



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“CUAUTITLAN”

**GUIA TEORICA DE BIOQUIMICA
(ENFOQUE VISUAL)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

P R E S E N T A

JOSEFINA CASTAÑEDA RIVAS

**DIRECTORA DE LA TESIS:
O. F. I. GILDA FLORES ROSALES**

MEXICO, D. F.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

INTRODUCCION	...	2
Capítulo I.- METODOS DE SEPARACION Y PURIFICACION	...	5
1) Homogeneización	...	10
2) Centrifugacion	...	11
3) Cromatografía	...	17
4) Purificación	...	27
5) Electroforesis	...	28
6) Colorimetría	...	30
7) Microscopía	...	31
Capítulo II.- BIOLOGIA CELULAR	...	32
1) Pared Celular	...	38
2) Sistema Vacuolar	...	40
3) Ribosomas	...	49
4) Cloroplastos	...	51
5) Mitochondria	...	54
6) Centriolo	...	56
7) Núcleo	...	58
8) Cromosoma	...	64
9) División Celular	...	73
a) Mitosis	...	74
b) Meiosis	...	76
Capítulo III.- QUIMICA DE LAS BIOMOLECULAS	...	79
1) Proteínas	...	81
2) Enzimas	...	107

3) Lípidos	... 130
4) Carbohidratos	... 150
5) Ácidos Nucleicos	... 181
6) Vitaminas	... 205
a) Hidrosolubles	... 214
b) Liposolubles	... 226
Capítulo IV.- METABOLISMO	... 233
1) Metabolismo de Carbohidratos	... 237
2) Ciclo de Krebs	... 247
3) Cadena Respiratoria	... 255
4) Metabolismo de Lípidos	... 262
5) Metabolismo del Nitrógeno	... 270
Capítulo V.- BIOLOGIA MOLECULAR	... 275
1) Transmisión de la Información Genética	... 278
2) Duplicación del DNA	... 280
3) Mutaciones	... 283
4) Lesiones del DNA	... 291
5) Reparación del DNA	... 292
6) Transcripción	... 293
7) RNA Polimerasa	... 294
8) Regulación de la Expresión Genética	... 297
9) Síntesis de Proteínas	... 302
10) Inhibidores de la Síntesis Proteica	... 312
BIBLIOGRAFIA	... 318

INTRODUCTION.

INTRODUCCION

La Biología se relaciona ampliamente con otras ciencias: como física y química, surgiendo de esta relación la Bioquímica, con esta, los sistemas biológicos pudieron ser examinados experimentalmente, haciéndose patente un verdadero lenguaje químico para la Biología (10).

La Bioquímica es una disciplina que estudia las reacciones de los organismos vivos (5), se ha desarrollado a lo largo de este siglo, y se caracteriza esencialmente por su metodología (19), en la cual se consideran dos aspectos: el material biológico y las diferentes técnicas a utilizar para la elucidación de la estructura y función de las Biomoléculas y las mutuas relaciones e interacciones de las mismas y de los organismos de estudio (7) con su medio ambiente.

Las plantas y los animales están notablemente bien adaptados a sus ambientes (16), exhiben una conducta y una meta, debido a que están en un continuo cambio químico (2) que comprende todas aquellas reacciones que de alguna manera se ven involucradas en su metabolismo (7). La comprensión de este, requiere del conocimiento de las partículas o moléculas participantes, de aquí que se haya mencionado la relación tan importante que existe entre la química y la biología.

Muchos aspectos de la Bioquímica han alcanzado madurez científica pues se dispone de información descriptiva y relativamente --

completa de fenómenos pertenecientes a los procesos metabólicos (24) en los que han jugado un papel de suma importancia los carbohidratos, lípidos y las proteínas (26), dentro de las cuales las enzimas participantes han sido las moléculas que han acarreado mayor interés.

Otras moléculas intracelulares de gran importancia en la Bioquímica son los nucleótidos, de los que por medio de vías metabólicas especiales (21), la célula sintetiza otros compuestos más grandes y complejos cuya finalidad principal es la transmisión de la herencia (13) y que se conoce como DNA (25), la amplitud de este campo de la Bioquímica, trae como necesidad la división de esta, con el fin de simplificar y facilitar su estudio, la rama que de aquí se originó y que ahora se ha descrito como una de las más grandes disciplinas derivadas es la Genética Molecular (19).

Esta rama del conocimiento actual ha sido necesaria para responder a un conjunto de interrogantes que de alguna manera han sido planteadas por los científicos (8) siendo algunas de estas el deseo de saber: cual es la naturaleza del material genético, como se duplica y mediante que mecanismos, el DNA determina las características morfológicas, químicas y metabólicas de un organismo (7). En resumen se hace necesario su conocimiento para determinar la naturaleza de la vida.

Sin embargo como la vida de la célula consta de ciclos de crecimiento y división para dar lugar a células hijas idénticas (19) requiriendo de nuevas sustancias, se ha hecho necesaria una división que nos ayude a comprender un fenómeno tan complejo e importante

como la regulación genética (15), que en la célula controla a aquellas proteínas que le permiten especializarse en sus funciones como una llave que se enciende en el momento apropiado y se apaga cuando así se requiere, obedeciendo a señales intracelulares influenciadas por el medio ambiente (14).

Este pequeño mecanismo de tan grandes propiedades es aquel que en 1961 fue puesto de manifiesto y que conocemos como Modelo del Operón (13), esta nueva división es la que se ha dado a conocer con el nombre de Biología Molecular.

Debido al avance continuo en estos campos de estudio y a la dificultad con la que habitualmente se encuentra el alumno para consultar bibliografía gráfica en español que contenga de una forma resumida y clara la información actualizada, se realiza la siguiente recopilación bibliográfica que facilita la consulta para el estudiante y proporciona material de acuerdo al programa de Bioquímica Celular de la carrera Q.F.B. en una manera didáctica y con un enfoque visual.

CAPITULO I.

MÉTODOS DE SEPARACIÓN Y PURIFICACIÓN.

La investigación Bioquímica se enfrenta a menudo con el problema de la separación e identificación de los compuestos cuya estructura es similar (25) y, por lo tanto con propiedades físicas y químicas análogas (4) como pueden ser: mezcla de nucleótidos, ácidos grasos, proteínas o productos de degradación, etc.

Generalmente por un proceso de separación tal como una extracción sencilla se efectúa la separación parcial de compuestos estructurados análogos (7) pero la separación depende de pequeñas propiedades físicas o químicas (9), por lo que se requiere una repetición del proceso básico de la separación, para aproximarse a la separación completa, se utilizan varios procesos, como por ejemplo: - cromatografía en columna (7), cromatografía adsorción (18), de intercambio iónico, de reparto, de papel, fotocolorimetría, homogenización y electroforesis, entre otros.

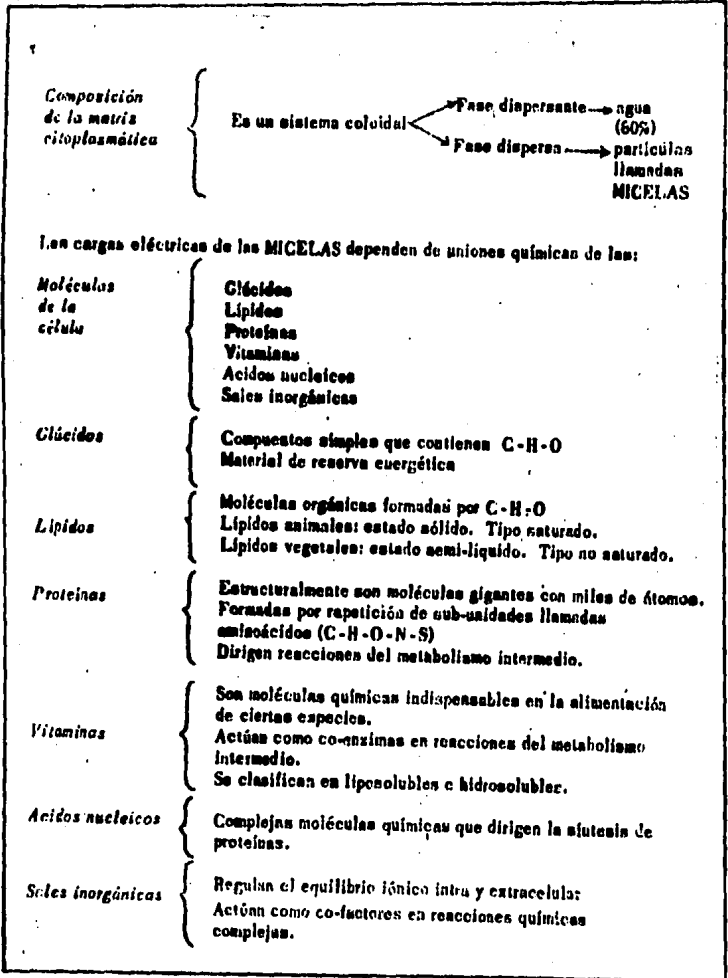
En ocasiones se requieren de todos o combinaciones de algunos, ya que los fluidos biológicos (3) como son: la saliva, sangre, líquido cefalorraquídeo o rina son difíciles de trabajar debido a que en ellos existen proteínas, vitaminas, ácidos grasos, o productos de degradación que en ocasiones tienen un tiempo de vida muy corto, o - que simple y sencillamente se necesitan trabajar a un determinado pH, o cuidar que las enzimas existentes en estos fluidos no las degraden. Por lo tanto, se necesitan muchos cuidados en la obtención de estos fluidos así como para trabajar con ellos necesitándose de métodos muy

precisos.

Por otro lado, la importancia del conocimiento de estos mé
todos va a permitir el lograr aislar y purificar a proteínas, carbo-
hidratos, lípidos, hormonas y vitaminas entre otros, para poder reali
zar su determinación, obteniéndose datos importantes sobre su existen
cia o las alteraciones dentro de los organismos.

ORGANIZACION MOLECULAR DE
LA CELULA.

Composición Fisicoquímica de las Células



(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 21, 1983)

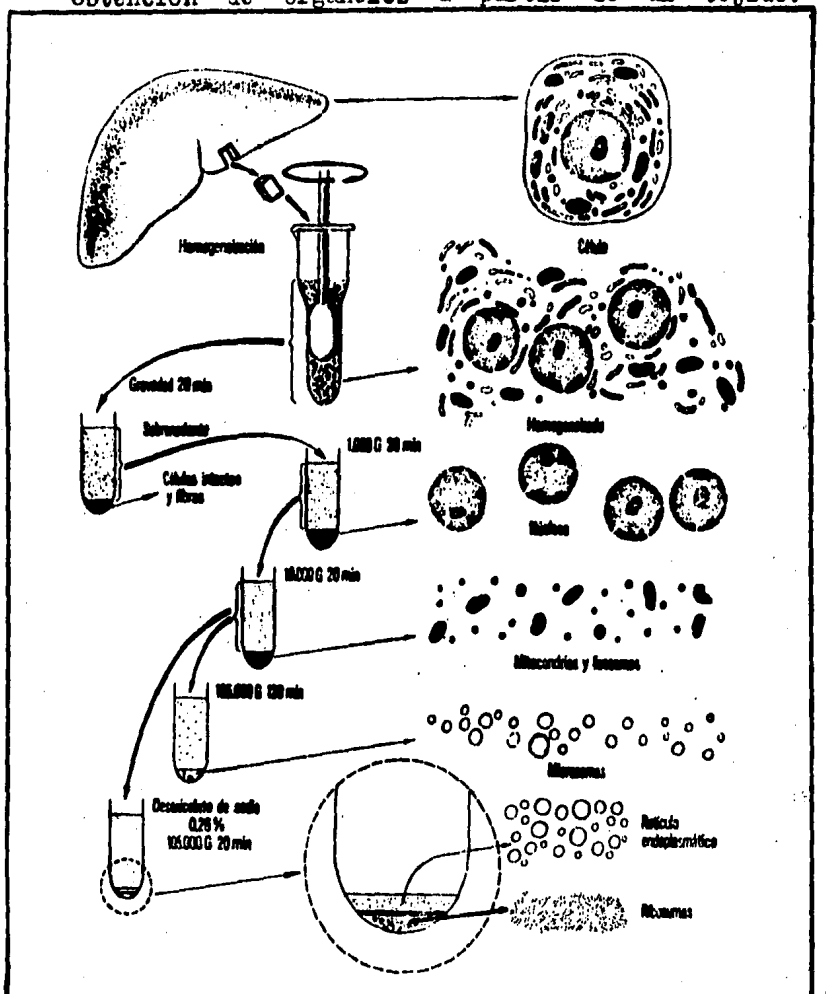
Composición química de algunos organelos.

PARTÍCULA	OBTENCIÓN POR CENTRIFUGACIÓN		CONSTITUYENTES CARACTERÍSTICOS	FUNCIÓN BIOLÓGICA
Núcleo	10 min	700 g	DNA, proteínas básicas RNA (nucleolo) Enzimas de síntesis del DNA y del RNA	Conservación y transferencia de la información genética
Mitocondrios . . .	10 min	10 000 g	Lípidos, proteínas, metales e iones Enzimas de oxidación DNA, RNA	Quilceonoms celulares Transmisión de energía Conservación y transferencia de la información genética
Lisozomas	10 min	10 000 g	Enzimas hidrolíticos y proteolíticos	Digestión intracelular, hidrólisis de las proteínas
Retículo endoplasmático	60 min	100 000 g	Lipoproteínas	Transporte de las proteínas Síntesis de glucoproteínas
Aparato de Golgi				Exportación de proteínas
Ribosomas	60 min	100 000 g	Ribonucleoproteínas	Biosíntesis de proteínas
Fracción soluble	Sobrenadante después de 60 min 100 000 g			Numerosas enzimas: glucólisis
Membrana			Lípidos, fosfolípidos, proteínas, glúcidos	Penetración específica

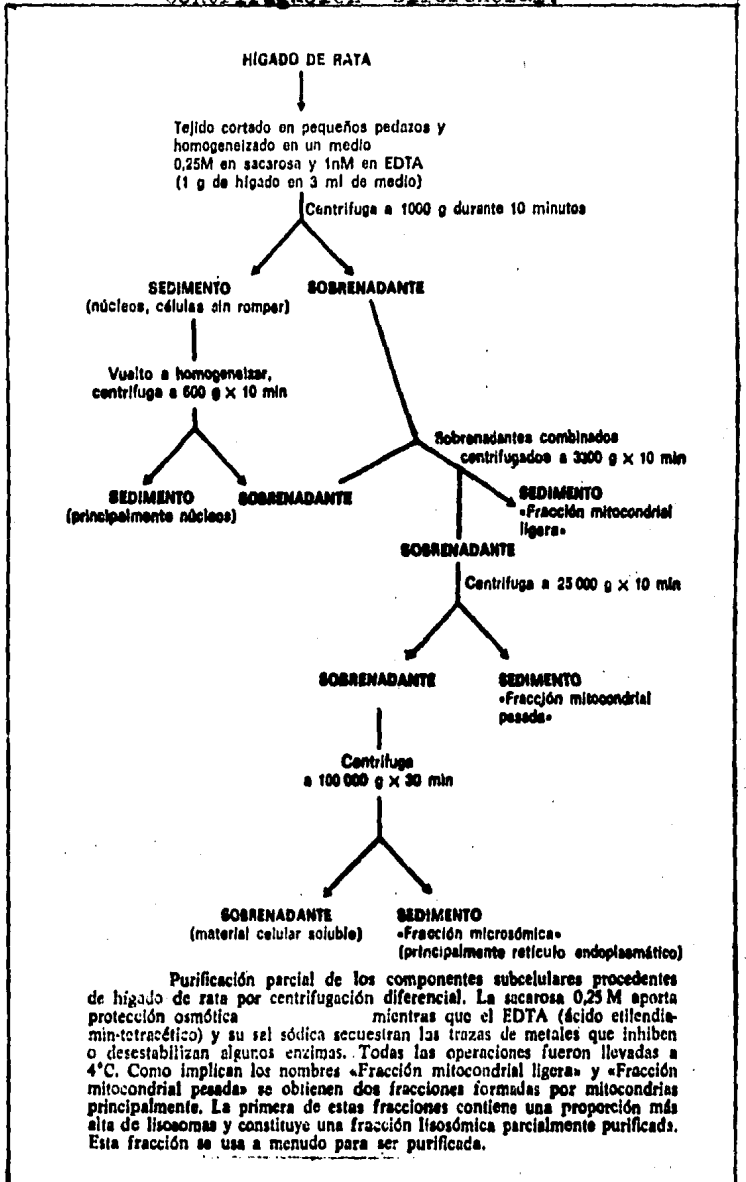
(De Robertis, E., Nowinski, W.W: Biología Celular. Pag. 186. 1982)

HOMOGENEIZACION

Obtención de organelos a partir de un tejido.

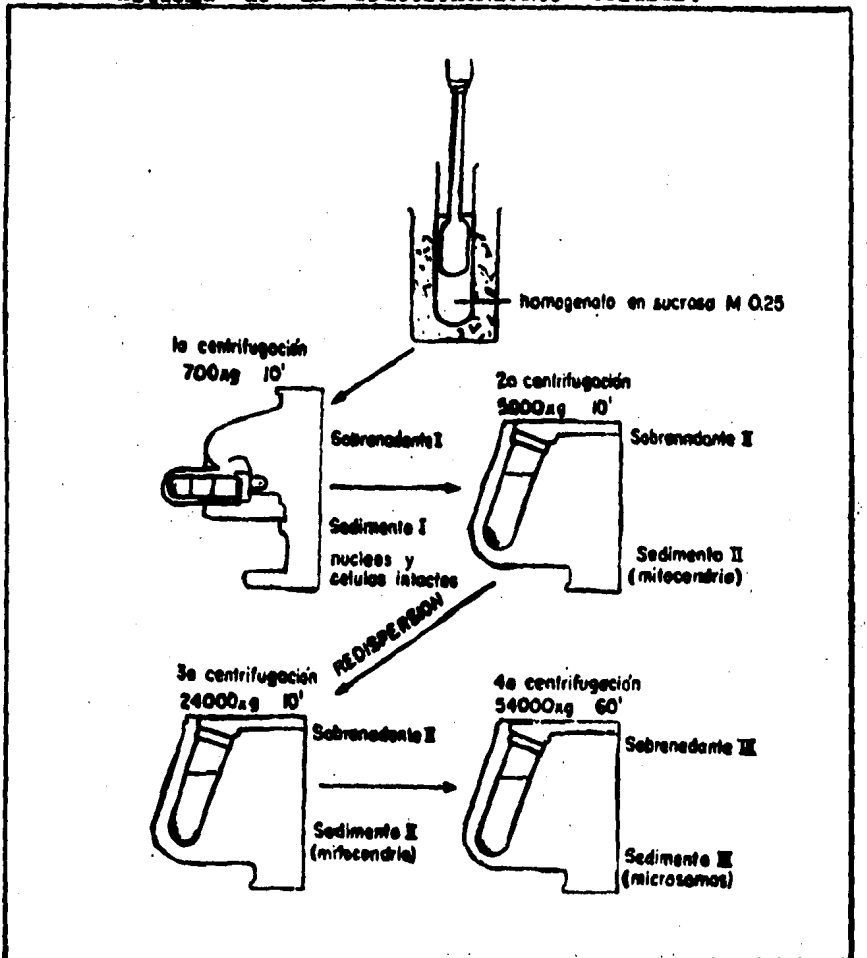


(De Robertis y Robertis: Fundamentos de Biología Celular y Molecular, El Ateneo, Pág. 13, 1982)

CENTRIFUGACIÓNCentrifugación Diferencial.

(Perez Tamayo, Ruy: Patología Molecular, Subcelular y Celular, La Prensa Médica, Pág. 218, 1975)

Esquema de un Fraccionamiento Celular.

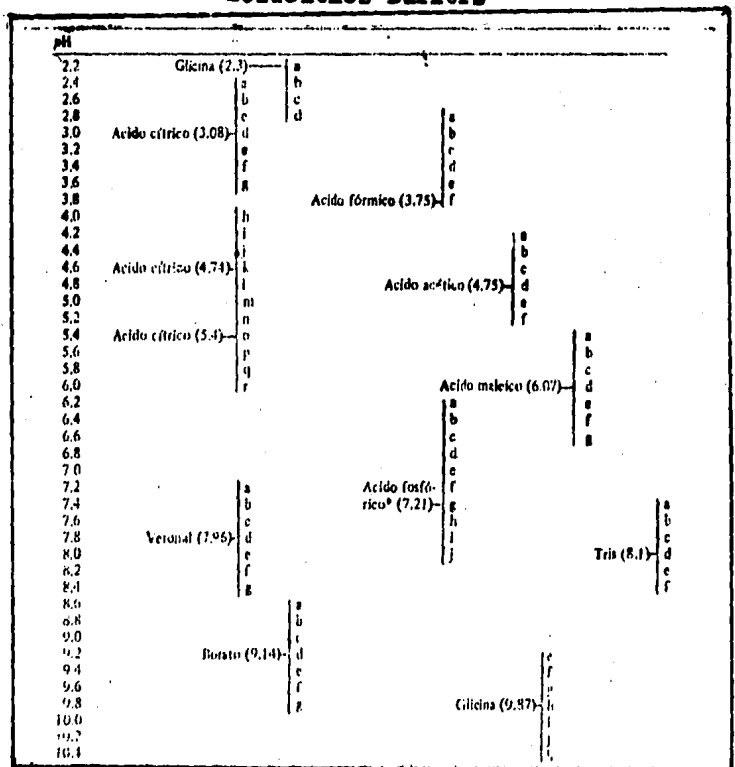


(Giese, C. Arthur: Fisiología General, Interamericana, Pág. 103, 1965)

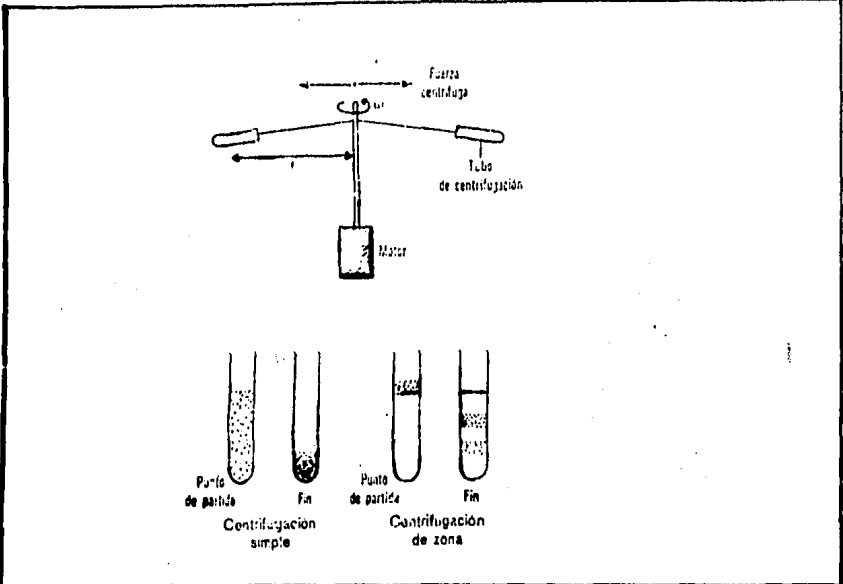
Amortiguador	Limites efectivos del pH	Observaciones
Cloruro de Tris	7-9	
Fosfato de Tris	6-9	
Succinato de Tris	3-9	Acción amortiguadora débil alrededor de 6.5-7. Completamente combustible; para estudios de metales
Fosfato de sodio o potasio	6-8	Limitación en la concentración de Na_2HPO_4 en frío. El K_2HPO_4 es más soluble en frío
Acetato de sodio o potasio	4-6	
Acetato de piridinio	4-6	Volátil
Formiato de piridinio	3-6	Volátil
Carbonato de amonio	8-10	Volátil. Evítase el desprendimiento de CO_2 a pH más bajo
Acetato de amonio	4-6	Volátil
Formiato de amonio	3-5	Volátil
Clorhidrato de piperacina	9-11	
	4.5-6.5	

(Peterson, A: Intercambiadores Catiónicos de Iones, El Manual Moderno, Pág. 47, 1975)

Soluciones Buffers

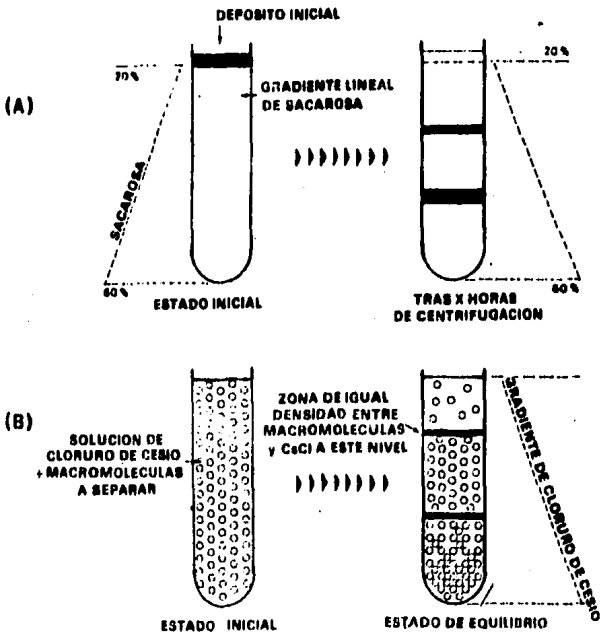


(Gordon, H: Electroforesis de proteínas en geles de poliacrilamida y de almidón, El Manual Moderno, Pág. 117, 1975).



