 33-43. 1941.
4. — *Symposia of the society for exp. biology*, v. 1, p. 127-151. 1947.
5. DARLINGTON, C. D.; LA COUR, L.: *J. of Genetics*, v. XL, p. 185-213, 1940.
6. — *Nature*, v. 157, p. 875. 1946.
7. — *J. of Heredity*, v. 32, p. 115-121. 1941.
8. DUFRENOY, J.: *Biodynamica*, v. 1, 4, p. 87, 1943.
9. GALINSKY, J.: *J. of Heredity*, v. 40, 11, p. 289-295. 1949.
10. GENTCHEFF, G.; GUSTAFSSON, A.: *Hereditas*, v. XXV, p. 349-358, p. 371-386. 1939.
11. HUSKINS, C. L.: *J. of Heredity*, v. 39, 11, p. 311-325. 1948.
12. — CHENG, K. C.: *J. of Heredity*, v. 41, 1, p. 13-18. 1950.
13. — *Proc. Eighth. Congr. of Gen.-Hereditas Supl. B.* v. XXXV 1949.
14. KODANI, M.: *J. of Heredity*, v. 39, 11, p. 327-335. 1948.
15. KOLLER, P. C.: *Symposia of the society for exp. biology*, v. 1, p. 270-290. 1947.
16. — *Nature*, v. 151, p. 244-246. 1943.
17. LEVAN, A.: *Hereditas*, v. XXV, p. 87-96. 1939.
18. — *Nature*, v. 156, p. 751-752. 1945.
19. — *Proc. Eighth. Congr. of gen. - Hereditas Supl. B.* v. XXXV p. 325-337. 1949.
20. — THORAYA LOFTY: *Hereditas Supl. B.* XXXV, v. 3, p. 337-374. 1949.
21. LOCKHART-MUMMERY, J. P.: *Proc. Seventh int. genet. Cong.* p. 196, 1939.
22. MAYER, GULICK: *Cold. Spring. Harbour Symposia*, v. X, p. 205. Serra J. A. 1942.

23. MIRSKY, A. E.; POLLISTER, A. W.: *Biol. Symposia*, v. 10, p. 247-260. 1943.
 24. — — — — — *J. gen. Physiol.*, v. 30, p. 117-149. 1946.
 25. MONTALENTI, G.; VITAGLIANO, G.; DE NICOLA, M.: *Heredity*, v. 4, part. 1, p. 76-87. 1950.
 26. NYEON, N.; KNUTSSON, B.: *Hereditas*, v. XXXIII, p. 220-234. 1947.
 27. PESHKOV, N.: *Cold. Spring. Harbour Symposia*, v. X, p. 1-6. 1947; BELOZERSKY, A. N. 1947.
 28. WILSON, G. B.; CHENG, K. C.: *J. of Heredity*, v. 40, I, p. 1-6. 1949.