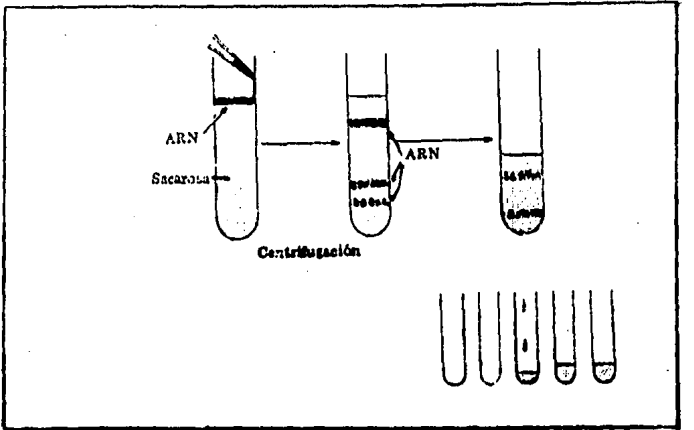
(Kruh, Jacques: Bioquímica Estudios Médicos y Biológicos, Omega, Pág. 36, 1975)

Diferentes formas de centrifugación.



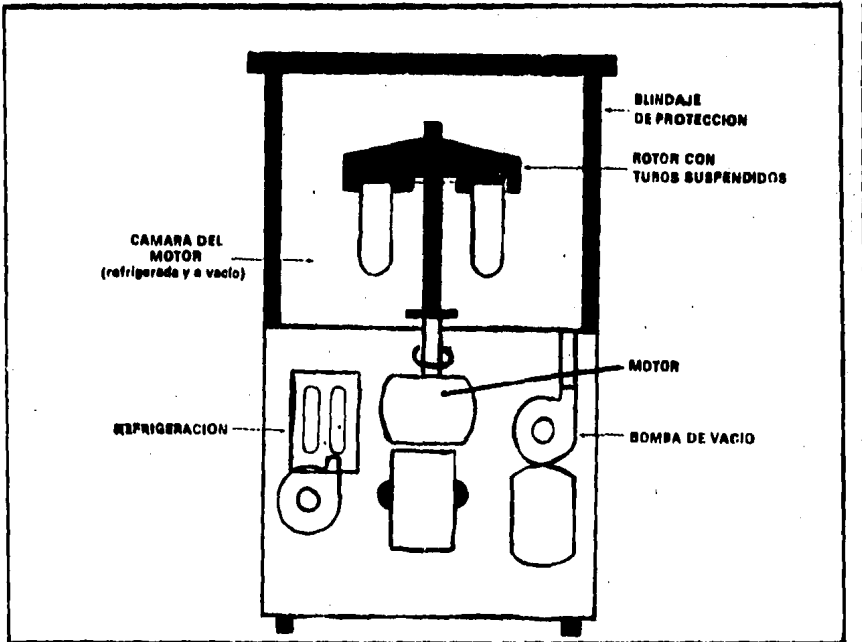
Dos formas de ultracentrifugación preparativa
 A, centrifugación de zona (de velocidad).
 B, centrifugación de equilibrio.

Centrifugación por zona.



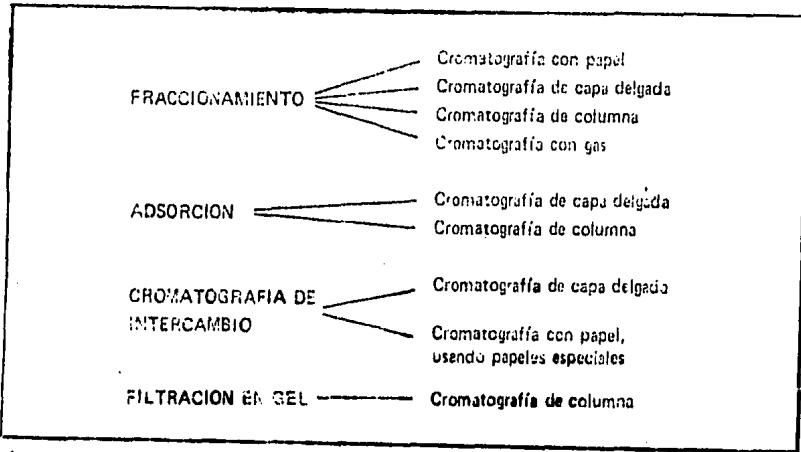
(Smith, P.F.: Genética, Estructura y Función, Publicaciones Cultural, Pág. 19, 1979)

Centrifugación preparativa.



(Louisot, F.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 429, 1977)

CR O M A T O G R A F I A .



(Edwards, D.L.: *Cromatografía. Principios y Técnicas, el Manual Moderno*, Pág. 18, 1975)

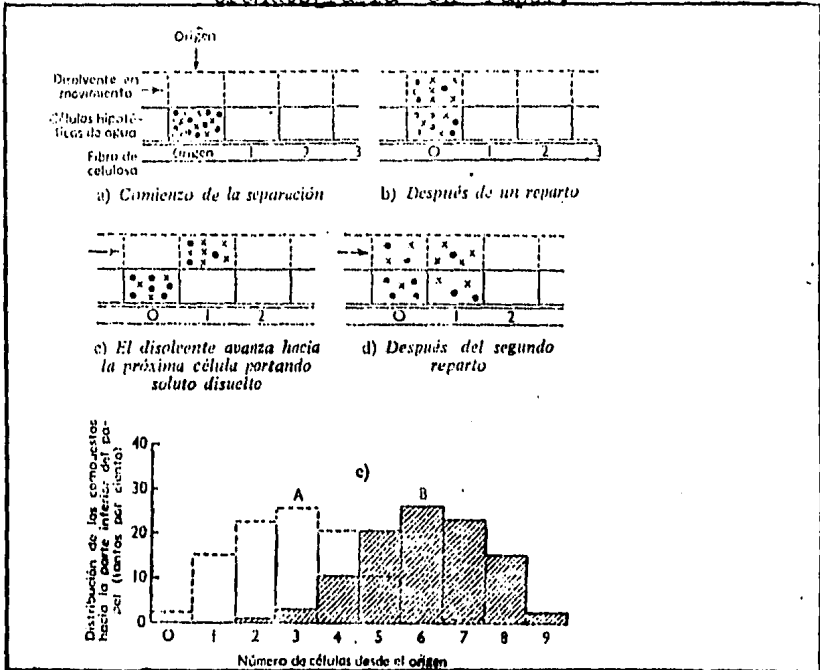
Clasificación de procedimientos de fraccionamiento en múltiples etapas

Tipo de fase	Nombre del proceso	Fase de la muestra	Segunda fase
Sólido-líquido	Cromatografía de adsorción	Solución	Absorbente sólido
	Cromatografía de capa delgada*	Solución	Polvo fino sostenido sobre una placa de vidrio
	Cromatografía de intercambio de iones	Solución	Resina de intercambio de iones
Líquido-líquido	Extracción a contracorriente	Solución	Disolvente inmiscible
	Cromatografía de partición	Solución	Disolvente inmiscible sobre matriz sólida
	Cromatografía sobre papel	Solución	Disolvente inmiscible sobre matriz de papel
	Cromatografía de capa delgada*	Solución	Disolvente inmiscible sobre polvo fino mantenido en una placa de vidrio
Líquido-gas	Cromatografía de gel	Solución	Disolvente mantenido en los intersticios de un sólido polimérico
	Destilación fraccionada	Gas	Líquido condensado
Gas-sólido	Cromatografía gas-líquido	Gas	Disolvente mantenido sobre matriz sólida
	Cromatografía gas-sólido	Gas	Absorbente sólido

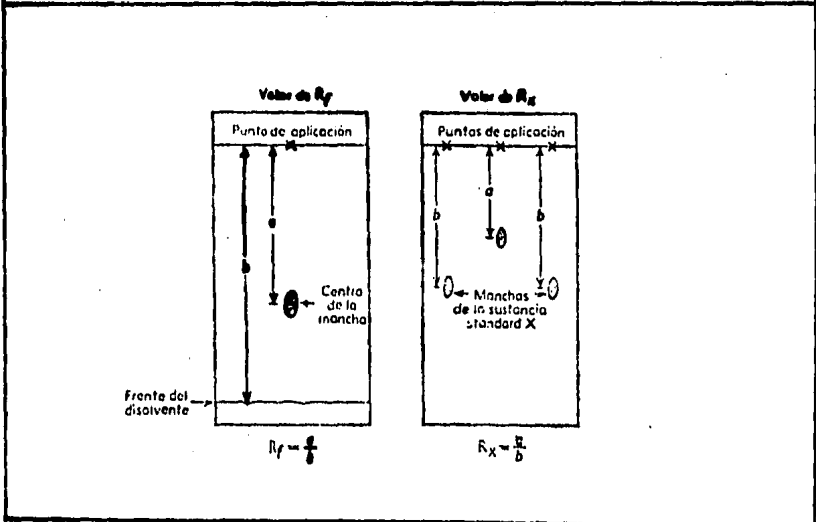
* El tipo de la fase depende del tratamiento previo del polvo;

(Volpe, Stephen L.: *Biología de la Célula*, Omega, Pág. 9, 1977)

Cromatografía en Papel.

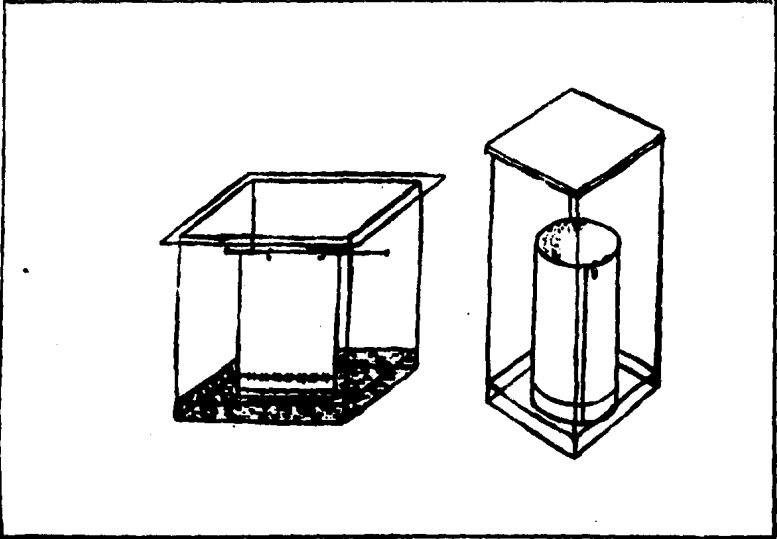


(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 6, 1983)



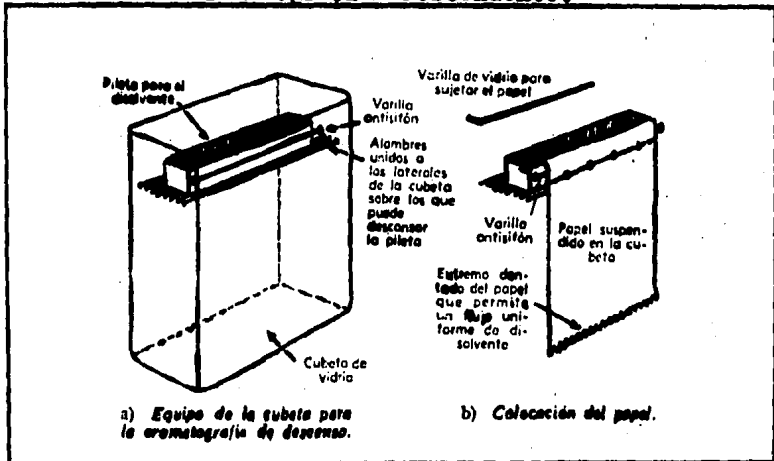
(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 38, 1983)

Cromatografía Descendente.



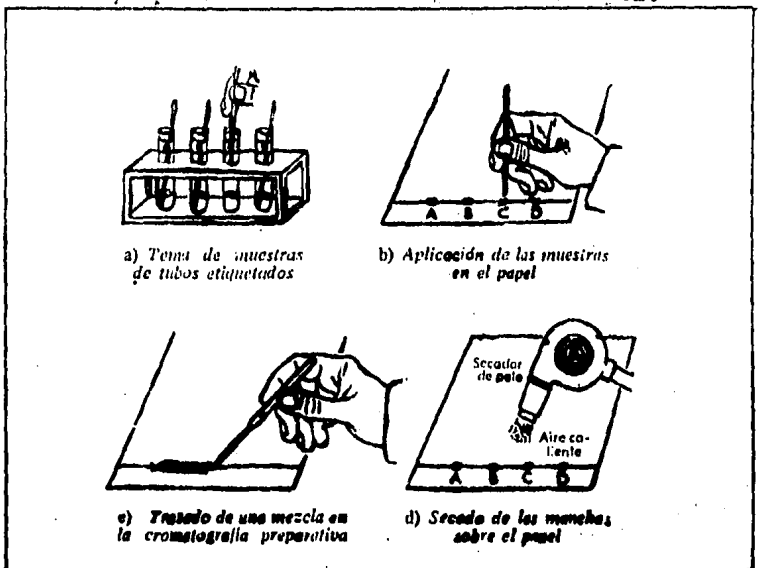
(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 28, 1983)

Cromatografía Descendente.

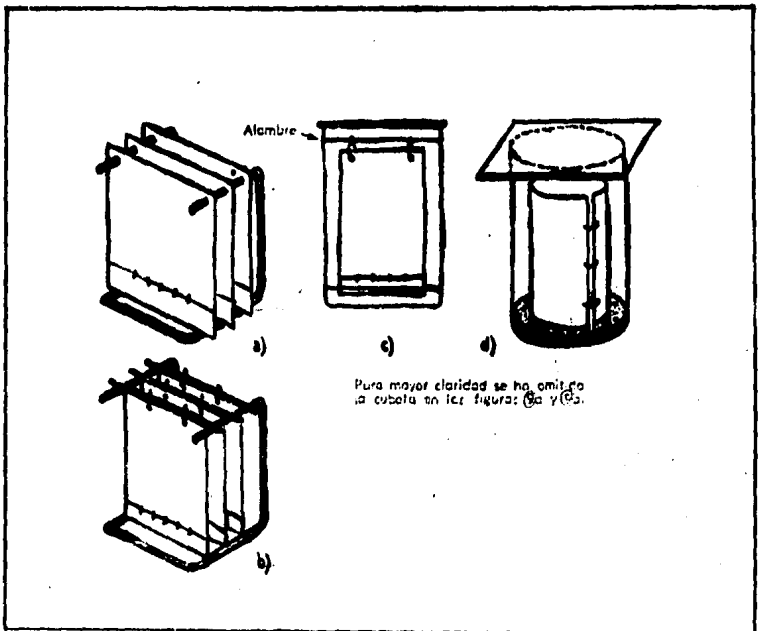


(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 30, 1983)

Manipulación de la cromatografía en papel.

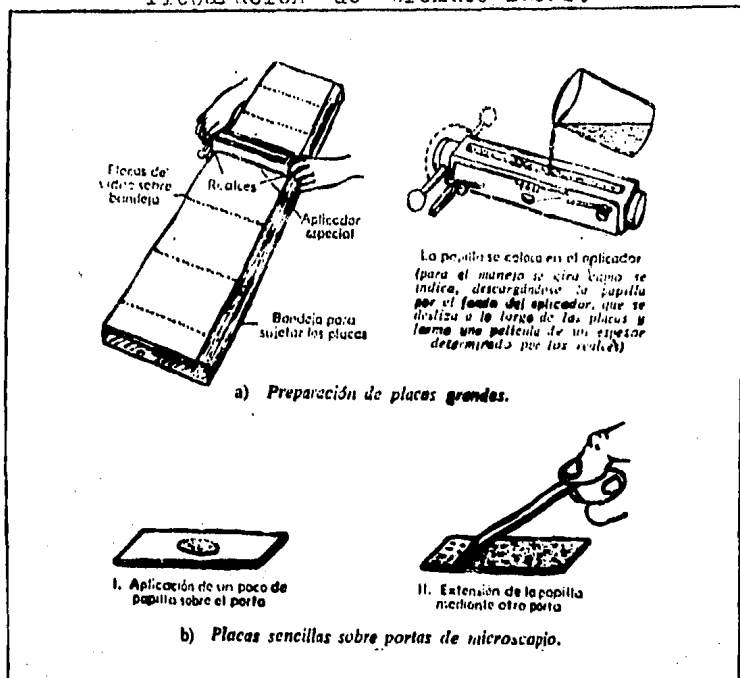


(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 28, 1983).



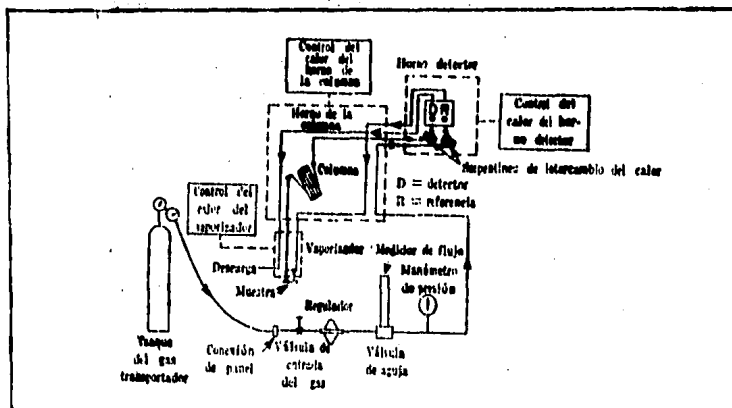
(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 31, 1983)

Preparación de Cromatolacas.



(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 52, 1983)

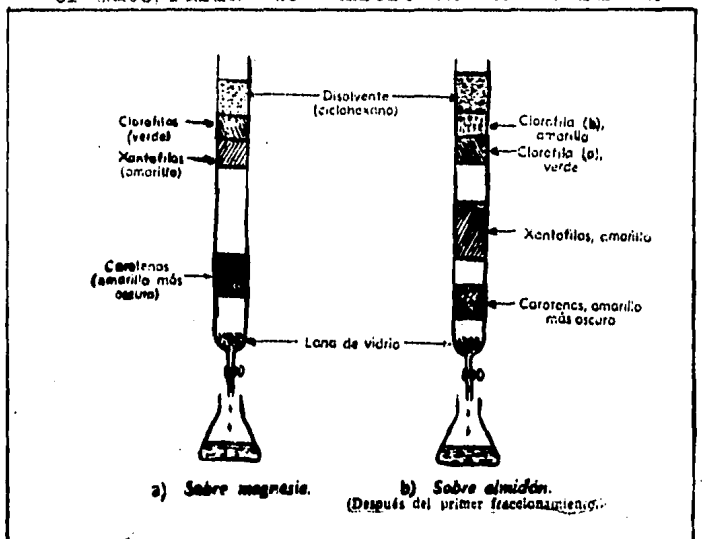
Cromatografía de gases.



Esquema de un cromatógrafo de gas

(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 73, 1983)

Cromatografía de Adsorción en columna.



(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Eredra, Pág. 112, 1983)

Disolventes utilizados en cromatografía
en columna.

Adsorbentes por orden de menor a mayor poder adsorbtivo	Disolventes por orden de menor a mayor poder eluyente
Azúcar, almidón	Hexano, éteres de petróleo
Inulina	Heptano
Talco	Ciclohexano
Carbonato sódico	Tetracloruro de carbono
Carbonato potásico	Benceno
Carbonato cálcico	Tolueno
Magnesia	Cloroformo
Gel de sílice activada	Eter dietílico
Alumina activada	Acetato de etilo
	Piridina
	Acetona
	Propeno
	Etanol
	Metanol
	Agua
	Mezclas de ácidos, bases con agua, alcoholes o piridina

(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Eredra, Pág. 18, 1983)

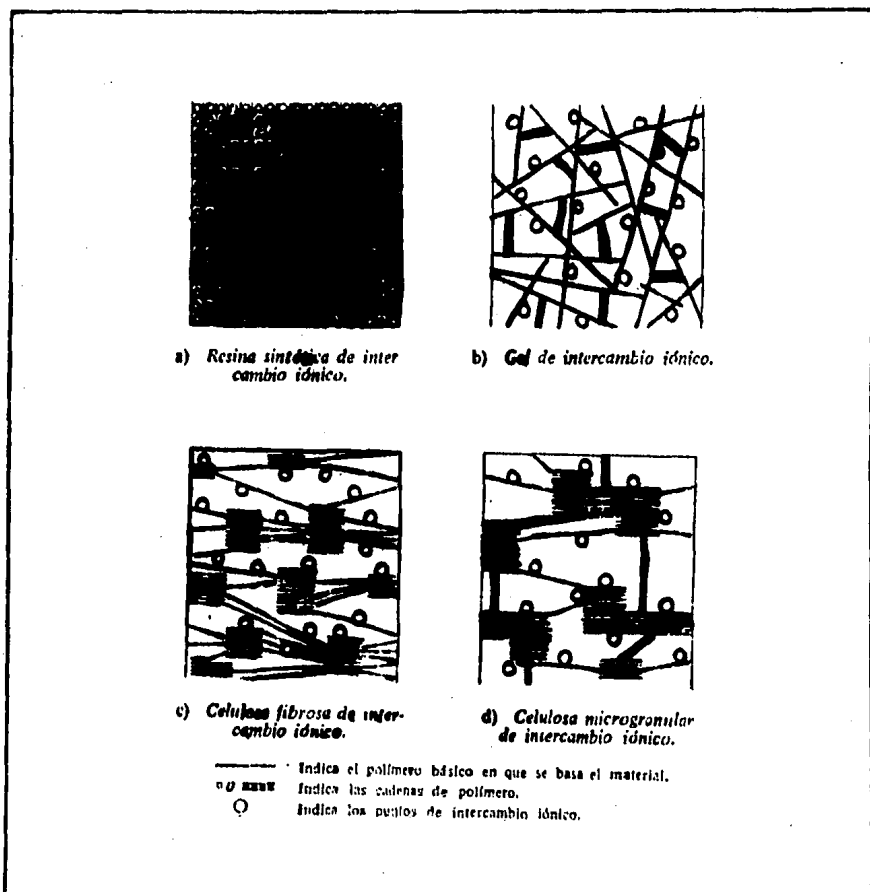
Cromatografía de intercambio iónico.

Intercambiadores celulósicos de iones		
Intercambiadores de aniones	Grupo ionizable	mEq/g
Celulosa AE	Aminoetilo $-O-CH_2-CH_2-NH_2$	0.3-5.0
Celulosa DEAE	Diethylaminoetilo $-O-CH_2-CH_2-N(C_2H_5)_2$	0.1-1.1
Celulosa TEAE	Triethylaminoetilo $-O-CH_2-CH_2-N(C_2H_5)_3$	0.5-1.0
Celulosa GE	Guanidoetilo $-O-CH_2-CH_2-NH-C(=NH)-NH_2$	0.2-0.5
Celulosa PAB	p-Aminobencilo $-O-CH_2-C_6H_4-NH_2$	0.2-0.5
Celulosa ECTEOLA	Trietanolamina acoplada con celulosa mediante cadenas de glicerilo y poliglicerilo. Grupos mixtos	0.1-0.5
Celulosa BD	Celulosa DEAE benzoilada	0.8
Celulosa BND	Celulosa DEAE benzoilada y naitoilada	0.8
Celulosa PEI	Poliétilenimina adsorbida a la celulosa o celulosa débil fosforilada	0.1

Intercambiadores de cationes	Grupo ionizable	mEq/g
Celulosa CM	Carboximetilo $-O-CH_2-COOH$	0.5-1.0
Celulosa P	Fosfato $-O-P(=O)(OH)_2$	0.7-1.4
Célula SE	Sulfoetilo $-O-CH_2-CH_2-S(=O)_2-OH$	0.2-0.3

(Peterson, A.: Intercambiadores Celulósicos de Iones, El Manual Moderno, Pág. 7, 1975)

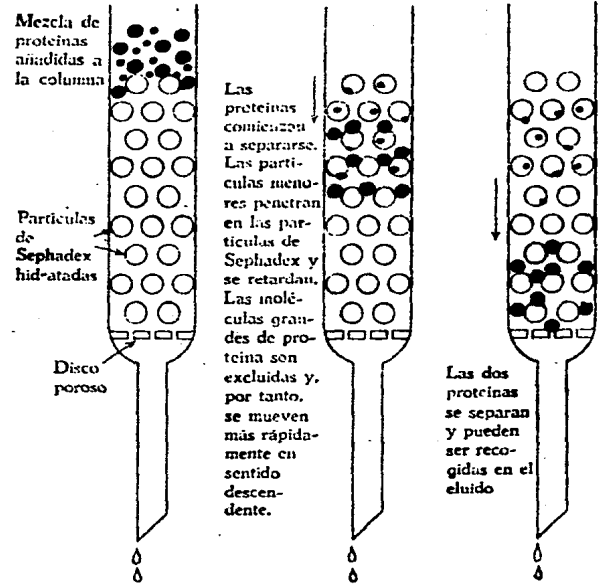
Comparación de las microestructuras de cuatro tipos
distintos de intercambio iónico



(Abbott, David y Andrews, R.S.: *Introducción a la Cromatografía*, Exedra, Pág. 21, 1983)

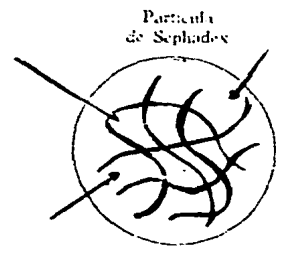
(Tehninger, Albert I.: *Bioquímica*, Omega, Pág. 164, 1984)

Separación de las proteínas de diferente tamaño mediante una columna de Sephadex

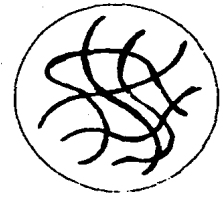


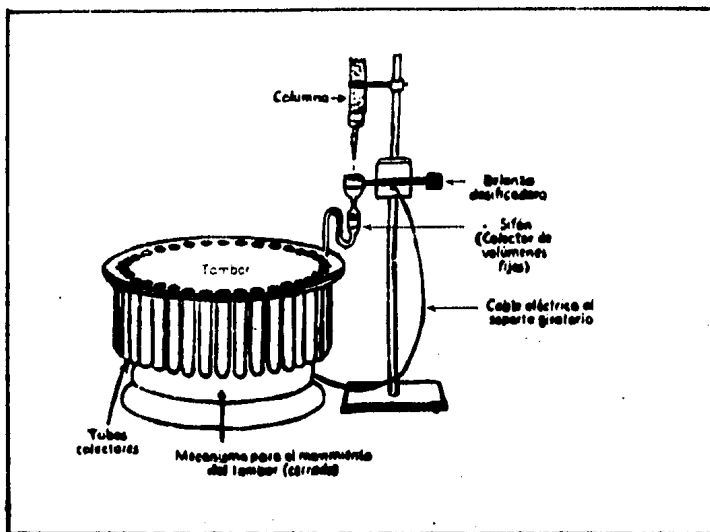
Proceso de exclusión visto con aumento

Pequeñas moléculas de soluto penetran en los intersticios del Sephadex y se retardan



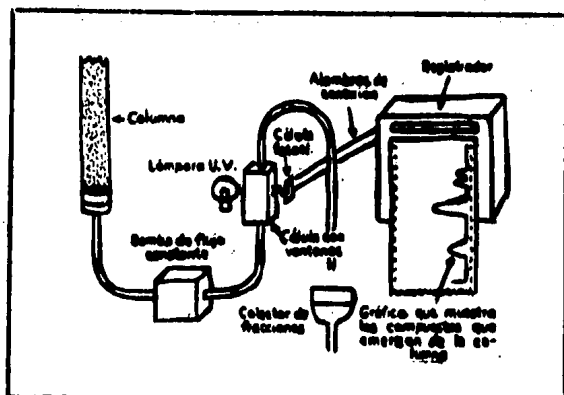
Las moléculas grandes de soluto no pueden penetrar y son excluidas



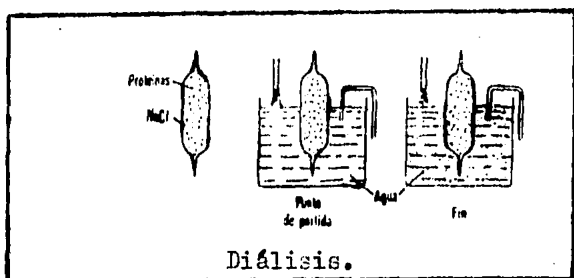


(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 68, 1983)

Recolección y detección de muestras.



(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 69, 1983)

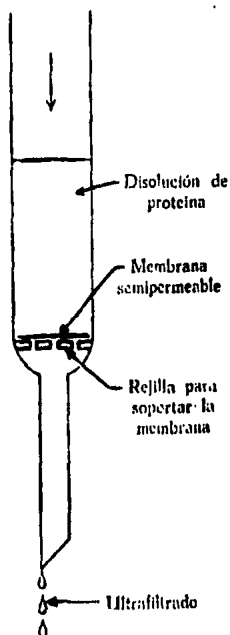


Diálisis.

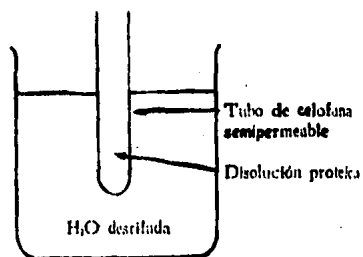
(Suttie, John W.: *Bioquímica, Interamericana*, Pág. 18, 1979)

PURIFICACION.

Ultrafiltración de una disolución de proteína. Por aplicación de una presión positiva por arriba (o haciendo el vacío por debajo) de la membrana, puede concentrarse la proteína por filtración del agua y de las sales disueltas.



Dialisis. Puesto que la membrana que contiene la disolución de proteína es semipermeable, el agua y los solutos tales como la glucosa o el sulfato amónico, atraviesan la membrana libremente, pero las proteínas no lo hacen. Sustituyendo varias veces la fase acuosa externa con nuevo volumen de agua destilada, la concentración de las moléculas pequeñas de soluto en la disolución de proteína puede reducirse a una cantidad despreciable.



(Lehninger, Albert L.: *Bioquímica, Omega*, Pág. 162, 1984)

Electroforesis libre

Visión esquemática del aparato de Tiselius de electroforesis de frente móvil.

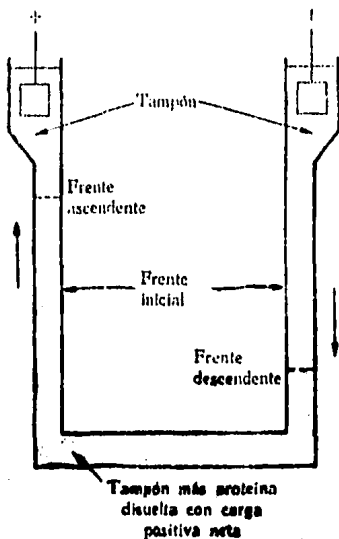
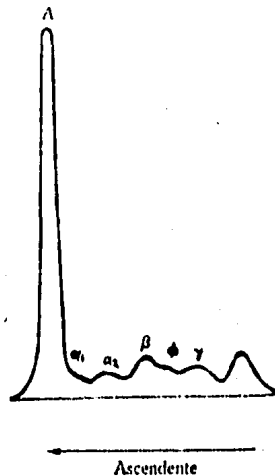
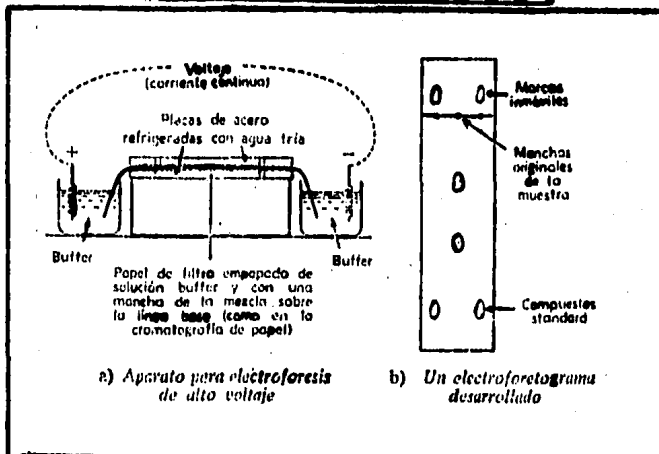


Diagrama electrofóretico de las proteínas del plasma sanguíneo humano (pH 8,6).
 A = seroalbumina; α_2 = fibrinogeno;
 α_1 , β y γ , son diversas globulinas.

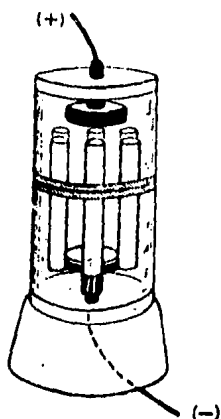


(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 170, 1984)

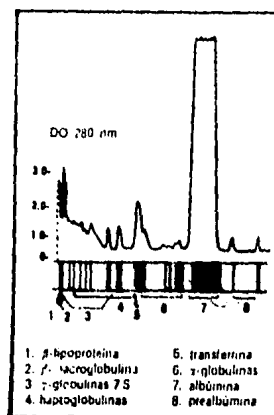
ELECTROFORESIS



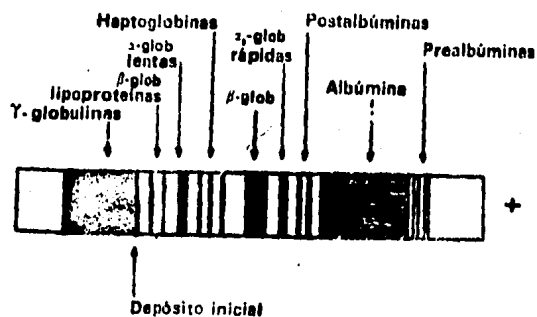
(Abbott, David y Andrews, R.S.: Introducción a la Cromatografía, Exedra, Pág. 46, 1983)



Aparato para electroforesis en gel de poliacrilamida (tipo Acrilofor 240 milímetros de alto \times 100 mm de diámetro, para 6 geles cilíndricos verticales de 100 milímetros de alto \times 12,5 mm de diámetro). El aparato es de plexiglas transparente. Se rellena de un líquido tampón adecuado y se aplica a los bornes una tensión de 300 voltios. Tras electroforesis, los cilindros de gel que contienen las proteínas separadas se sacan del aparato y se analizan (por método óptico, o cortado en rodajas finas, etc.).

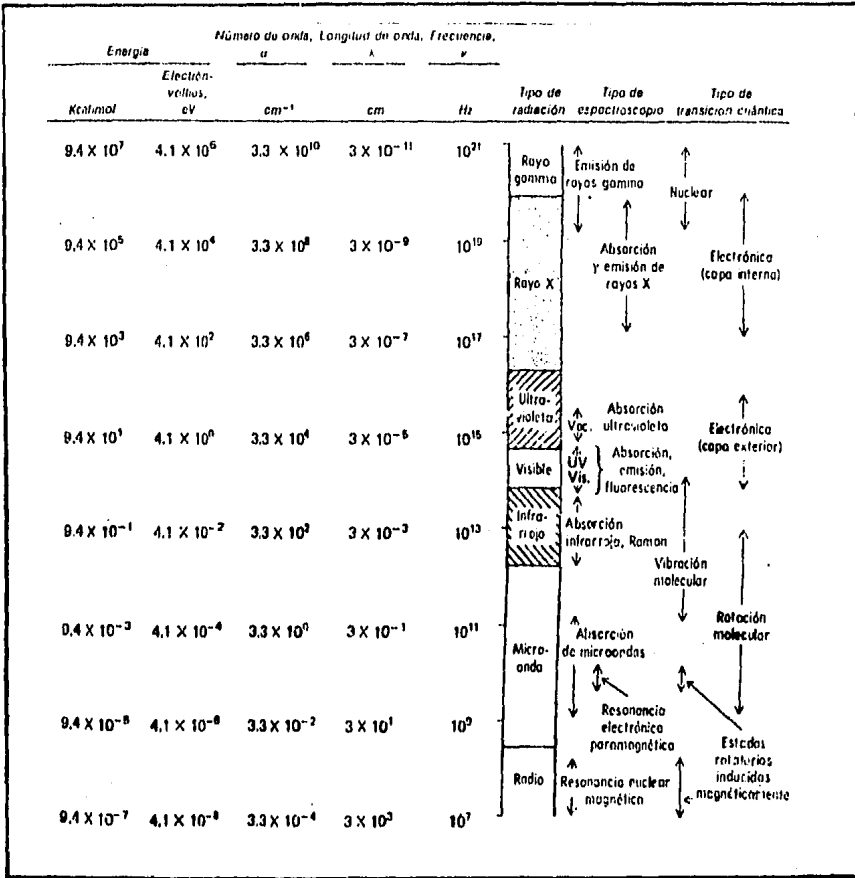


Electroforesis en gel de poliacrilamida de las proteínas del suero sanguíneo (aplicación inicial: 3 μ l).



Electroforesis de las proteínas séricas en gel de almidón.

MÉTODOS DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACION,



COLORIMETRIA.

RELACIONES ENTRE LA ABSORCION DE LUZ Y COLOR

Región de longitud de onda $m\mu$	Color transmitido	Tono complementario
<380	Ultravioleta	
380-435	Violeta	Verde amarillento
435-480	Azul	Amarillo
480-490	Azul verdoso	Anaranjado
490-500	Verde azulado	Rojo
500-560	Verde	Púrpura
560-580	Verde amarillento	Violeta
580-595	Amarillo	Azul
595-650	Anaranjado	Azul verdoso
650-780	Rojo	Verde azulado
>780	Cerca de infrarrojo	

(Wolfe, Stephen L.: *Biología de la Célula*, Omega, Pág. 7, 1977)

M I C R O S C O P I A .

INSTRUMENTOS

MICROSCOPIA: Instrumento para visualizar estructuras pequeñas:

Puede ser:

- | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--------------|---|--|----------------|---|------------------------------------|-------------------|---|--|
| 1) <i>Lupa</i> : | { | Microscopio simple que consta de un solo elemento óptico. | | | | | | | | | |
| 2) <i>Microscopio óptico compuesto común</i> | { | <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="vertical-align: top;">Parte óptica</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>Objetivo
Ocular
Pie
Brazo
Platina
Tubo
Tornillos</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Parte mecánica</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>Espejo
Condensador
Diafragma</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Parte iluminación</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td></td> </tr> </table> | Parte óptica | { | Objetivo
Ocular
Pie
Brazo
Platina
Tubo
Tornillos | Parte mecánica | { | Espejo
Condensador
Diafragma | Parte iluminación | { | |
| Parte óptica | { | Objetivo
Ocular
Pie
Brazo
Platina
Tubo
Tornillos | | | | | | | | | |
| Parte mecánica | { | Espejo
Condensador
Diafragma | | | | | | | | | |
| Parte iluminación | { | | | | | | | | | | |
| 3) <i>Microscopio de fondo oscuro</i> | { | Basado en el fenómeno de Tyndall
Estructuras aparecen brillantes sobre un fondo oscuro | | | | | | | | | |
| 4) <i>Microscopio de contraste de fase</i> | { | Aumenta el contraste entre las inclusiones celulares y logra la visualización "in vivo".
Transforma diferencias de fase en diferencias de amplitud. | | | | | | | | | |
| 5) <i>Microscopio de polarización</i> | { | Diferencia ciertas sustancias (llamadas anisotrópicas) que tienen birrefringencia cuando sobre ellas incide un rayo de luz polarizada. | | | | | | | | | |
| 6) <i>Microscopio fluorescente</i> | { | Empieza luz ultravioleta para que los compuestos celulares emitan radiaciones que aparecen brillantes sobre un fondo oscuro. | | | | | | | | | |
| 7) <i>Microscopio interferencial</i> | { | Permite detectar diferencias mínimas en los índices de refracción de las estructuras intracelulares. | | | | | | | | | |

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 37, 1983)

CAPITULO II.

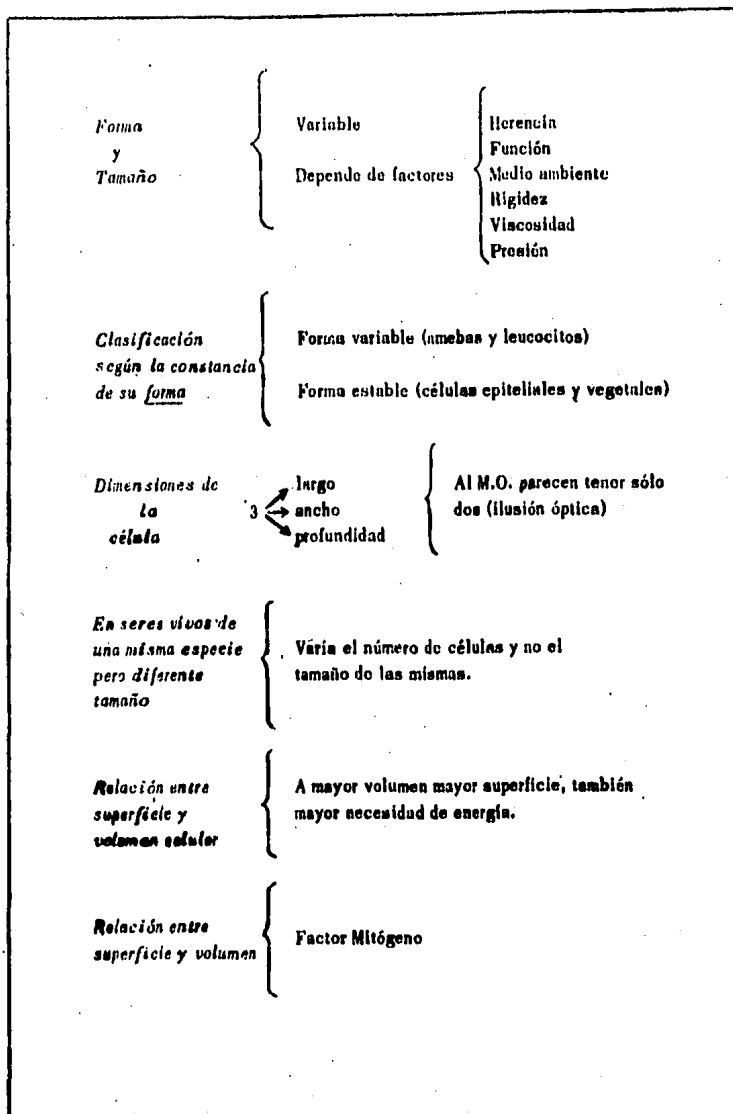
BIOLOGIA CELULAR.

La unidad anatómico y funcional de todo organismo es la célula (7), la cual esta constituida por varios organelos como son: pared celular, membrana celular, citoplasma, retículo endoplásmico, aparato de Golgi, vacuolas, lisosomas, ribosomas, mitocondrias, núcleo y nucleolo entre otros (25), todos ellos van a presentar características debidas a su constitución estructural y dependiendo de esto van a llevar a cabo funciones de gran importancia en forma aislada a integrada, representando en su totalidad la vida de la célula.

Hay que mencionar que la célula tiene una perfecta organización y orden, de tal modo que va a haber una sincronización dentro de los mecanismos químicos en los cuales se basan las funciones celulares, es decir que estos mecanismos químicos no estan dispersos al azar, dentro de las unidades citológicas (16), núcleo, citoplasma, etc, de las células, sino que estan localizadas específicamente. Esta organización intracelular de las unidades estructurales y químicas permiten que las series y ciclos de reacciones tengan lugar de forma acoplada unas a las otras (20). De tal manera que no se realizan si los participantes y los catalizadores se distribuyen al azar, dentro de la célula.

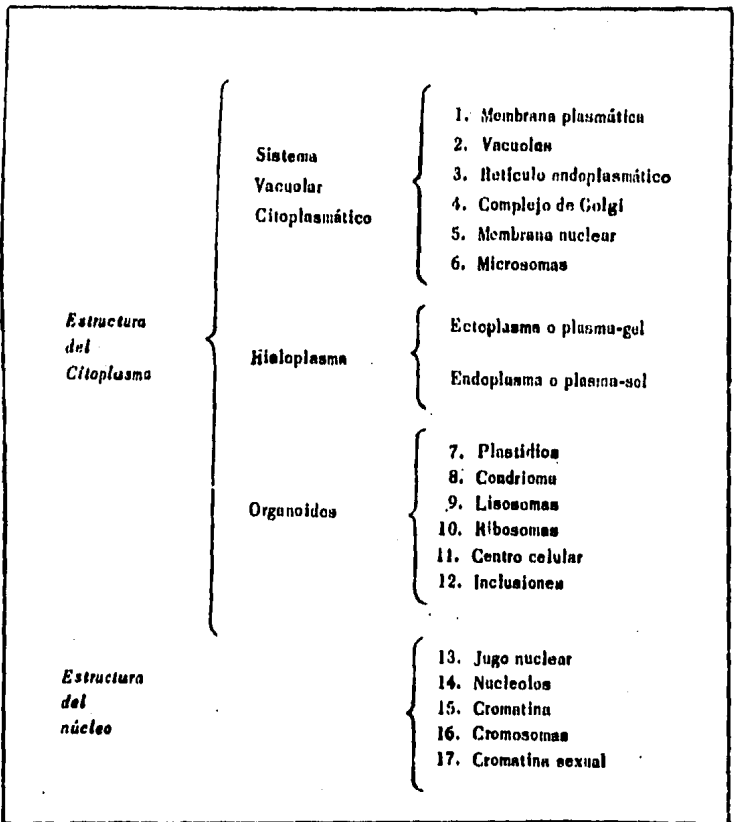
Debido a esto es de gran importancia el estudio que se realiza en la Biología Celular, ya que se han obtenido datos que han servido para la comprensión de muchos aspectos con respecto a las principales funciones de la célula antes desconocidas y de sus estructuras celulares.

CARACTERÍSTICAS CELULARES.









(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular,
El Ateneo, Pág. 46, 1983)

continuación...



(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 47, 1963)

MEMBRANA	<p>Cápsula de secreción (no siempre presente)</p>	<p>en vegetales integrada por celulosa. en animales por Ca, Si, Sr; ejemplo: radiolarios</p>	
	<p>● Membrana fundamental (siempre presente)</p>	 <p>Formada por una capa bicelular de lípidos bordeada por dos capas de proteínas. Su función: intercambio con el medio, pasivo y activo, con gasto de ATP</p>	
	<p>● Retículo endotelial</p>	<p>Formado por numerosos repliegues membranosos, de superficie áspera por la presencia de ribosomas, aumenta la superficie celular, favorece la circulación, permite la realización cercana de reacciones ácido-básicas mediante fabricamientos</p>	
PROTOPLASMA	<p>● Sistema de Golgi</p>	<p>Parecido al anterior por la superficie lisa por la ausencia de ribosomas; funciones probables: interviene en la secreción y repara los daños de todas las estructuras membranosas celulares</p>	
	<p>● Ribosomas</p>	<p>Granulaciones integradas en un 40% de RNA; función: intervienen en el mecanismo de la síntesis proteica</p>	
	<p>● Mitocandrias</p>	<p>Organelo respiratorio formado por una doble membrana lipoproteica cuya parte interna se pliega para dar "crestas mitocondriales" que llevan las "partículas elementales" en cuyo interior se lleva a cabo el ciclo de Krebs. Existen sólo en seres aerobios</p>	
	<p>● Lisozomas</p>	<p>Gránulos membranosos que contienen numerosas enzimas que intervienen en desdoblamiento, digestión, autólisis y daños celulares</p>	
	<p>Vacuola</p>	<p>Es el conjunto de vacuolas: muy desarrollada en vegetales, menos en animales. Funciones: digestiva, excretora, de regulación hídrica y de almacenamiento de sustancias varias</p>	
	<p>Centríolo</p>	<p>Exclusivo de células animales. Formado por dos pequeños cilindros o centriolos con 9 triadas de fibras y cuerpos pericentriolares que están rodeados por una zona más clara o astrófera. Intervienen en la cariocinesis de la célula animal</p>	
	<p>● Plastos</p>	<p>con pigmentos exclusivos de células vegetales</p> <p>con acción fotosintética: cloroplastos sin acción fotosintética: en pétalos o en frutas</p> <p>Cromoplastos</p> <p>con funciones de almacenamiento: leucoplastos, amiloplastos, oleoplastos, proteínoplastos.</p>	
NUCLEO	<p>● Cavidad Carotélica</p> <p>Nucleolo</p> <p>Cromosomas</p>	<p>Membrana nucleolipoproteica, con grandes poros para que puedan entrar nucleótidos y salir RNA mensajero, aparte el intercambio de otras sustancias. Jugo nuclear con abundantes nucleótidos para síntesis de ácidos nucleicos. Reservas de RNA</p>	<p>Formados por nucleoproteínas con dos brazos, centrómero, cromátidas y cromómeros con genes por pares a lo largo de ellas y puff. (RNA)</p> <p>Nota: ● significa estructuras membranosas.</p>

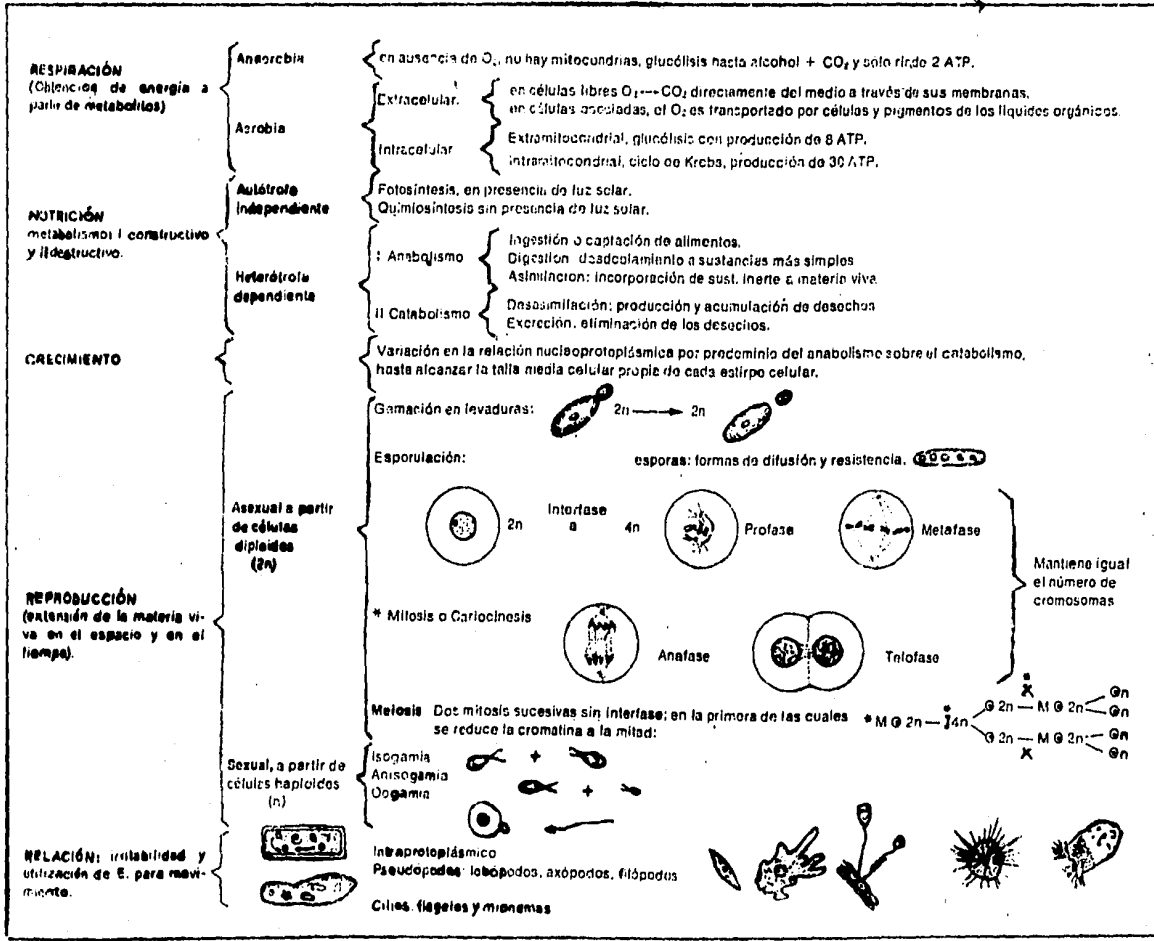
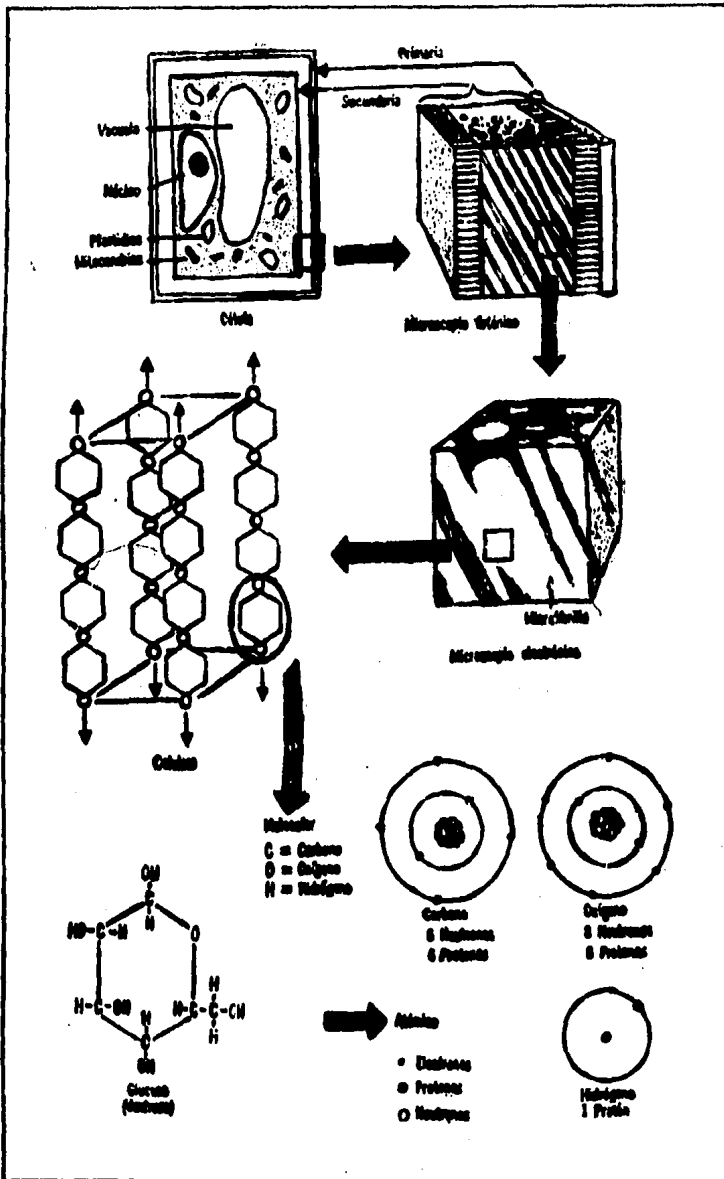


FIG. 2. METABOLISMO CELULAR

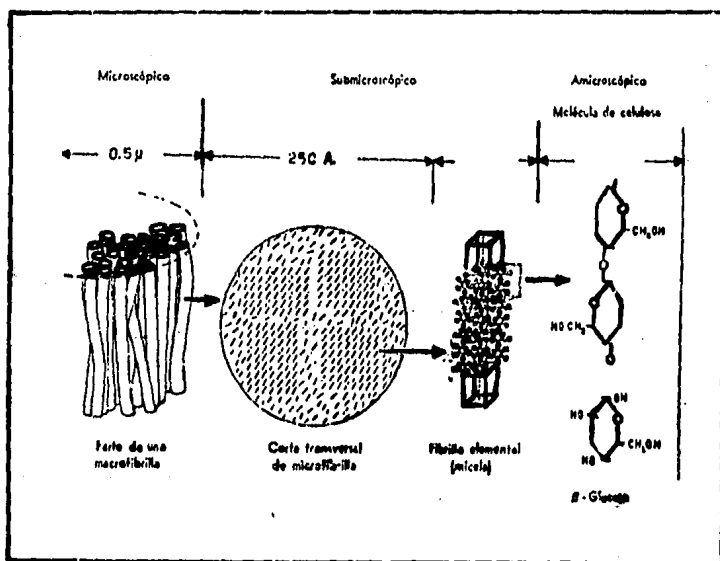
PARED CELULAR.

Niveles de organización de la pared celular.



(Hess, Erston: La Célula Vegetal, Omega, Pág. 497, 1979)

Elementos estructurales de la celulosa en los
distintos niveles de organización.



(De Robertis y Robertis: Fundamentos de Biología Celular y Molecular, El Ateneo, Pág. 200, 1982)

SISTEMA VACUOLAR CITOPLASMÁTICO

CONCEPTO Surgió con la

Microscopía **ELECTRÓNICA**, la cual
reveló que en el citoplasma hay:

I. Vacuolas

*II. Complejo sistema
de cavidades*

que según su forma se llaman:

- túbulos
- vesículas
- cisternas
- sacos aplanados, etc.

*III. Membranas de
naturaleza lipoproteica que dividen
al citoplasma en dos compartimientos*

fuera: medio externo
dentro: medio interno

*Para estudiarlo se
lo divide en*

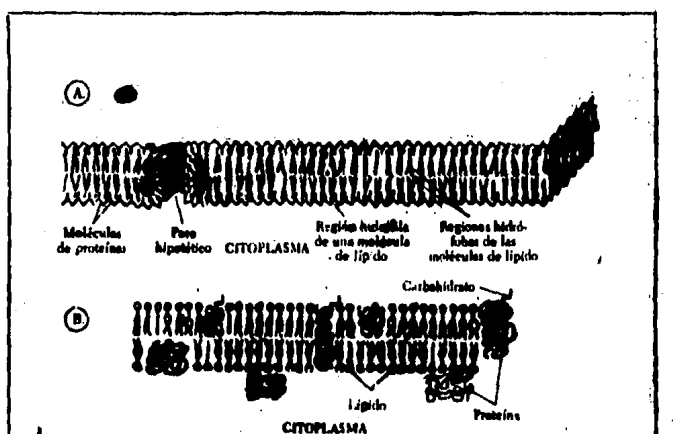
1. Membrana plasmática o celular
2. Vacuolas
3. Reticulo endoplasmático
4. Complejo de Golgi
5. Membrana nuclear
6. Microsomos

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular,
El Ateneo, Pág. 48, 1983)

MEMBRANA CELULAR O PLASMÁTICA

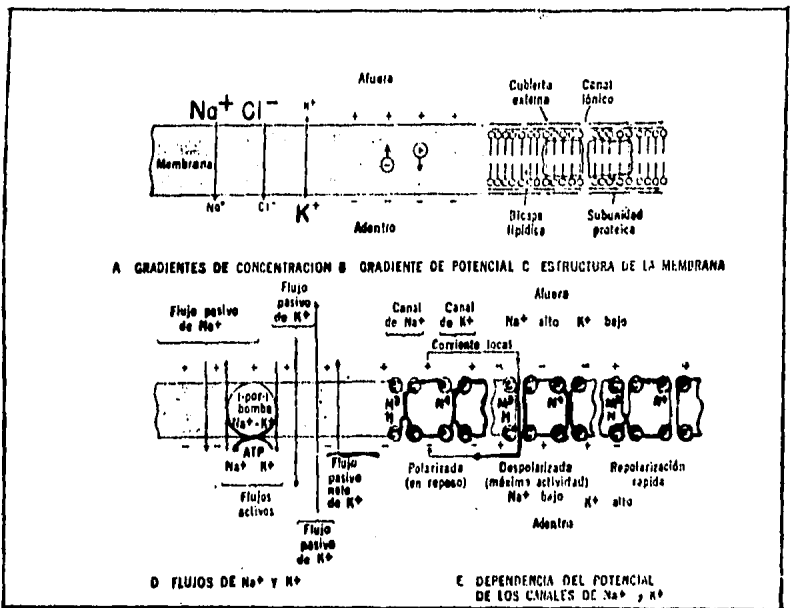
<i>Concepto</i>	Estructura que delimita el <ul style="list-style-type: none"> el medio interno (hialoplasma) el medio <i>externo</i> <ul style="list-style-type: none"> sólido líquido Es necesaria e indispensable Es un elemento muy constante.
<i>Grosor:</i>	70 - 100 Å (sólo visible el M.E.)
<i>Estructura:</i>	{ Lipoproteica { Trilaminar <ul style="list-style-type: none"> Proteína Lípidos Proteína Al M.E. <ul style="list-style-type: none"> Fuera: 2 bandas oscuras Centro: 1 banda clara
<i>Bioquímica</i>	Relación <ul style="list-style-type: none"> lípidos (Fosfolípidos) colesterol proteínas (enzimas: fosfatasa) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 10px;"> 1.0 a 1.7 </div>
<i>Concepto de unidad de membrana</i>	2 capas densas de proteínas → 40 Å doble capa interna de lípidos → 35 Å <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> 75 Å </div>
<i>Otras características</i>	no es continua, posee dos tipos de poros es de naturaleza semipermeable
<i>Funciones</i>	Permeabilidad Transporte activo Inmunidad celular Funciones especiales
<i>Estructura asociada:</i>	GLICOCALIX <ul style="list-style-type: none"> mucopolisacáridos o glicolípidos que están a continuación de la M.P.
<i>Diferenciaciones</i>	Cilios y Flagelos Microvellosidades Pared celular (células vegetales)

(Noreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 56, 1983)



Modelos de la membrana plasmática. Según H. A. Davson, J. F. Danielli, S. J. Singer, y otros.

Novikoff, Alex B.: *Estructura y Dinámica Celular*, Interamericana, Pág. 45, 1978)



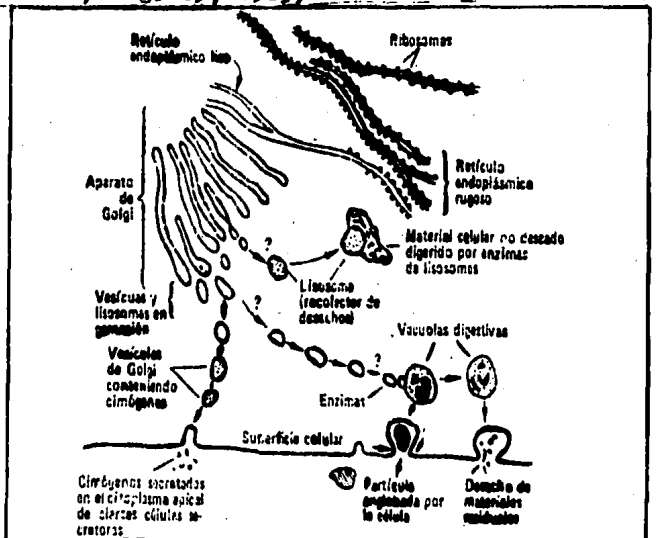
Esquemas que interpretan a la membrana plasmática desde el punto de vista de su estructura, los gradientes y flujos iónicos, así como la influencia que éstos tienen en los potenciales

(De Robertis, E. y Kowinski, W.W.: Biología Celular, El Ateneo, Pág. 380, 1982)

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO

Concepto:	Sistema de canaliculos y vacuolas intracelulares		
Nombre por:	Aspecto de red →	Retículo	
	Ubicación →	Endoplasma	
Presencia:	Todas las células (excepción: eritrocitos)		
Estructura general	Doble membrana que encierra una serie de vacuolas	→ cara externa	→ cara interna
		→ continuas	→ discontinuas
Estructura diferenciada	Cisternas Vesículas Túbulos		
Superficie	Lisa o agranulosa		
	Rugosa o granulosa	Asociación con ribosomas	Riqueza en ribonucleoproteínas
Funciones:	Granulosa: proteínas sintetizadas transitan al exterior		
	Lisa: acumula, almacena y facilita transporte de materiales.		
Relaciones con:	Membrana celular → Anrolongación (?) - invaginación(?)		
	Ribosomas		
	Complejo de Golgi		

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 65, 1983)



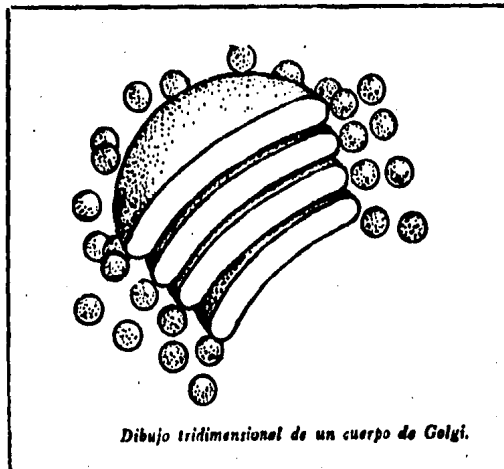
Possible relación entre el retículo endoplasmático liso y rugoso, y algunos cuerpos secundarios en varias células (la mayoría de la colección es aún hipotética).

(Edwards, P.A. y Nassall, F.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno, Pág. 31, 1976)

EL COMPLEJO DE GOLGI

<i>Concepto</i>	Constituido por sistemas, vacuolas y vesículas	
<i>Visualización</i>	Al M.O sólo con adecuadas técnicas de tinción.	
	El A.E. puso de manifiesto su existencia real.	
<i>Estructura</i>	Al M.O.: en forma de retículos, canaliculos anastomosados, bastones, placas o filamentos.	
	Al M.E.	<ul style="list-style-type: none"> Sáculos Microvesículas Vacuolas
<i>Función</i>	Activa participación en la acumulación, acondicionamiento y eliminación	de Productos de secreción al exterior
<i>Relaciones</i>	Sistema retículoendoplásmico (Origen común)	
	Reticulo endoplásmico + Ribosomas: proteínas sintetizadas migran y son secretadas por el C. de Golgi.	

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 70, 1983)

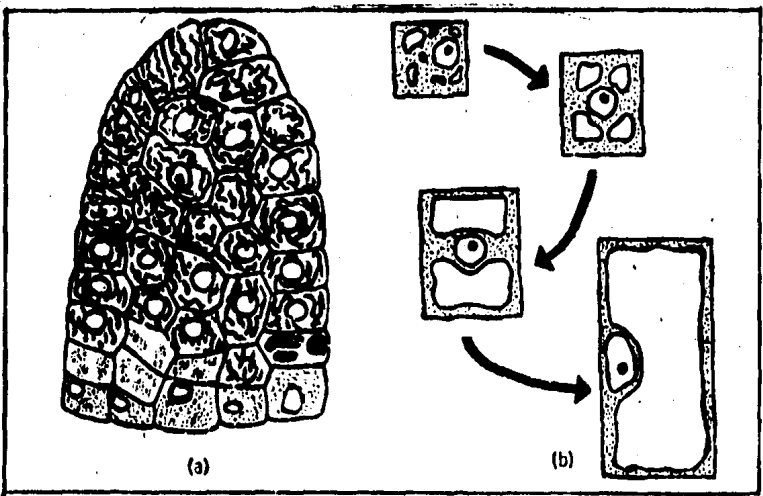


(Pérez Tamayo, Ruy: Patología Molecular, Subcelular y Celular, La - Prensa Médica Mexicana, Pág. 89, 1975)

VACUOLAS

Concepto	Cavidades citoplasmáticas envueltas en una membrana lipoproteica, presentes en células animales y vegetales.	
Aspecto	Células vegetales: componente más voluminoso. Gran vacuola central. Células animales: diversos tipos según organismo y función.	
Estructura	Membrana vacuolar El contenido vacuolar	Se llama tonoplasto Estructura trilaminar Ópticamente vacío Químico: material proteico o de carácter coloidal con partículas de carga eléctrica negativa.
Composición química	Células vegetales: Células animales:	Sales minerales, ácidos y sales orgánicas, glúcidos, taninos, pigmentos, proteínas y derivados Glucógeno (la reserva energética)
Coloración	"In vivo". Con colorantes específicos	rojo neutro violeta neutro azul brillante de creallo
Función	Acumulación de sustancias Intercambio acuoso y gaseoso entre células y medio ambiente Reguladores de la turgencia hialoplasmática intervienen en el crecimiento de células vegetales	

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 60, 1983)



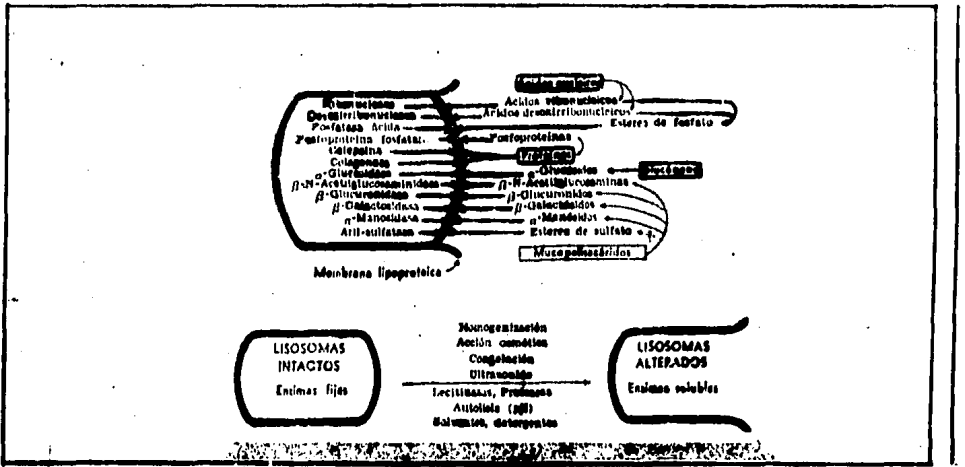
Desarrollo de la vacuola al nivel microscópico. (a) Células de hojas de ramal. (b) Células de raíz de cebada.

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 48, 1983)

LISOSOMAS

Concepto	<p>Organolito que contiene</p> <p>enzimas hidrolíticas implicadas en la</p> <p>Digestión de material incorporado</p> <p>Remoción de material intracelular y extracelular</p>
Nomenclatura	<p>"lisis" = digestión</p> <p>"noma" = cuerpo</p> <p>cuerpo lítico</p>
Visibles	<p>Al M.E.: Lisosomas son ricos en fosfatasas ácidas → liberan fosfato inorgánico → reacciona con iones de plomo → compuesto insoluble que precipita y es visible.</p> <p>Al M.O. Coloración → para formar sulfatos de plomo color negro.</p>
Presente	<p>Todas las células animales</p> <p>Algunas células vegetales</p>
Abundancia	<p>En células con funciones digestivas</p> <p>glóbulos blancos de la sangre</p> <p>macrófagos</p>
Número y forma:	Muy variable
Estructura	Membrana envolvente de naturaleza lipoproteica que rodea al complejo enzimático de acción digestiva
Tamaño	0.2 a 0.8 μ
Clasificación	<p>Gránulo de reserva</p> <p>Fagocitos</p> <p>Cuerpo residual</p> <p>Vacuola autofágica</p>
Origen	<p>Membrana → C. de Golgi</p> <p>Enzimas → Ribosomas</p>

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 95, 1983)



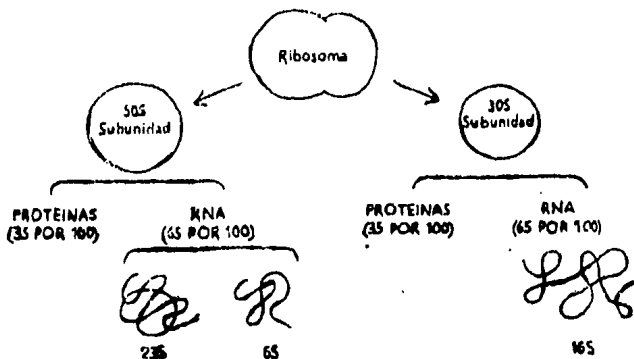
Esquema que ilustra el concepto bioquímico del lisosoma. Este modelo se aplica principalmente a los lisosomas de hígado de rata. Arriba. Diferentes enzimas hidrolíticas y sustratos sobre los cuales ellas actúan. Abajo. Lisosoma intacto y el efecto de diversos agentes que rompen su membrana.

(De Robertis, E. y Mowinski, W.W.: Biología Celular, El Ateneo, Pág. 388, 1982)

LOS RIBOSOMAS

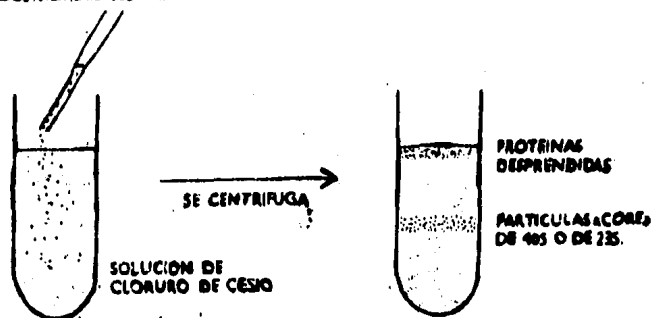
Concepto:	Organoides citoplasmáticos que	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Participan en la biosíntesis de proteínas ↳ Son visibles sólo al M.E.
Ubicación:	Cara interna del retículo endoplasmático granuloso	
Número:	Variable, en relación con el contenido de ARN.	
Tamaño:	Un ribosoma de dos subunidades: 150-200 Å de diámetro	
Sub-unidades:	Según comportamiento en la sedimentación (S)	
	Tipo 80 S: unidad ribosómica	
	Tipos 30 S y 50 S: subunidades ribosómicas	
Química	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Ácido ribonucleico (68%) ↳ Proteínas básicas (37%) 	
Coloración:	Dan reacción Feulgen negativa	
Origen:	En el núcleo y bajo el control del ADN.	
Función:	Máquinas empleadas en la síntesis de proteínas	
	Las fábricas de proteínas son agrupaciones de ribosomas	
	↓	
	Polirribosomas	
	↓	
	(Unidos por una sola cadena de ARNm)	

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 100, 1983)

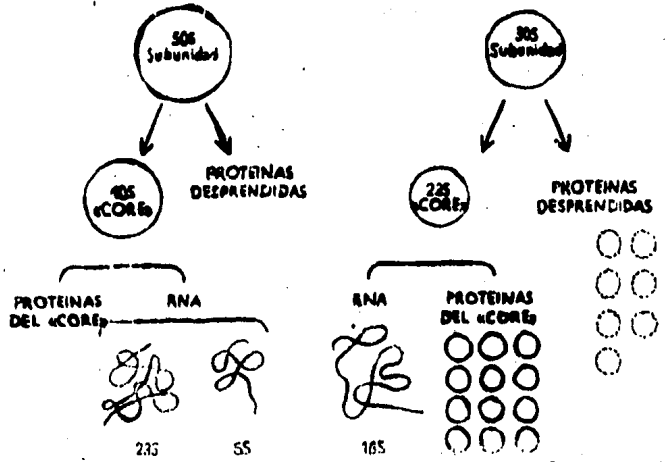


LAS DOS SUBUNIDADES de un ribosoma pueden separarse al centrifugar ribosomas en una centrifuga, porque las subunidades son de diferente tamaño y se desplazan a lo largo del tubo de la centrifuga a diferentes velocidades. Ambas subunidades tienen alrededor de un 35 por 100 de proteína y 65 por 100 de RNA. La subunidad 50S contiene una molécula de RNA 23S y otra molécula de RNA 23S y la subunidad más pequeña tiene una molécula de RNA 16S.

SUBUNIDADES 50S Y 30S



DESPUES DE LA CENTRIFUGACION, las dos subunidades se han separado. Las subunidades se añaden a una solución de cloruro de cesio (o de azúcar). La centrifugación establece en la solución un gradiente de densidad estable (o de densidad), dentro del cual las componentes de las subunidades forman bandas de acuerdo con su densidad. Algunas proteínas se rompen, dejando partículas sueltas de RNA y otras proteínas.



LOS PLÁSTIDOS

Concepto: } Son orgánulos citoplasmáticos que intervienen en los procesos energéticos que ocurren dentro de las células.

Característica: } Exclusivos de las células vegetales autótrofas, que obtienen energía de la luz solar (fotosíntesis).

CLOROPLASTOS

Concepto: } Tipo especial de plástidos caracterizados por la presencia de clorófila.

Forma: ————— Gránulos ovoides, discoidales o lenticulares.

Tamaño: ————— Diámetro (4 a 6 μ) x espesor (1 a 3 μ)

Número: ————— Variable: 1 a centenares

Estructura: } Doble membrana (80 a 120 Å)
 Cavidad → ESTROMA → gránulos de almidón y gotas lipídicas
 LÁMELAS → GRANA: (doble pavimento de partículas)

CUANTOSOMAS

Absorben la energía solar en forma de fotones o cuantos.

Poseen 200 moléculas de clorófila cada uno.

CRONOPLASTOS

Concepto: } Son plástidos que contienen pigmentos coloreados distintos de la clorófila que químicamente son derivados del caroteno.

Localización: — En las hojas viejas, en las flores y en los frutos.

Origen: ————— A partir de los cloroplastos.

LEUCOPLASTOS

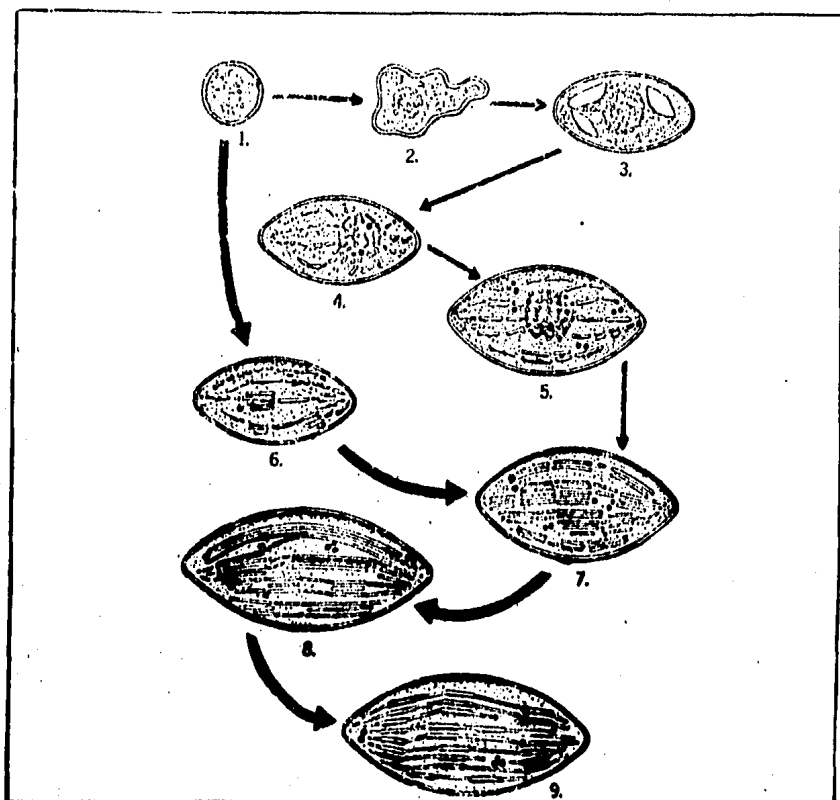
Concepto: } Son plástidos incoloros, ubicados en vegetales que no desarrollan en oscuridad.

Aspecto: ————— Son orgánulos filamentosos

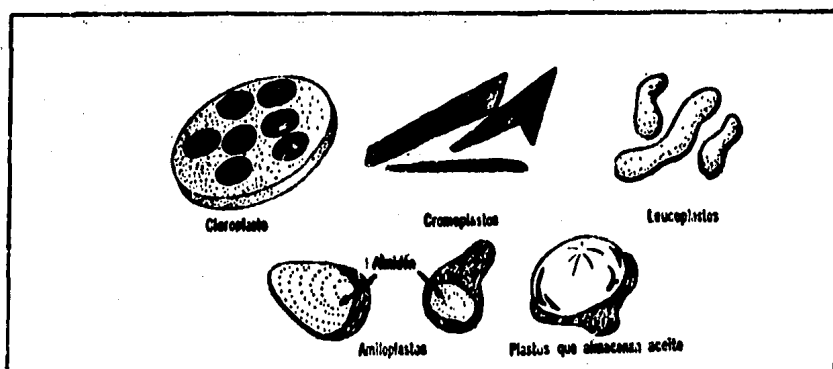
Estructura: } Doble membrana → externa lisa
 → interna → verrugosidades o crestas
 Estroma → fibrilar o granular

Origen: ————— Otros leucoplastos pre-existentes o protoplástidos.

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 84, 1983)

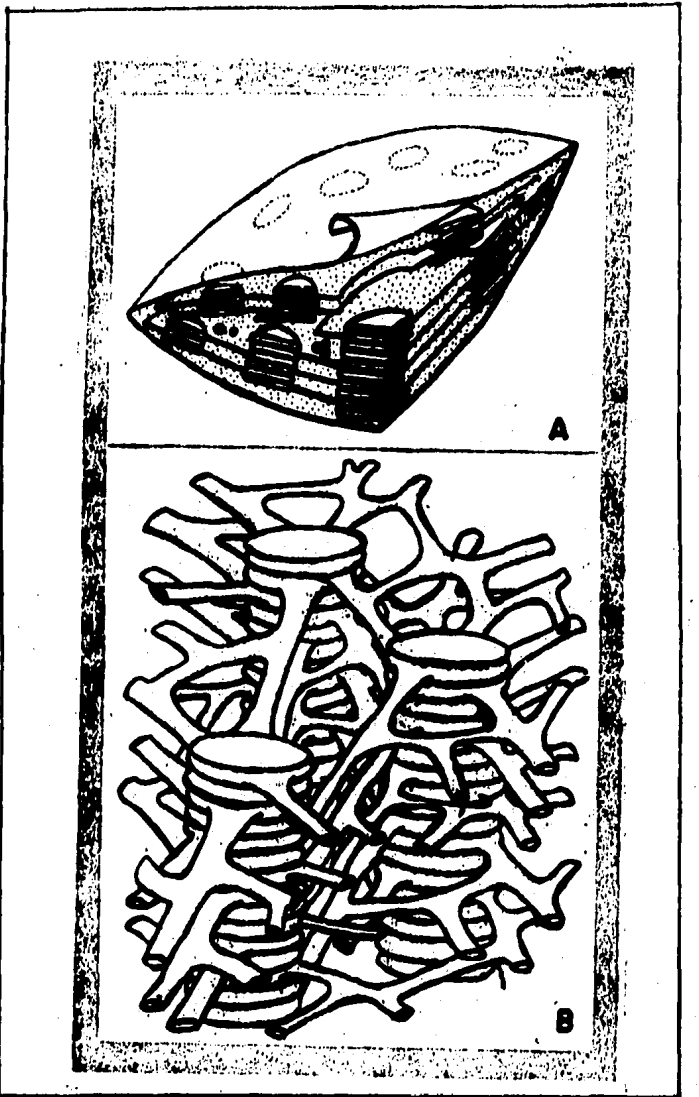


Formación de un cloroplasto a partir de una proplastidio. Las etapas unidas por las flechas gruesas tienen lugar en plantas que se han desarrollado en la luz. Las etapas conectadas por las flechas delgadas ocurren en plantas que han crecido en la oscuridad. Estas plantas, cuando se colocan ante la luz, pasan de la etapa 5 a la etapa 7.



Ejemplos de diversos tipos de plastidos.

(De Robertis, E. y Nowinski, W.W.: *Biología Celular*, El Ateneo, Págs. 92 y 93, 1982)

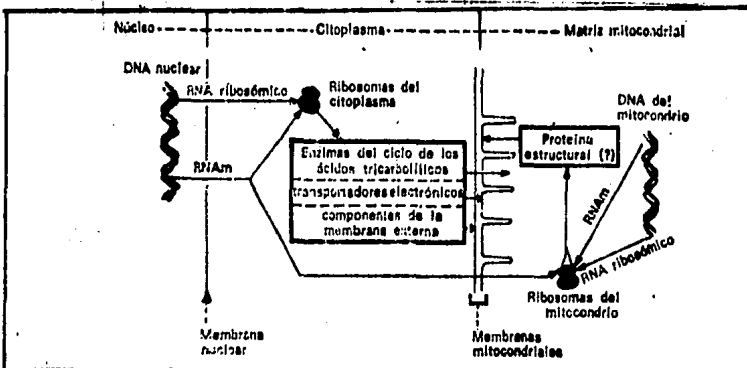


A Esquema de cloroplastos que pone de manifiesto su estructura interna, con los grana dispuestos en filas perpendiculares a la superficie. (De G. A. Erickson, E. Kahn, B. Wallis y D. von Wettstein.) B Esquema de la ultraestructura de tres grana mostrando los túbulos anastomozantes que unen algunos de los compartimentos membranosos de los grana.

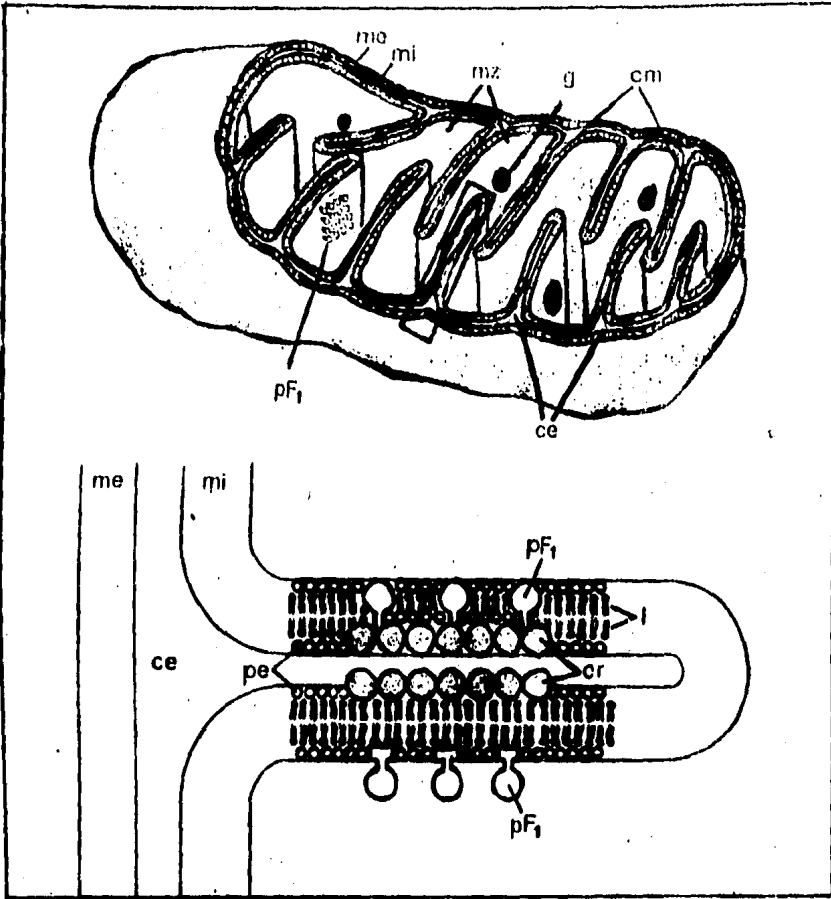
(De Robertis, E. y Nowinski, W.W.: *Biología Celular*, El Ateneo, Pág. 210, 1982)

Concepto	Conjunto de orgánulos citoplasmáticos involucrados en los fenómenos de liberación de energía.
Sinonimia	Numerosa. Deriva de <ul style="list-style-type: none"> → "mitos" = filamento → "condrios" = cartilago
Visibles al	M. de campo oscuro o de contraste de fase = nítido M. óptico compuesto <ul style="list-style-type: none"> → 1º Fijción → 2º Coloración
Forma	Bastoncitos
Tamaño	Variable. Oscila entre <ul style="list-style-type: none"> → ancho: 0.5 μ → largo: 0.2 a 2 μ
Número	Variable en relación a la función.
Estructura	<p>Al M.E. → pared limitante formada por 2 membranas</p> <ul style="list-style-type: none"> Externa lisa Interna con vellosidades → CRESTAS <p>Hay fluido acuoso en la cámara externa con coenzimas.</p> <p>La cámara interna o matriz mitocondrial está revestida por partículas elementales (cabeza, pedicelo, pie de implantación).</p> <p>Son subunidades funcionales: cadenas de enzimas.</p>
Función	<p>Son verdaderas máquinas bioquímicas.</p> <p>Se les llama <u>central energética de las células</u>.</p>

(Moreno, Ricardo; Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 90 y 91, 1983)

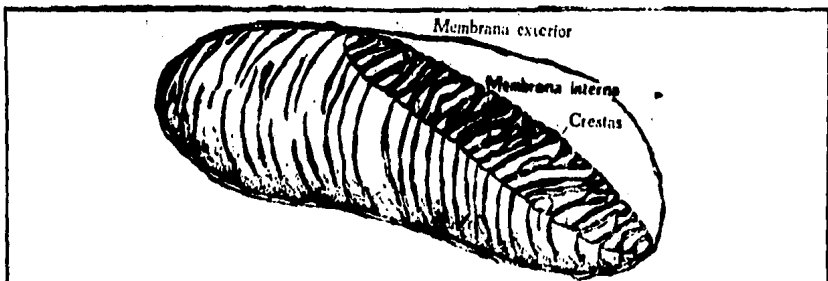


Control de la síntesis de los mitocondrios.



Arriba. Esquema tridimensional de una mitocondria. Obsérvense: la membrana externa (me), la interna (mi), la matriz mitocondrial (mz), las crestas mitocondriales (cm) y los gránulos (g) presentes en la matriz, que contienen Ca^{++} y Mg^{++} . La cámara externa (ce) entre las membranas y las partículas F_1 (pF_1) también se indican (original). Abajo. Organización molecular de una cresta mitocondrial (correspondiente a la porción marcada en el diagrama superior). Véanse las cadenas respiratorias (cr) dispuestas en el borde externo de la membrana. En la mitocondria intacta, la posición de las pF_1 es probablemente la indicada en la parte superior de la cresta. Las pF_1 se expandirían con el tratamiento osmótico y la coloración negativa.

(De Robertis, E. y Nowinski, W.W.: *Biología Celular*, El Ateneo, Pág. 176, 1982)



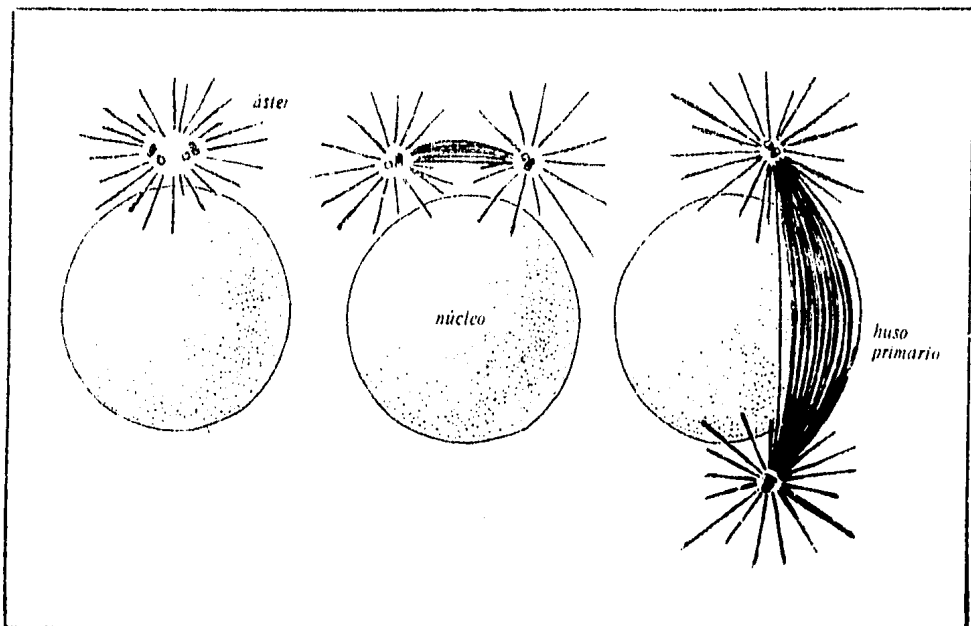
(Wolfe, Stephen L.: *Biología de la Célula*, Omega, Pág. 105, 1977)

EL CENTRO CELULAR

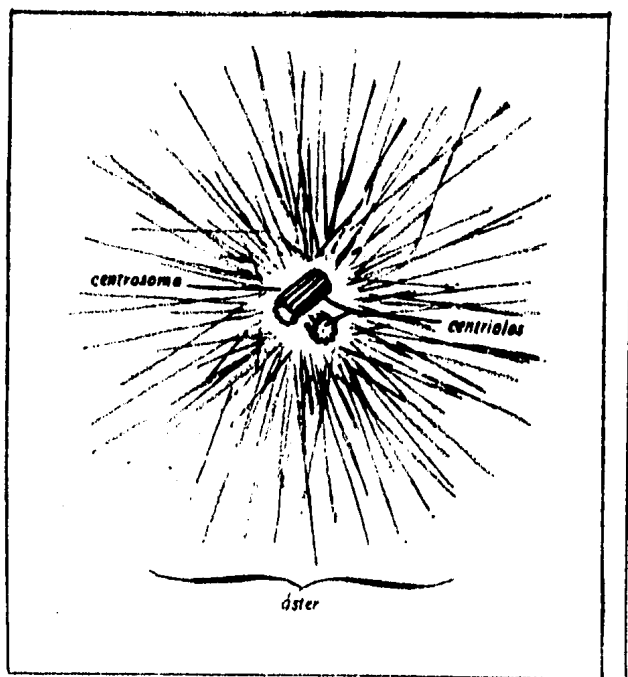
Concepto:	Organulo de citoplasmático de estructura compleja presente en todas las células animales y algunos vegetales inferiores.	
Posición:	Es fijo y constante para cada célula	<ul style="list-style-type: none"> Centro geométrico Ej. leucocitos periférico: Ej. neuronas
Organización interna al M.O.	Interfase	<ul style="list-style-type: none"> Centriolo simple o doble (Diplosoma) Centrosoma o microcentro
	División:	<ul style="list-style-type: none"> Centriolo simple o doble (Diplosoma) Centrosoma o microcentro Centrosfera Astrofiera o aster → centrodemesmosis → líliso
Estructura al M.E.	<ul style="list-style-type: none"> Dos cuerpos cilíndricos → Parodex: 9 grupos de 3 tubos paralelos (en ángulo recto) Satélites o estructuras pericentriolares 	
En la división celular	Modificaciones	DIPLOSOMA
Función	Coordina y dirige el movimiento de los cromosomas	<ul style="list-style-type: none"> durante → MITOSIS → MEIOSIS

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 106, 1983)

Movimiento de los Centriolos durante la división celular.



(Wolfe, Stephen L.: Biología de la Célula, Omega, Pág. 303, 1977)



(Wolfe, Stephen L.: Biología de la Célula, Omega, Pág. 363, 1977)

EL NÚCLEO CELULAR

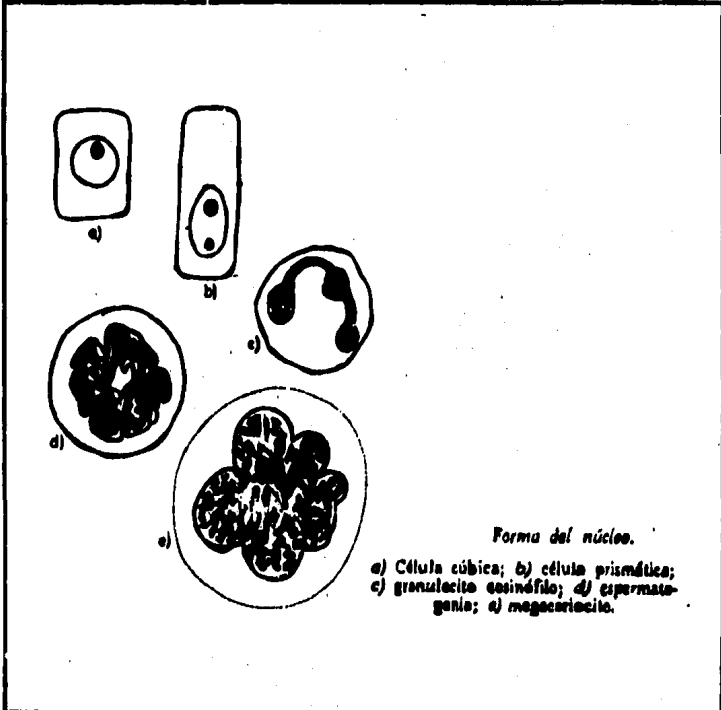
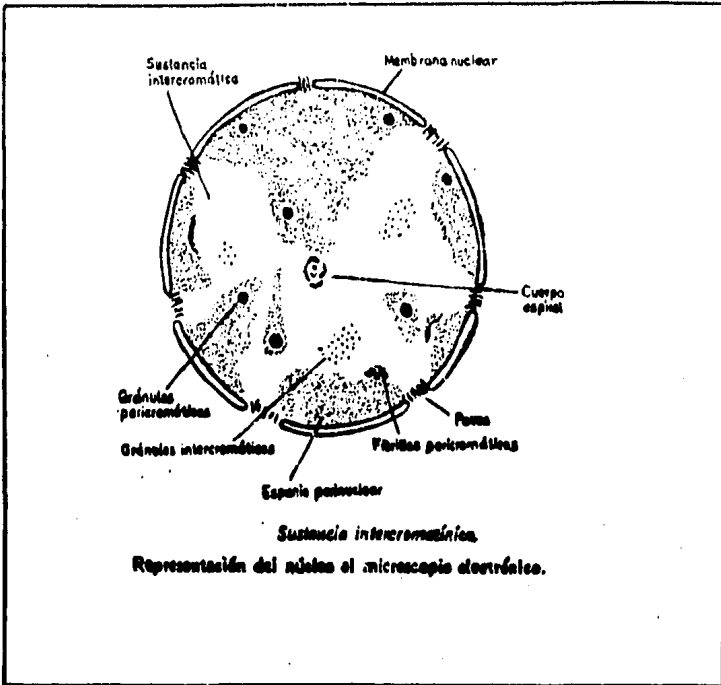
<i>Concepto:</i>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div style="margin-right: 20px;"> Centro de control celular Posee la información genética que da a cada célula sus características </div> <div style="margin-left: 20px;"> $\begin{matrix} \nearrow & \text{morfológicas} \\ \rightarrow & \text{fisiológicas} \\ \searrow & \text{bioquímicas} \end{matrix}$ </div> </div>
<i>Estado fisiológico</i>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div style="margin-right: 20px;"> Divisional $\begin{matrix} \nearrow & \text{mitótico} \\ \searrow & \text{meiósico} \end{matrix}$ Interdivisional, metabólico, interfásico </div> </div>
<i>Morfoología</i>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div style="margin-right: 20px;"> Regular $\begin{matrix} \nearrow & \text{isodiamétrico (esférico, cúbico, poliédrico)} \\ \searrow & \text{anisodiamétrico (elíptico, ovoide, fusiforme, aplanado)} \end{matrix}$ Irregular: herradura, lobulado, ramificado, polimorfo, etc. </div> </div>
<i>Tamaño:</i>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div style="margin-right: 20px;"> Absoluto: en micrones Relativo: relación núcleo-citoplasma y se expresa </div> </div> $N_p = \frac{\text{Volumen nuclear}}{\text{Volumen celular} - \text{Volumen nuclear}}$
<i>Número</i>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div style="margin-right: 20px;"> Mononucleadas (1) Binucleadas (2) Polinucleadas (3 o más) </div> </div>
<i>Posición</i>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div style="margin-right: 20px;"> Cada célula tiene el núcleo en posición característica: Céntrico Excéntrico </div> </div>

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 109, 1976)

continuación...

Estructura	<ul style="list-style-type: none"> Típica: con todos sus componentes Atípica: sin membrana, dispersa
Movimiento	Lós núcleos están dotados de un movimiento de rotación rápida (envolva cromosomas).
Grado de madurez	<ul style="list-style-type: none"> Indiferenciadas Diferenciadas <ul style="list-style-type: none"> → célula joven → célula vieja
Actividad metabólica	<ul style="list-style-type: none"> Grande Excesiva <ul style="list-style-type: none"> Única Variada
Destrucción por	<ul style="list-style-type: none"> Cariolisis (disolución progresiva) Cariorrhexis (condensación progresiva) Picnosis (marginación de la cromatina y fragmentación)
Dimorfismo y diferenciación	<ul style="list-style-type: none"> Macronúcleos (gamético, vegetativo, metabólico, poliploide) Micronúcleos (generativa, reproductiva, diploide)
Número de nucleolos	<ul style="list-style-type: none"> No visibles Uno Dos Varios

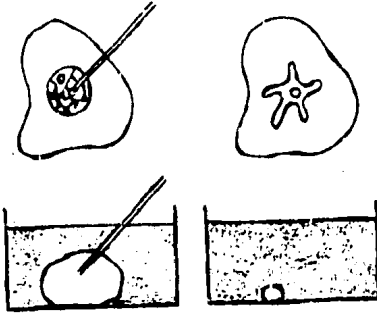
(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 110, 1983)



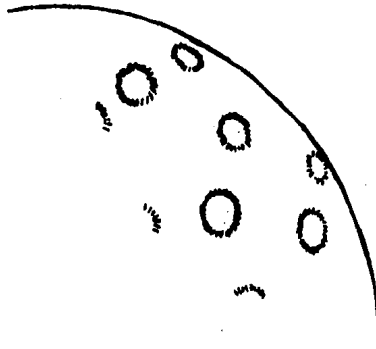
MEMBRANA NUCLEAR

<i>Concepto</i>	Es una diferenciación del sistema vacuolar citoplasmático	Separa el nucleoplasma del citoplasma
<i>Estructura</i>	Con el M.E. se descubrió que está conectada con el Retículo Endoplásmico	
	A.M.O.	Línea continua y fina visible con colorantes básicos
	A.M.E.	Formada por dos láminas que encierran un espacio
		Cisterna perinuclear
		Presenta POROS (100 Å de diámetro)
		Minúsculas aberturas rodeadas de anillos con bordes salientes.
<i>Composición química</i>	Naturaleza lipoproteica	
<i>Función</i>	Permite intercambio selectivo. Aísla moléculas que condicionan la herencia y la variación.	

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 74, 1983)



Demonstración de la existencia de la membrana nuclear.



Membrana nuclear.

Esquema tridimensional de la membrana nuclear, con sus dos membranas y los poros que comunican el nucleoplasma con el citoplasma.

JUGO NUCLEAR

<i>Núcleo:</i>	Dos fases <ul style="list-style-type: none"> → dispersante "jugo nuclear" → dispersa <ul style="list-style-type: none"> → nucleolos → cromatina → cromosomas
<i>Sinonimia:</i>	Nucleoplasma, carioplasma, cariolina, etc.
<i>Aspecto</i>	Homogéneo, viscoso, poca afinidad por colorantes Presente POROS en amplia comunicación
<i>Estructura</i>	Al M.O.: sustancia homogénea Al M.E.: no muestra ninguna estructura especial
<i>Características</i>	Da al núcleo urgencia y transparencia Elementos de fase dispersa no presentan membranas limitantes.
<i>Composición Química</i>	Agua Sales disueltas Proteínas globulares Fosfatos y enzimas
<i>Función</i>	Asiento de las reacciones químicas Confiere propiedades físicas al núcleo Síntesis de la 3-fosfoguanilato

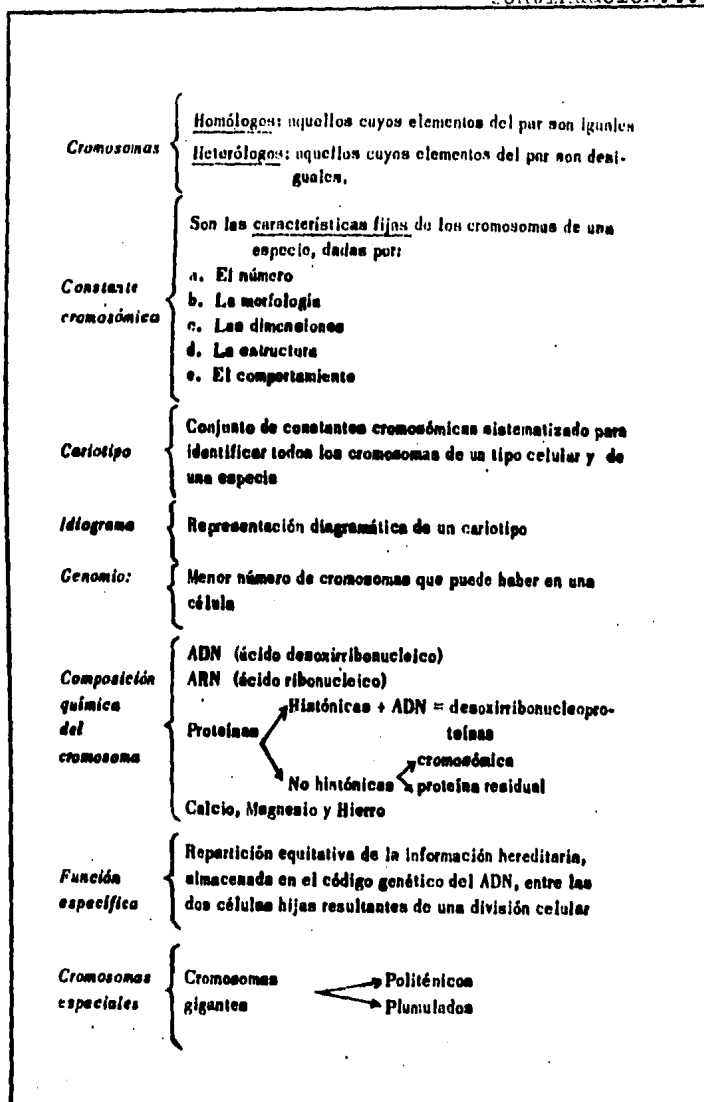
(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 147, 1957)

EL CROMOSOMA

Concepto	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras permanentes nucleares - que poseen organización y función especiales <ul style="list-style-type: none"> → rep. celular → herencia - capaz de autoduplicarse y - mantener sus propiedades a través de divisiones celulares sucesivas
Se observan	<p>Poco o nada durante la interfase</p> <p>Bien individualizados durante la metafase</p>
Técnicas para su estudio.	<p>Cortes de tejidos frescos</p> <p>Aplastamiento (Squash)</p> <p>Cultivos de tejidos</p>
Estructura (de cromosoma metafásico) al M.O.	<p>a) <u>Forma externa</u> { Variadas (gránulo, bastoncillo, etc) En general: 2 brazos separados por la constricción primaria</p> <p>b) <u>Constricción primaria</u> { Zona de estrechamiento acromático donde se angula el cromosoma, que contiene el centrómero <ul style="list-style-type: none"> ↓ → zona clara esferoidal → es único y localizado → divide en brazos </p> <p>c) <u>Constricción secundaria</u> { Zona estrecha, sin angulación del cromosoma y sin centrómero Siempre en la misma posición.</p> <p>d) <u>Satélite</u> { Corpúsculo esférico unido a un brazo del cromosoma por filamento cromatínico (Zona SAT)</p> <p>e) <u>Telómera</u> { Parte distal Extremos morfológicos</p> <p>f) <u>Cromonema</u> { Filamentos internos espiralizados y paralelos Es una subunidad del cromosoma</p>

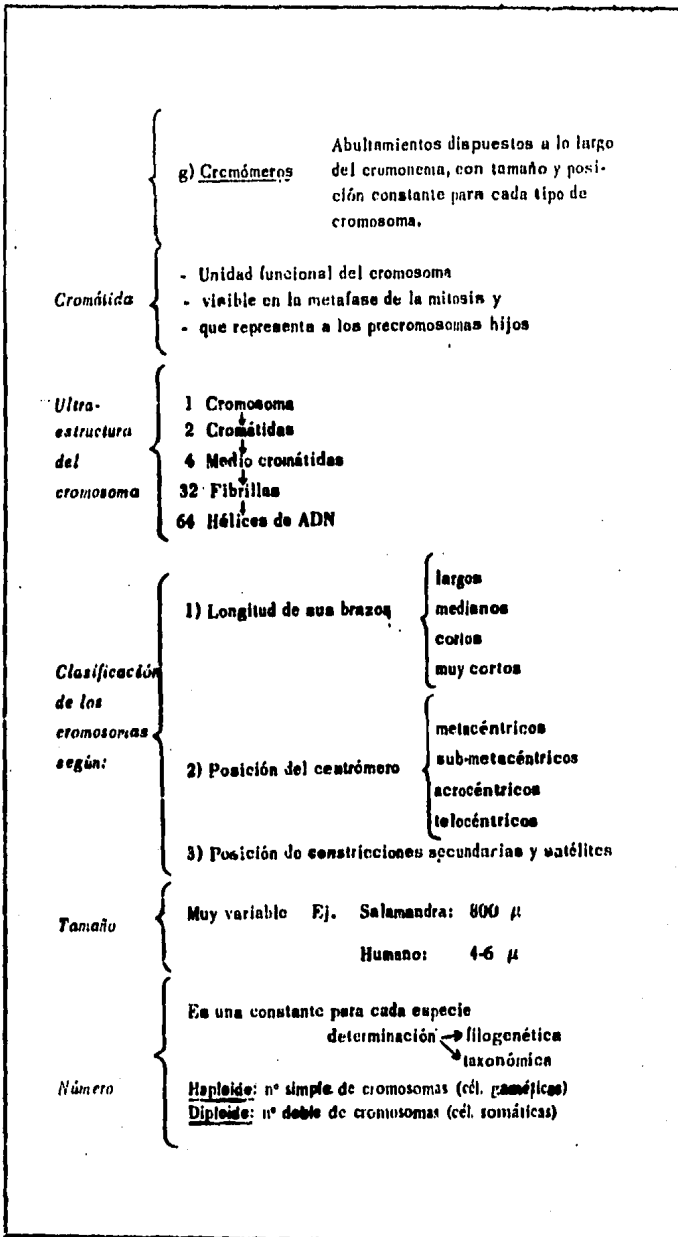
(Corneo, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 138, 1983)

continuación...



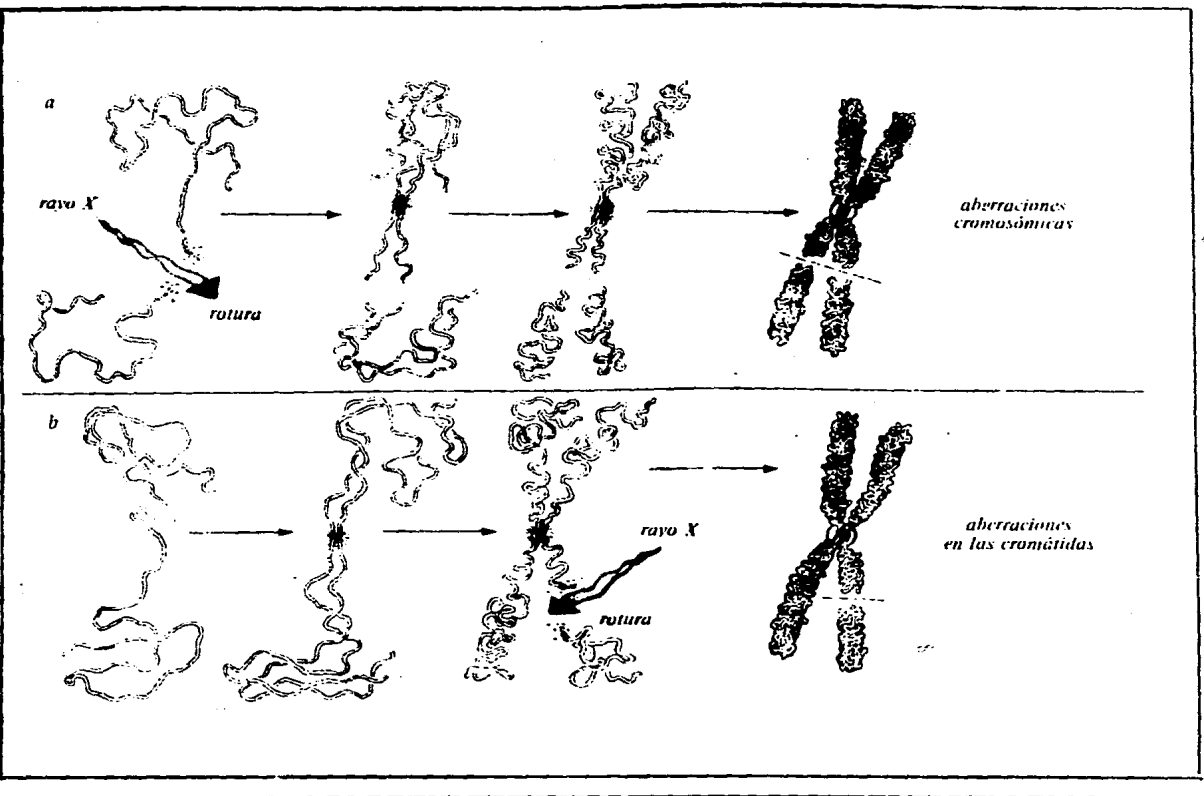
(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 139, 1983)

continuación...

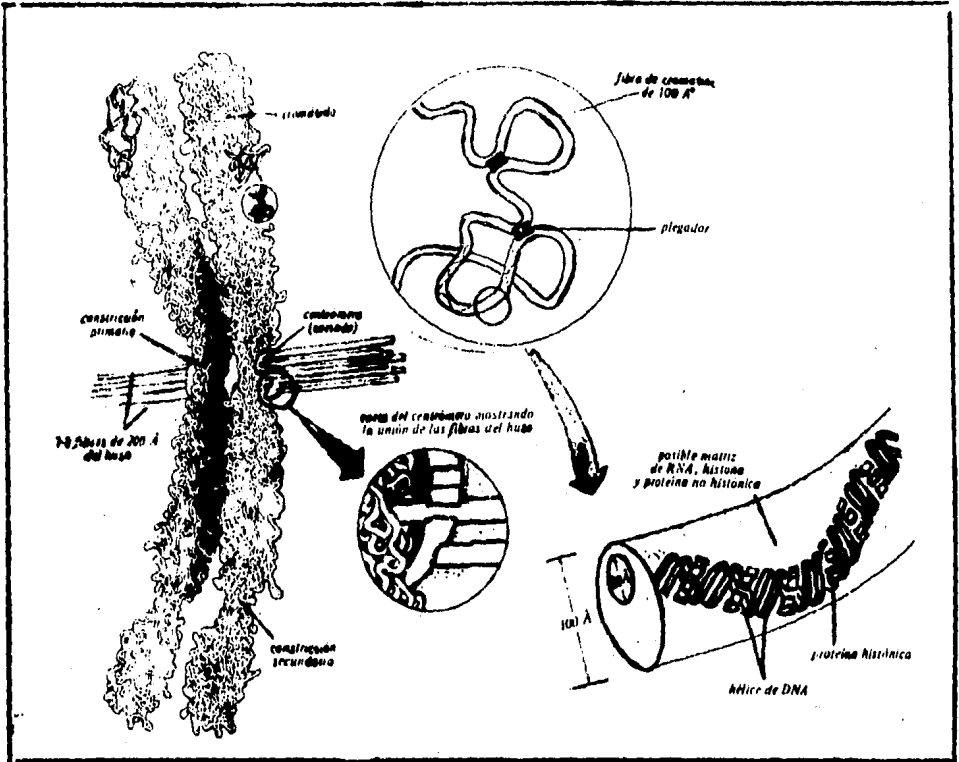


(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 140, 1983)

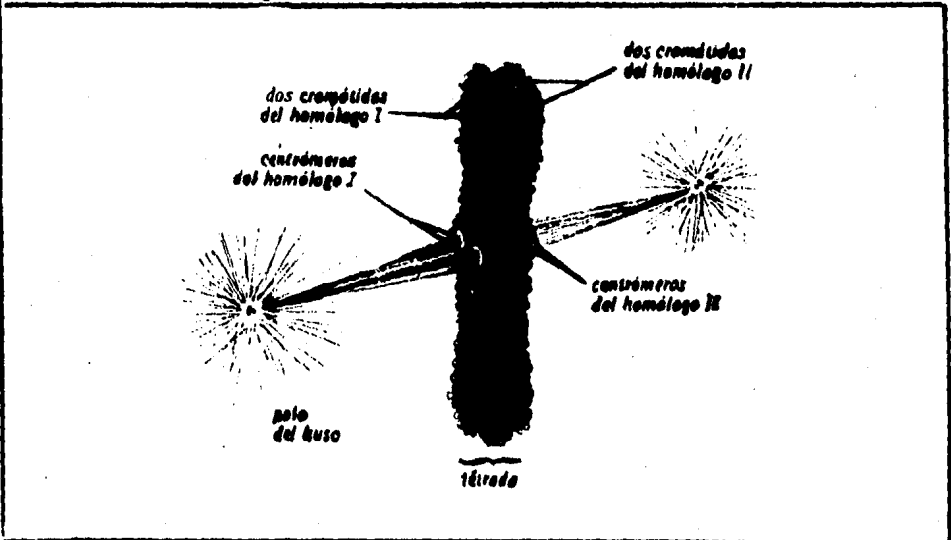
Esquema de alteraciones en el cromosoma.



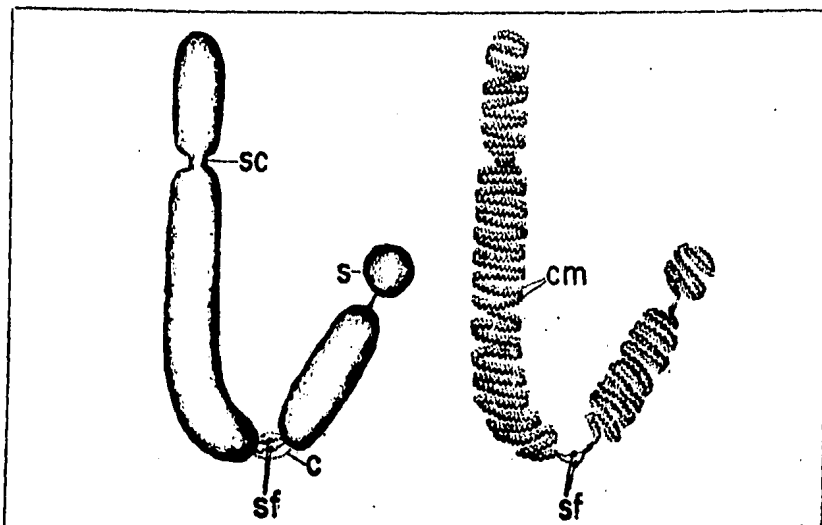
(Wolfe, Stephen L: Biología de la Célula, Omega, Ed. 333, 1977)



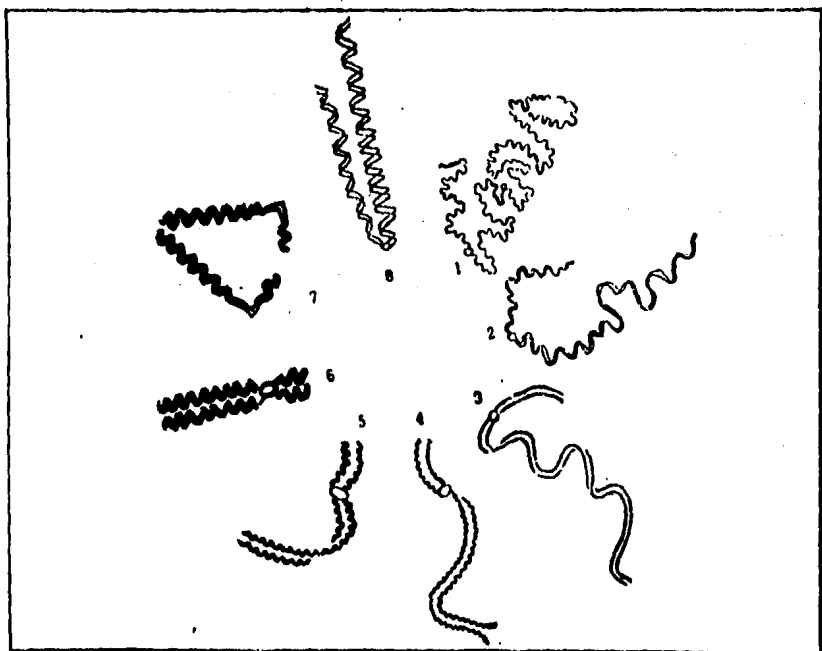
Esquema del Cromosoma Meiótico.



(Wolfe, Stephen L.: Biología de la Célula, Omega, Págs. 350 y 397, 1977)

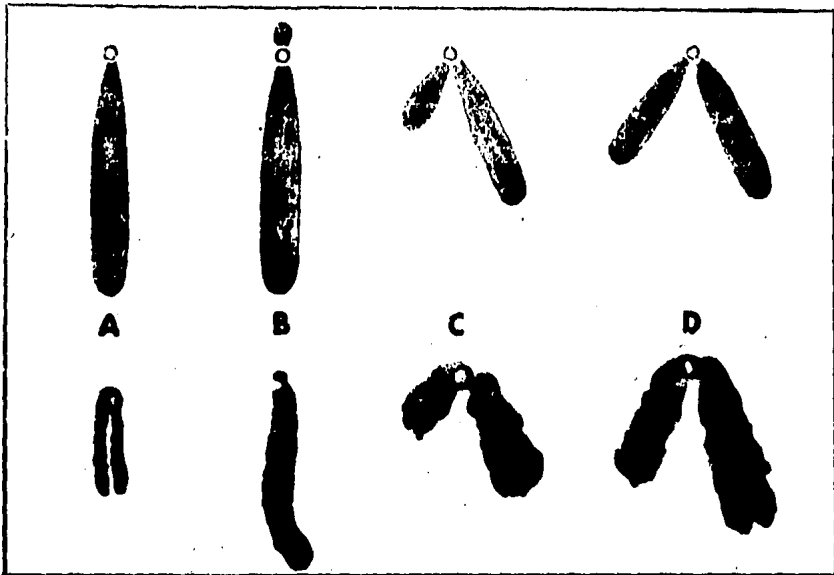


Esquema de la morfología de un cromosoma metacéntrico. Izquierda: Aspecto externo con el satélite (s), las constricciones secundarias (sc), el centrómero (c) y las fibras del huso (sf). Derecha: El mismo cromosoma, pero indicando la estructura interna con los dos cromonemas (cm) y sus espirales mayor y menor.



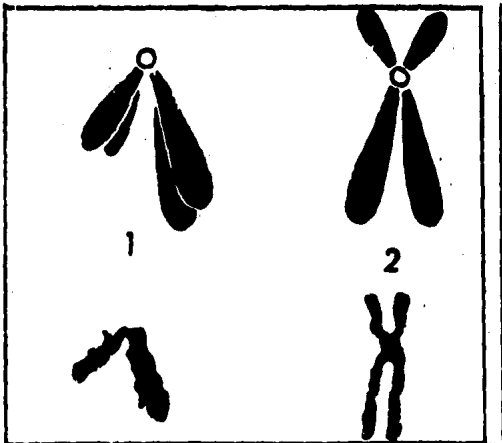
Esquema del ciclo de espiralización del cromonema durante la mitosis. 1. Interfase con la espiral remanente y las superespirales; 2, 3, 4. profase con la espiral remanente; 5. prometáfase: cada cromátida con dos cromonemas; 6. metafase: cromonemas con las espirales mayor y menor; 7. anafase; 8. telofase. El centrómero se halla indicado por un círculo.

(De Robertis, E. y Rowinski, W.W.: *Biología Celular*, El A teneo, Págs. 27 y 31, 1982)



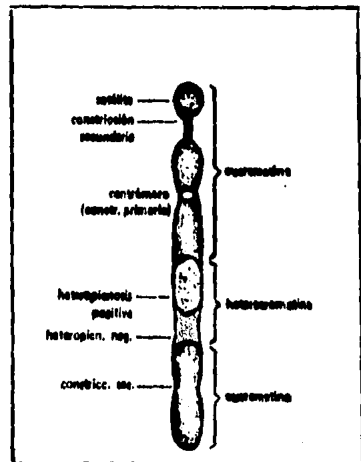
Los cuatro tipos morfológicos de cromosomas de acuerdo con la posición del centrómero. A Telocéntrico, B Acrocéntrico, C Submetacéntrico, D Metacéntrico. En la parte superior de la figura, el esquema, y en la inferior, la fotomicrografía correspondiente de cada tipo.

(De Robertis, E. y Nowinski, W.W.: *Biología Celular*, El Ateneo, Pág. 26, 1982)



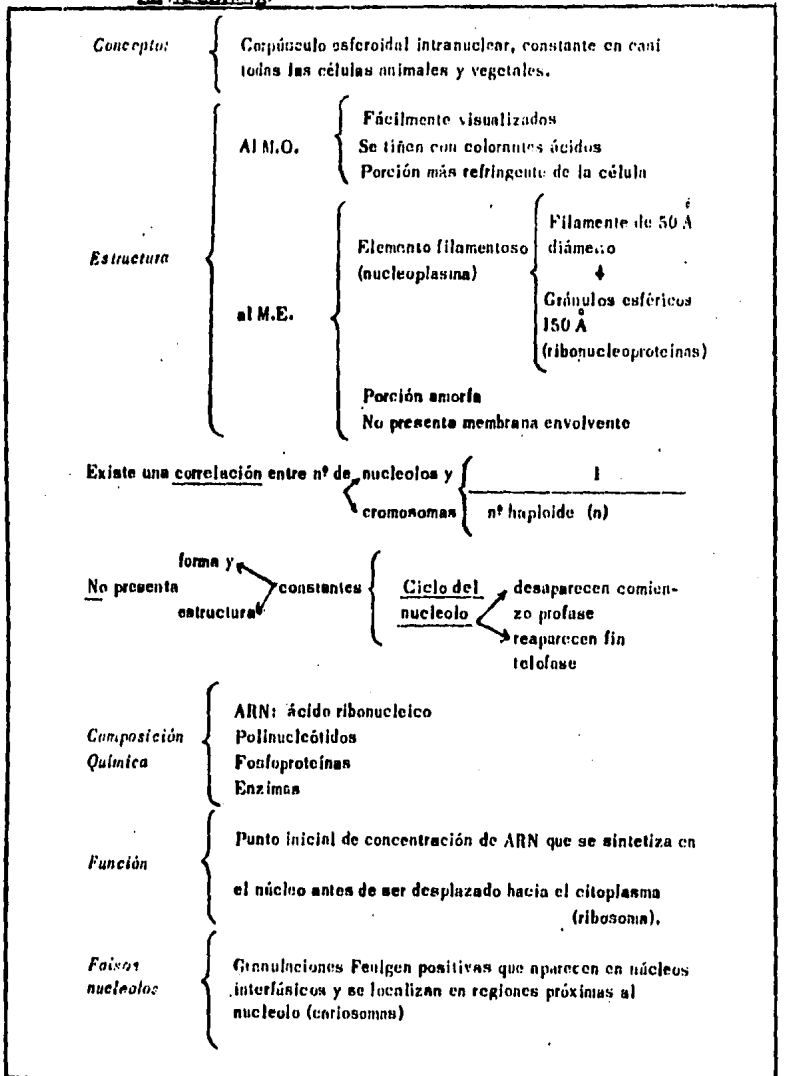
Cambio en la morfología del cromosoma por la influencia de colchicina. 1. Cromosoma submetacéntrico con dos cromátidas. 2. El mismo cromosoma después de ser sometido a la acción de la colchicina: se endereza y sus dos cromátidas se separan. En la parte superior, el esquema, y en la inferior, la fotomicrografía de las dos configuraciones del cromosoma.

(De Robertis, E. y Nowinski, W.W.: *Biología Celular*, El Ateneo, - Pág. 26, 1982)

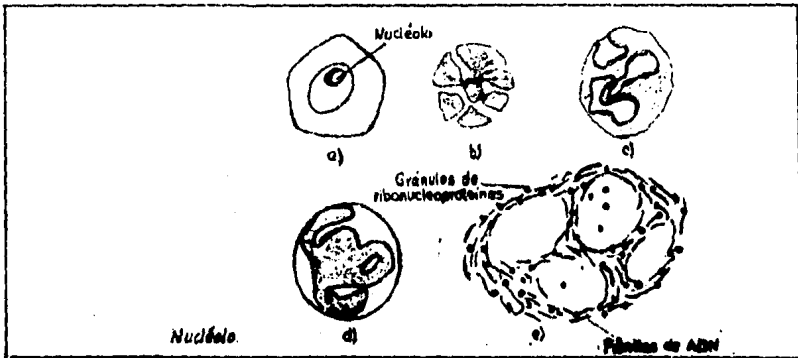


(De Robertis y Robertis: *Fundamentos de Biología Celular y Molecular*, El Ateneo, Pág. 235, 1982)

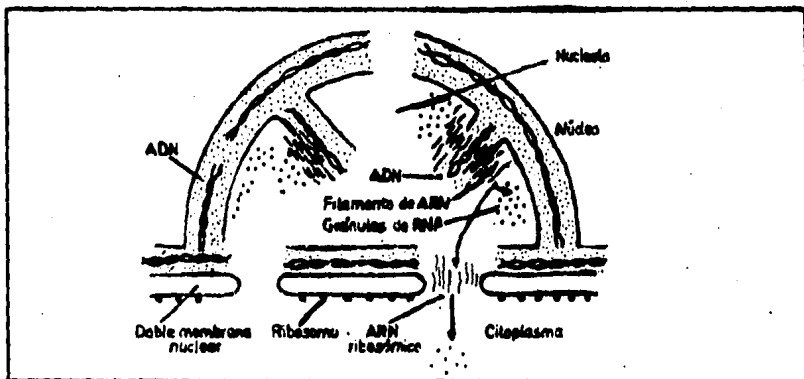
EL NUCLEOLO



(Foreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 119. 1983)



a) Núcleo observado al microscopio óptico sobre fondo oscuro. b, c) Núcleo observado al microscopio óptico en contraste de fase. d) Estructura del nucleolo después de la fijación. e) Estructura del nucleolo al microscopio electrónico.



Esquema que muestra la disposición de las diferentes moléculas que intervienen en la constitución del nucleolo.

El nucleolo contiene ADN, que interviene en la síntesis de los filamentos de ARN. Estos filamentos de ARN pueden originar gránulos de ribonucleoproteína o bien de ácido ribonucleico que emigrará hacia los polos y pasará al citoplasma para participar en la formación de ribosomas.

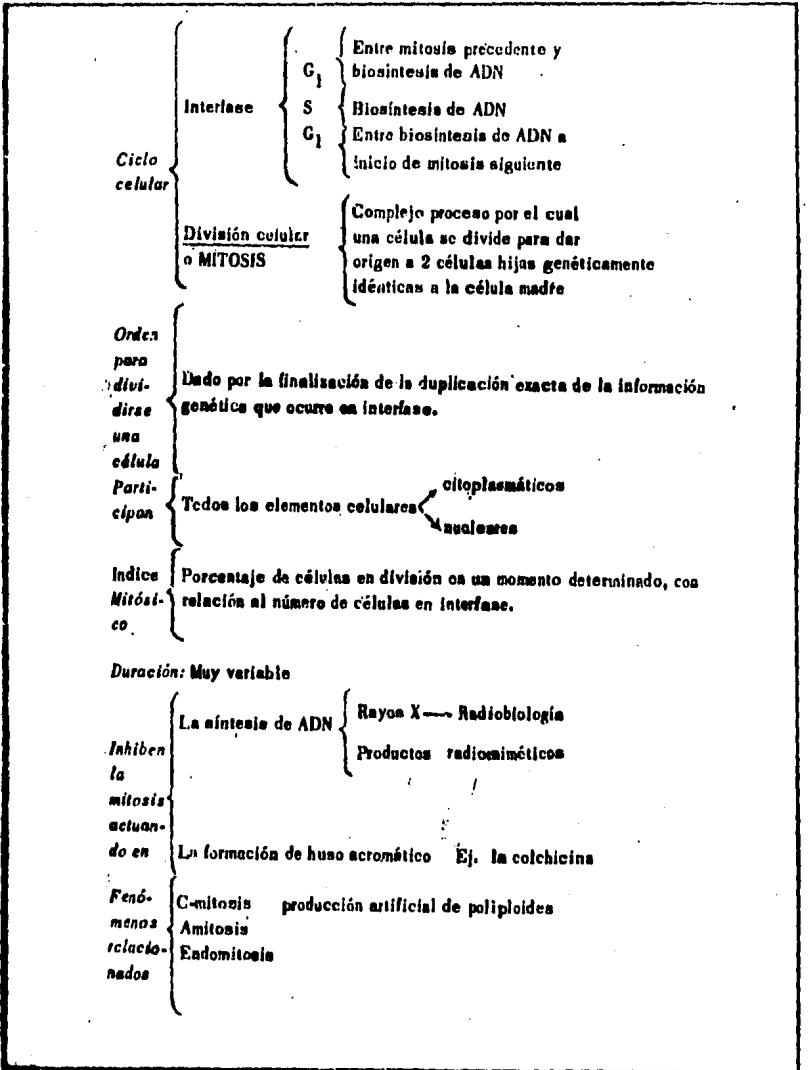
(Hess, Erston: La Célula Vegetal, Omega, Pág. 497, 1979)

DIVISION CELULAR.**MITOSIS (Nemotecnia: Pro-meta-ana-telo)**

PROFASE	Temprana	Cromosomas: espiralización Núcleo: aumento de volumen
	Media	Nucleolos: fragmentan y desaparecen Centriolos: migran Membrana nuclear: desaparece Nucleoplasma: se mezcla con citoplasma Fibras del huso: aparecen
	Tardía	Cromosomas { espiralizados migran hacia un plano perpendicular al eje Formado por los dos diplosomas Placa ecuatorial
METAFASE	Inicial	Cromosomas { - los centrómeros se ubican en la placa ecuatorial - alcanzan el máximo de espiralización
	Tardía	Orgánoides citoplasmáticos rechazados hacia la pared celular por las fibras del huso
ANAFASE	Temprana	Centrómeros se desdoblán y repelen los cromosomas hijos
	Media	Cromosomas hijos migran a los polos y aparecen fibras interzonales
	Tardía	Cromosomas hijos llegan a los polos de la célula
TELOFASE	Inicial	Fibras cromosómicas: desaparecen Fibras del áster: desaparecen Cromosomas: comienzan a desespiralizarse Nucleolos: comienzan a formarse Membrana nuclear: se forma a partir del R.E.
	Tardía	CITOCINESIS o CITODIERESIS (división del citoplasma) - células animales Estrangulación a nivel de placa ecuatorial → plicaje celular a expensas de proteínas contractiles. - células vegetales Formación de membrana intermedia y pared celular extracitoplasmática

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 161, 1983)

MITOSIS



(Foreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 162, 1983)

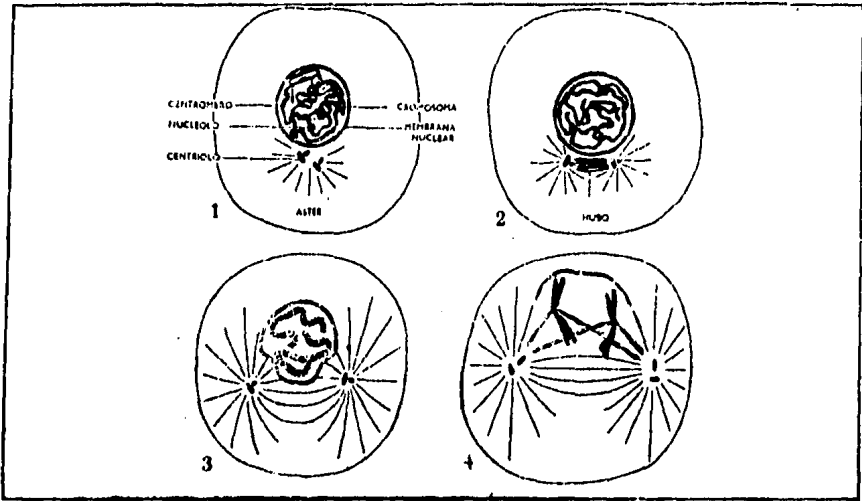
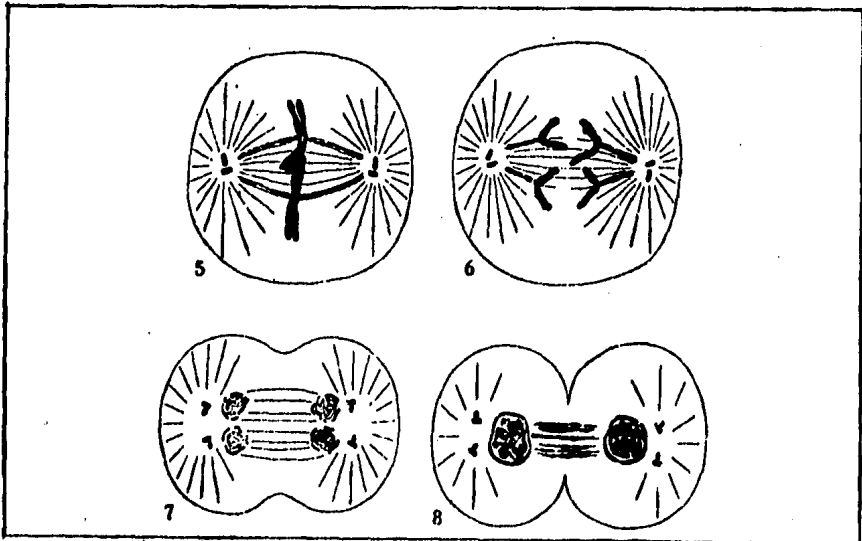


Ilustración esquemática que ilustra las primeras fases de la división mitótica animal.



Últimas fases de la mitosis animal. (De Mazza, D. por cortesía de E. Blumel).

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 154, 1983)

MEIOSIS

Concepto: División celular que ocurre en las células germinales y origina dos células hijas con la mitad del número de cromosomas.

Fines

- 1) Reduce el número diploide ($2n$) de cromosomas a haploide (n), aptas para la fecundación
- 2) Permite la recombinación genética. Es decir, produce la atracción, apareamiento, intercambio y separación de cromosomas homólogos.

Se estudia en tejidos germinativos de

- plantas: androceo y gineceo
- animales: testículos y ovarios

MEIOSIS I

PROFASE I ($2n$) Nemotecnia: "La-ci-pa-di-dia".	<i>Leptonema</i>	Cromosomas: filamentos delgados con condensaciones Núcleo: aumento de volumen Centromera: se divide polarización
	<i>Cigonema</i>	Cromosomas: homólogos, apareamiento (SINAPSIS)
	<i>Paquenema</i>	Cromosomas: más gruesos y cortos: (BIVALENTES) CROSS-OVER Centriolos: continúa polarización Nucleolo: desaparece
	<i>Diplonema</i>	Cromosomas: inicia separación. QUIASMAS TETRADAS
	<i>Diacinesis</i>	Cromosomas: continúan separándose TERMINALIZACION de los QUIASMAS

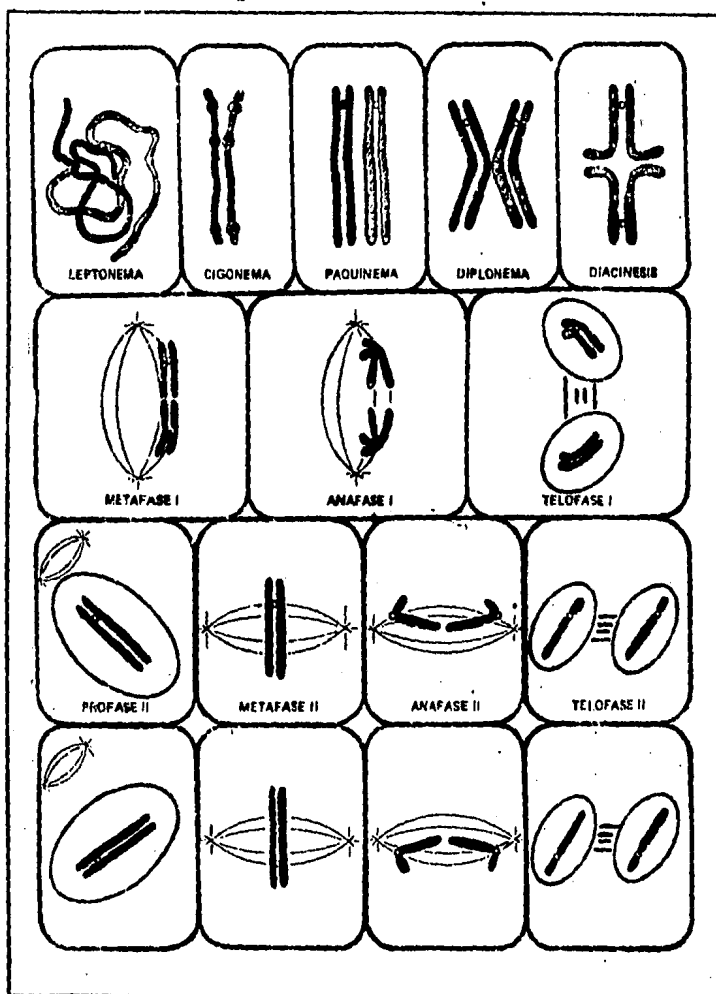
(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ate-
neo, Pág. 169, 1983)

continuación...

METAFASE I (2n)	<p>Cromosomas: bivalentes o tetradas: máximo condensación y acortamiento. Ordenación en placa ecuatorial Centrómero se dirige a los polos</p> <p>Membrana nuclear: desaparece</p>
ANAFASE I (n)	<p>Cromosomas: homólogos se separan y llegan a los polos</p> <p>Número es la mitad. Un cromosoma por cada uno de los pares</p> <p>Quiasmas: se terminan totalmente</p>
TELOFASE I (n)	<p>Semejante a la mitosis</p> <p>Rodean el centriolo cada uno de los elementos del par de homólogos</p>
INTERFASE (n)	Duración variable
MEIOSIS II	
PROFASE II (n)	<p>Es corta. Involucrada en el proceso de interfase</p> <p>Cromosomas: uno por cada par se dirigen y colocan en el ecuador</p>
METAFASE II (n)	<p>No hay quiasmas</p> <p>Cromátidas: comienzan la repulsión</p>
ANAFASE II (n)	Cromosomas hijos: migración hacia los polos
TELOFASE II (n)	<p>Rodean al centriolo los cromosomas que se llamaban cromátidas</p>
RESULTADOS	<p>En la especie humana</p> <p>4 células $\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow 4 \text{ espermátidas} \\ \rightarrow 1 \text{ óvulo y 3 globos polares} \end{array} \right.$</p>

(Moreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 170, 1983)

Esquema de Meiosis.



(Gioreno, Ricardo: Principios de Biología Celular, El Ateneo, Pág. 167, 1983)

CAPITULO III.

UNIDADES DE BIOMOLÉCULAS.

Las células vivas producen una variedad impresionante de biomoléculas, principalmente: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos (5), muchos de los cuales sirven como componentes estructurales, biocatalizadores, hormonas y como fuente de la información genética característica de una especie (1).

Para los ácidos nucleicos, las unidades monoméricas son los nucleótidos (6), para los carbohidratos complejos sus unidades monoméricas son los derivados de los azúcares principalmente glucosa, la cual junto al glucógeno sirven como fuente importante de energía para las actividades vitales (2).

Y para las proteínas las unidades monoméricas son los aminoácidos (4), aunque muchas proteínas contienen otras sustancias además de los aminoácidos, son ellos los que determinan las propiedades biológicas de estas (1).

Por otro lado los lípidos no sólo son importantes por su elevado valor energético sino porque también, entre algunas de sus propiedades, es la de ser junto con las proteínas constituyentes importantes de la célula, tanto en membrana celular, citoplasma y mitocondria (7). Otras biomoléculas de interés son las vitaminas muchas de las cuales aparte de ser necesarias dentro de la dieta actúan como coenzimas dentro del metabolismo.

Debido al papel que desempeñan las biomoléculas dentro del organismo, aquí se habla de todas ellas y de sus propiedades.

PROTEÍNAS.

Constantes físicas de algunas proteínas.

Proteína	Peso molecular	Coefficiente de difusión $D_{20} \times 10^5$, $\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$	Coefficiente de sedimentación $S_{20} \times 10^4$, S
Citocromo c (cerazón bovino)	13 370	11,4	1,71
Mioglobina (cerazón equino)	16 990	11,3	2,04
Quimotripsinógeno (páncreas bovino)	23 240	9,5	2,54
β -Lactoglobulina (leche de cabra)	37 100	7,48	2,85
Seroalbúmina (humana)	68 500	6,1	4,6
Hemoglobina (humana)	64 500	6,9	4,46
Aldolasa	149 100	4,63	7,35
Catalasa (hígado de caballo)	221 600	4,3	11,2
Ureasa (<i>Conovalis ensyfermis</i>)	482 700	3,46	18,6
Fibrinógeno (humano)	339 700	1,98	7,63
Miosina (bocales)	524 600	1,10	6,43
Virus mosaico del tabaco	40 590 000	0,46	198

(Lehringer, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 181, 1984)

Proteínas simples clasificadas por solubilidad

Proteínas	Solubilidad	Distribución
Albúminas	Solubles en agua y en disoluciones diluidas	Con todos los animales
Globulinas		
a) Euglobulinas	Insolubles en agua. Solubles en soluciones sales diluidas. Insolubles en soluciones de $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ al 50 por 100 de saturación	Con todos los animales
b) Pseudoglobulinas	Ligeramente solubles en agua. Solubles en sales diluidas. Insolubles en solución de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ al 50 por 100 de saturación	Casi todos los animales
Protéomios	Insolubles en agua. Solubles en etanol cuando el 50-90 por 100	Plantas
Gistulinas	Insolubles en agua, sales diluidas y etanol cuando. Solubles en ácidos y álcalis diluidos	Plantas
Escleroproteínas	Insolubles en la mayoría de los disolventes. Solubles en ácido diluido.	Cartilagos, tejido conectivo
a) Colágenas	Insolubles a pH neutro. Cuando se hierven en agua se convierten en su forma gelatinosa, solubles en agua (contienen gran cantidad de prolines, glicinas e hidroxiprolinas; poco o nada de cisteínas)	
b) Queratinas	Solubles en bisulfuro potásico acetato o en ácido úngülico en solución (contienen cisteína y son ricas en aminoácidos básicos).	Pelo, uñas, piel
Proteínas simples separadas del grupo de solubilidad sobre la base de su contenido en aminoácidos y de sus fuentes.		
Protéomios	Pequeño tamaño (peso molecular ≈ 3000)	Esporas
Histonas	Ricas en aminoácidos básicos	Núcleos de las células.

(Barker, R.: Química Orgánica de los compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 178, 1975)

Los cinco grupos principales de proteínas activas
resultando su característica funcional común:
especificidad de unión de ligando*

1. **Proteínas catalíticas (enzimas):** unión y acción química sobre ligandos (sustrato).
2. **Inmunoproteínas:** unión irreversible e inmovilización de ligandos.
3. **Proteínas transportadoras:** unión reversible y transporte de ligandos.
4. **Proteínas reguladoras:** unión reversible de ligandos conducente a cambios de actividad.
5. **Proteínas contractiles:** unión de ligando conducente a un trabajo mecánico.

* Naturalmente se ha propuesto dar el nombre de *hófito* (aquello que lleva dentro) a los grupos de proteínas activas que no son enzimas pero que se unen específicamente a ligandos y de ese modo conducen al ligando a la actividad biológica. (A. B. PARDEE, en *Structural Chemistry and Molecular Biology*, A. RICH y N. DAVIDSON (eds.), W. H. Freeman and Co. San Francisco y Londres, 1966.

Proteínas conjugadas clasificadas por sus componentes no aminoácidos

Proteína	Grupo prostético	Enlace	Fuente o un ejemplo
Nucleoproteínas (protamínas o histonas más ácidos nucleicos)	Ácidos nucleicos	Iónico	Músculo
Lipoproteínas	Fosfolípidos Glicolípidos Lípidos simples Colesterol	Hidrófobo	La mayoría de las células, sangre, pared celular, membranas
Glicoproteínas	Carbohidratos	Covalente	La mayoría de las células, paredes celulares
Mucoproteínas	Mucosaminas (usualmente polimerizables)		Fluido sinovial
Cromoproteínas	Un pigmento, p. ej. un hemo	Covalente Iónico Hidrófobo	Hemoglobina, osteomas
	Cobalamina Nicotinamida Adenina dinucleótido		Diel deshidrasa Muchas deshidrogenasas
Metaloproteínas	Un metal, p. ej. Zn^{2+} , Fe^{2+}	Covalente coordinado	Alcohol deshidrogenasa, Ferritina.

(Barker, R.: Química Orgánica de los compuestos biológicos, Alhambra, págs. 480 y 481, 1975)

Algunas proteínas conjugadas.

<i>Clase</i>	<i>Grupo prostético</i>	<i>Porcentaje aproximado en peso</i>
<i>Sistemas nucleoproteínicos</i>		
Ribosomas	RNA	50-60
Virus mosaico del tabaco	RNA	5
<i>Lipoproteínas</i>		
β -Lipoproteínas del plasma	Fosfolípidos, colesterol, lípidos neutros	79
<i>Glicoproteínas</i>		
γ -Globulinas	Hexosamina, galactosa, manosa, ácido siálico	2
Orosomucoides del plasma	N-acetilgalactosamina, ácido N-acetilneuramínico	40
<i>Fosfoproteínas</i>		
Caseína (leche)	Fosfato esterificado a restos de serina	4
<i>Hemoproteínas</i>		
Hemoglobina	Ferroporfirina	4
Citocromo c	Ferroporfirina	4
Catalasa	Ferroporfirina	3,1
<i>Flavoproteínas</i>		
Succinato-deshidrogenasa	Flavin-nucleótido	2
D-Aminoácido-oxidasa	Flavin-nucleótido	2
<i>Metalproteínas</i>		
Ferritina	Fe(OH) ₃	23
Citocromo-oxidasa	Fe y Cu	0,3
Alcohol-deshidrogenasa	Zn	0,3
Xantina-oxidasa	Mo y Fe	0,4

(Lehninger, Albert L: Bioquímica, Omega, Pág. 61, 1984)

Pesos moleculares de algunas proteínas.

<i>Proteína</i>	<i>Peso molecular</i>	<i>N.º de cadenas</i>
Insulina (bovina)	5 700	2
Ribonucleasa (páncreas bovino)	12 600	1
Lisozima (clara de huevo)	13 900	1
Mioglobina (corazón de caballo)	16 900	1
Quimotripsinógeno (páncreas bovino)	23 200	1
β -Lactoglobulina (bovina)	35 000	2
Hemoglobina (humana)	64 500	4
Hexoquinasa (levadura)	102 000	2
Triptófano-sintetasa (<i>E. coli</i>)	159 000	4
Aspartato-transcarbamilasa (<i>E. coli</i>)	310 000	12
Glicógeno-fosforilasa (hígado de vaca)	370 000	4
Glutamina-sintetasa (<i>E. coli</i>)	592 000	12
Complejo de la piruvato-deshidrogenasa (hígado de vaca)	7 000 000	160
Virus mosaico del tabaco	40 000 000	2 130

(Lehninger, Albert L: Bioquímica, Omega, Pág. 61, 1984)

Clasificación de las proteínas por su función biológica.

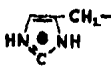
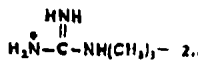
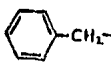
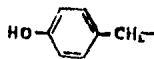
Tipos y ejemplos	Localización o función
Enzimas	
Hexoquinasa	Fosforila glucosa
Lactato-deshidrogenasa	Deshidrogena lactato
Citocromo c	Transfiere electrones
DNA-polimerasa	Replica y repara DNA
Proteínas de reserva	
Ovalbúmina	Proteína de la clara de huevo
Caséina	Proteína de la leche
Ferritina	Reserva de hierro en el bazo
Gliadina	Proteína de la semilla de trigo
Casina	Proteína de la semilla de maiz
Proteínas transportadoras	
Hemoglobina	Transporta O ₂ en la sangre de los vertebrados
Hemocianina	Transporta O ₂ en la sangre de algunos invertebrados
Myoglobin	Transporta O ₂ en el músculo
Serolíbumina	Transporta ácidos grasos en la sangre
A-Lipoproteína	Transporta lípidos en la sangre
Globulina que liga hierro	Transporta hierro en la sangre
Ceruloplasmina	Transporta Cu en la sangre
Proteínas contráctiles	
Miosina	Filamentos estacionarios en las miofibrillas
Actina	Filamentos móviles en las miofibrillas
Dixina	Cúctos y flógeles
Proteínas protectoras en la sangre de los vertebrados	
Anticuerpos	Forman complejos con proteínas extrañas
Complemento	Complejos con algunos sistemas antígeno-anticuerpo
Fibrinógeno	Precursor de la fibrina en la coagulación sanguínea
Trombina	Componente del mecanismo de coagulación
Toxinas	
Toxina de <i>Clostridium botulinum</i>	Origina envenenamiento bacteriano de los alimentos
Toxina diftérica	Toxina bacteriana
Venenas de serpiente	Enzimas que hidrolizan los fosfoglicéridos
Ricina	Proteína tóxica de la semilla del ricino
Gospina	Proteína tóxica de la semilla del algodón
Hormonas	
Insulina	Regula el metabolismo de la glucosa
Hormona adrenocorticotrópica	Regula la síntesis de corticosteroides
Hormona del crecimiento	Estimula el crecimiento de los huesos
Proteínas estructurales	
Proteínas recubrimiento viral	Cubierta alrededor del cromosoma
Glicoproteínas	Recubrimientos celulares y paredes
α -Queratina	Piel, plumas, uñas, pezuñas
Esclerotina	Exoesqueleto de los insectos
Fibroína	Seda de los capullos, telarañas
Colágeno	Tejido conectivo (hueso, tendones, hueso, cartilago)
Elastina	Tejido conectivo elástico (ligamentos)
Mucoproteínas	Secreciones mucosas, fluido sinovial

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 66, 1984)

Aminoácidos aislados de las proteínas

Grupo I. Aminoácidos		NH ₃ ⁺ R-CH COOH						Abreviatura	
Nombre	R=	pK _a α COOH	pK _a α NH ₃ ⁺	pK _a de R'	pl	[α] _D ²⁵ 5% HCl	M	tres letras	una letra
Glicina	H-	2.34	9.60		5.97	0	292d	Gly	G
Alanina	CH ₃ -	2.35	9.69		6.02	+ 14.6	297d	Ala	A
Valina	CH ₃ CH-	2.32	9.62		5.97	+ 28.3	315d	Val	V
Leucina	CH ₃ CH-CH ₂ -	2.36	9.60		5.98	+ 16.0	337d	Leu	L
Isoleucina	CH ₃ CH ₃ -CH ₂ - CH-	2.36	9.60		6.02	+ 39.5	285d	Ile	I
Serina	CH ₃ HOCH ₂ - OH	2.21	9.15		5.60	+ 15.1	220d	Ser	S
Treonina	CH ₃ CH-	2.09	9.10		5.60	- 15.0	253d	Thr	T
Cisteína	HSCN ₂ -	1.71	8.9	8.5	5.02	+ 6.5	-	Cys	C
			10.4	10.0					

Aminoácidos aislados de las proteínas (cont.)

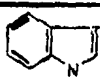
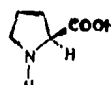
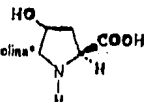
Aminoácidos		NH ₃ ⁺ R-CH COOH						Abreviatura	
Nombre	R=	pK _a α COOH	pK _a α NH ₃ ⁺	pK _a de R'	pl	[α] _D ²⁵ 5% HCl	M	tres letras	una letra
Histidina	 CH ₂ -	1.82	9.17	6.0 (9)	7.59	+ 11.8	222	His	H
Arginina	 -	2.17	9.04	12.48 (100)	10.76	+ 27.6	230.44d	Arg	R
Perilalanina	 CH ₂ -	1.83	9.13		5.48	- 4.47	283	Phe λ _{max} = 256 ε = 195	P
Tirosina	 CH ₂ -	2.20	9.11	10.07 (8)	5.67	- 10.0	342	Tyr λ _{max} = 275 ε ₂₇₅ = 1.340	Y

(Perez Tamayo, *Ruy: Patología Molecular, Subcelular y Celular, La Prensa Médica Mexicana, Págs. 26 y 27, 1975*)

Aminoácidos aislados de las proteínas (cont.)

Aminoácidos		NH ₃ ⁺						Abreviatura	
Nombre	R=	pK _a α COOH	pK _a α NH ₃ ⁺	pK _a de R ^b	pI	[α] _D ²⁵ 5% HCl	pF	tres letras	una letra
Cisteína	S-CH ₂ S-CH ₂	1,65 2,26	7,84 9,85		5,06	- 232	258	Cys A max 248 E mol 343	
Metionina	CH ₃ SCH ₂ CH ₂ -	2,28	9,21		5,06	- 22,2	283	Met	M
Acido aspártico	HOOCCH ₂ -	2,09	9,82	3,86 (100)	2,98	+ 25,4	269	Asp	D
Acido glutámico	HOOCCH ₂ CH ₂ -	2,19	9,67	4,25 (100)	3,22	+ 31,8	247	Glu	E
Asparagina	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{NCCH}_2- \end{array}$	2,02	8,8		5,41	+ 28,6	236	Asn	N
Glutamina	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2- \end{array}$	2,17	9,13		5,70	+ 31,8	184	Gln	Q
Lisina	H ⁺ N(CH ₂) ₃ CH ₂ -	2,18	8,95	10,53 (100)	9,74	+ 23,9	224	Lys	K
Hidroxilisina	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}^+\text{NCH}_2\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2- \end{array}$	2,13	8,62	9,67 (100)	9,15	+ 17,8		Hyl	

Aminoácidos aislados de las proteínas (cont.)

Aminoácidos								Abreviatura	
Nombre	R=	pK _a α COOH	pK _a α NH ₃ ⁺	pK _a de R ^b	pI	[α] _D ²⁵ 5% HCl	pF	tres letras	una letra
Triptófano	 -CH ₂ -	2,38	9,39		5,88	+ 2,8	283	Trp A max 278 E mol = 3,550	W
Prolina		1,99	10,60		6,30	- 60,4	220	Pro	P
Hidroalprolina		1,92	9,73		6,33	- 50,5	270	Hyp	

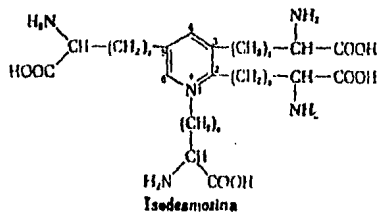
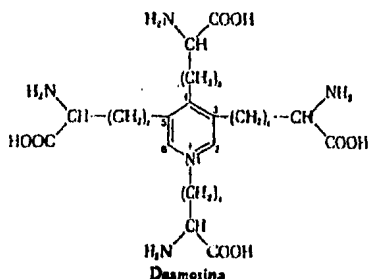
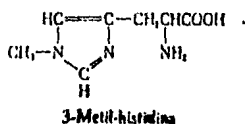
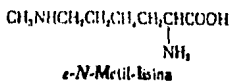
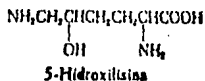
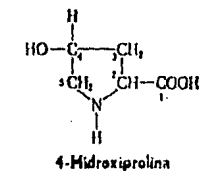
(Pérez Tamayo, Guy: Patología Molecular, Subcelular y Celular, La Prensa Médica Mexicana, H. G. 28 y 29, 1975)

Aminoácidos existentes en la Naturaleza que no se encuentran en las proteínas*

β -Alanina	$\text{H}_2\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$	Constituyente de la anserina (β -glamyl-L-metil-L-histidina) y la canosina (β -alanil-L-histidina), presentes en el músculo, y del ácido pantoténico (una vitamina) y su derivado la coenzima A. También se encuentra en el grupo prostético de proteínas transportadoras de acilo.
Acido γ -aminobutírico	$\text{H}_2\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$	De amplia distribución. Se forma a partir del ácido glutámico y se convierte en urocinario. Se encuentra en el tejido del cerebro.
Bomba (N, N, N-trimetilglicina)	$(\text{CH}_3)_3\text{N}-\text{CH}_2\text{COO}^-$	Se encuentra en todos los tejidos (es el agente de metilación biológico en la formación de monoamina a partir de homocisteína).
Homocisteína	$\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_3^+)\text{COO}^-$	Precurser de la metionina en microbios.
Homoserina	$\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)\text{COO}^-$	Es un intermediario en la síntesis de seronina y homocisteína a partir de aspartato.

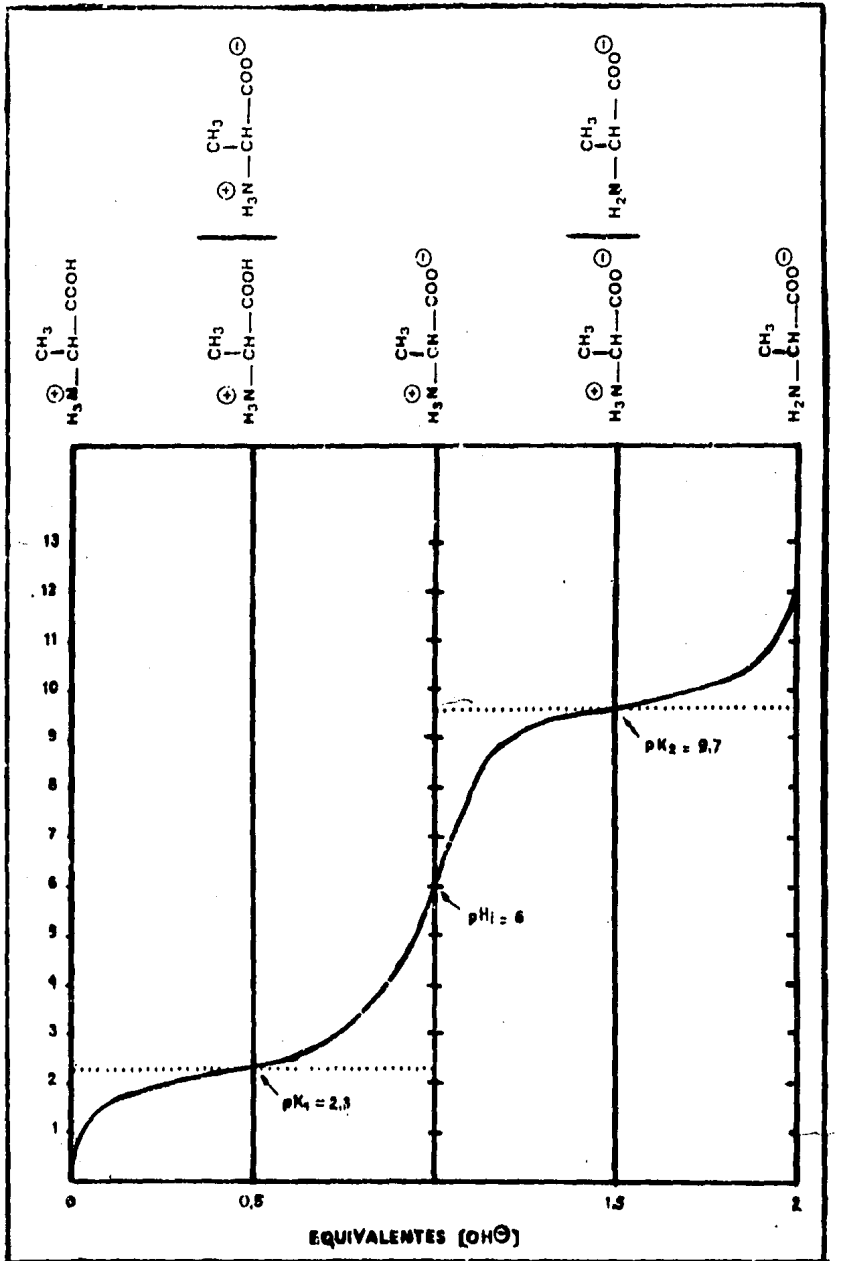
(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 75, 1984)

Algunos aminoácidos poco frecuentes hallados en las proteínas fibrosas (formas no ionizadas).

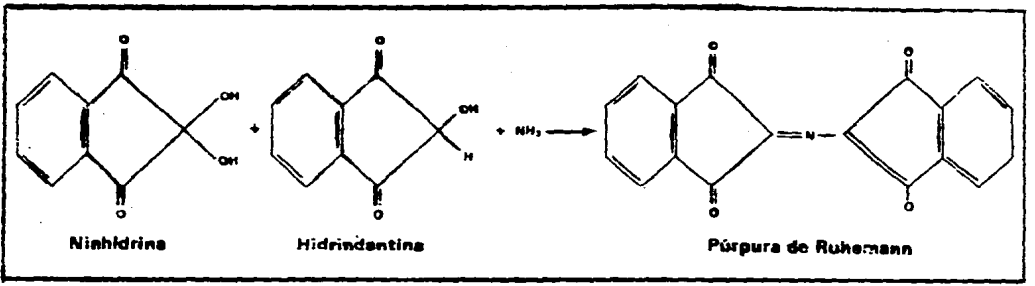
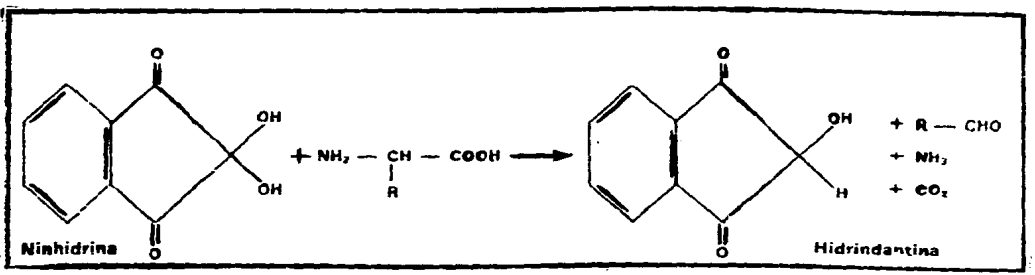


(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 78, 1984)

Curva de titulación de la alanina.

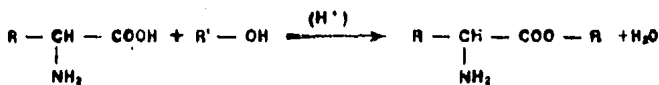


(Blagovan, I.V.: Bioquímica Fundamental, Limusa, Pág. 10, 1983)



Louisot, P.: *Química Industrial*, Editorial A.C., Pág. 380, (1977)

REACCIONES
DE LOS
AMINOACIDOS.



Los ésteres son líquidos destilables a presión reducida. A lo largo del tiempo sufren generalmente una polimerización o una condensación a partir de dos moléculas, con formación de amidas cíclicas.

- La formación de una amida.

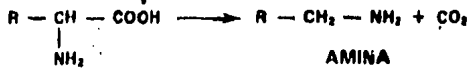
Se obtiene por reacción con una amina.



Esta reacción reviste una importancia particular cuando la amina proviene de otro aminoácido; pues conduce entonces al enlace peptídico (cf. sección :

- La reacción de descarboxilación.

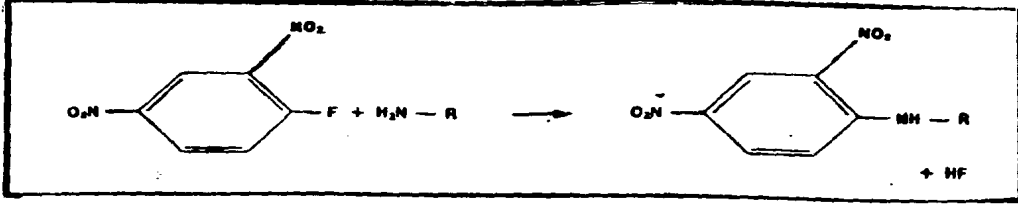
La descarboxilación de un aminoácido da lugar a una amina. Es posible por vía química o enzimática.



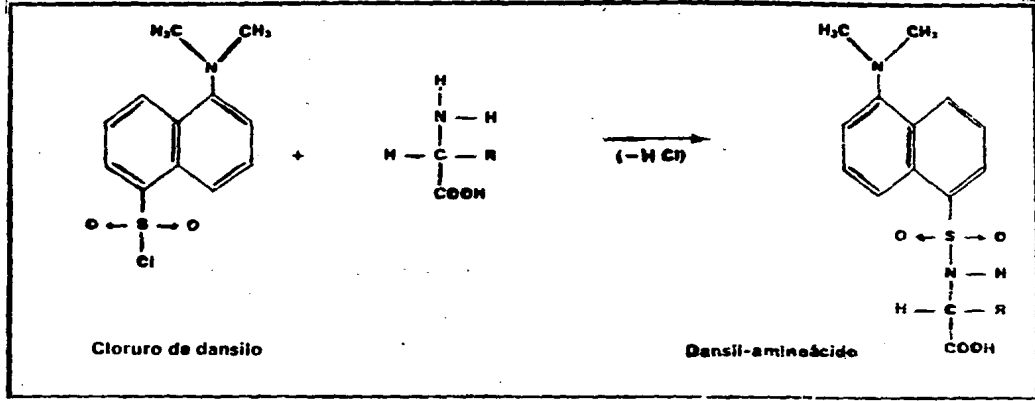
(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 379, 1977)

(Louisot, F.: *Bioquímica estructural*, Editorial A.C., Págs. 380 y 381, 1977)

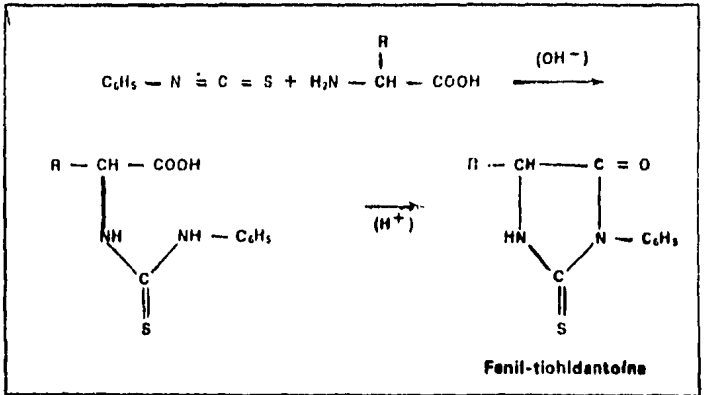
Reacción de Sanger.



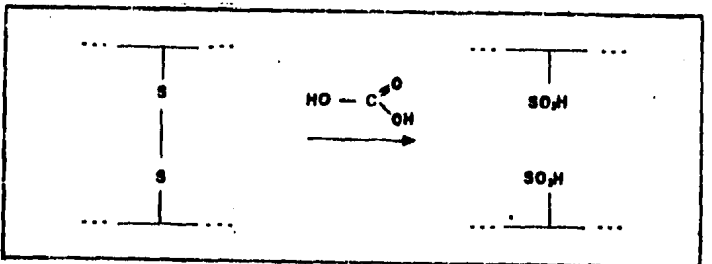
Reacción del cloruro de dansilo.



Reacción de Alder.

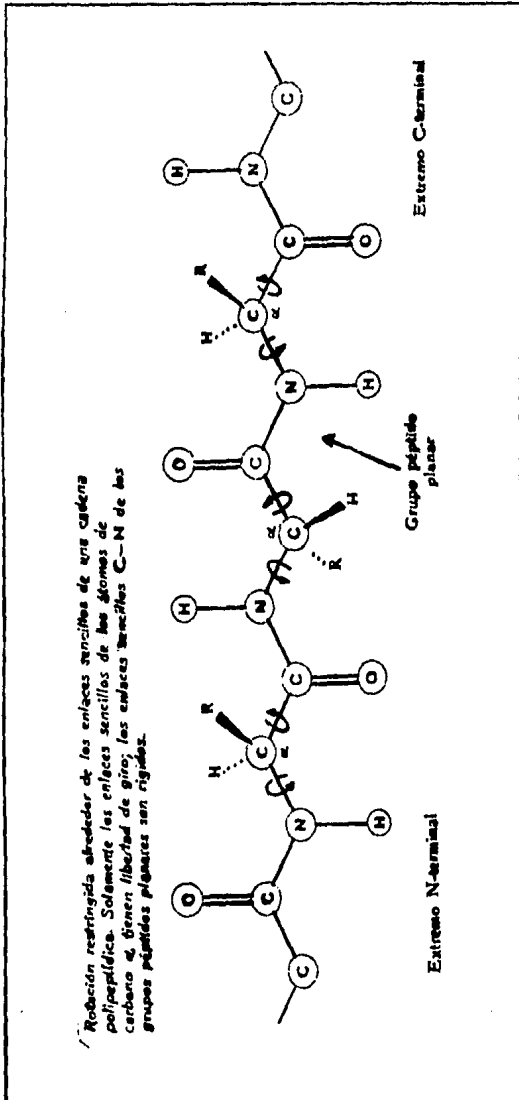


Escisión del Puente Disulfuro.



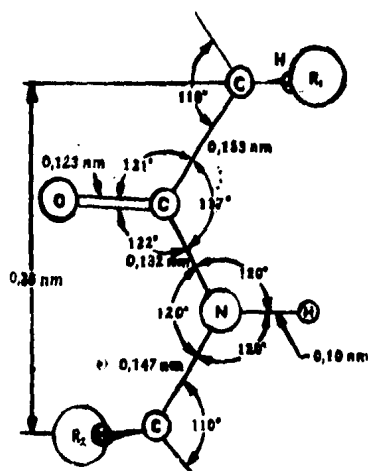
(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 398, 1977)

ESTRUCTURA PRIMARIA.

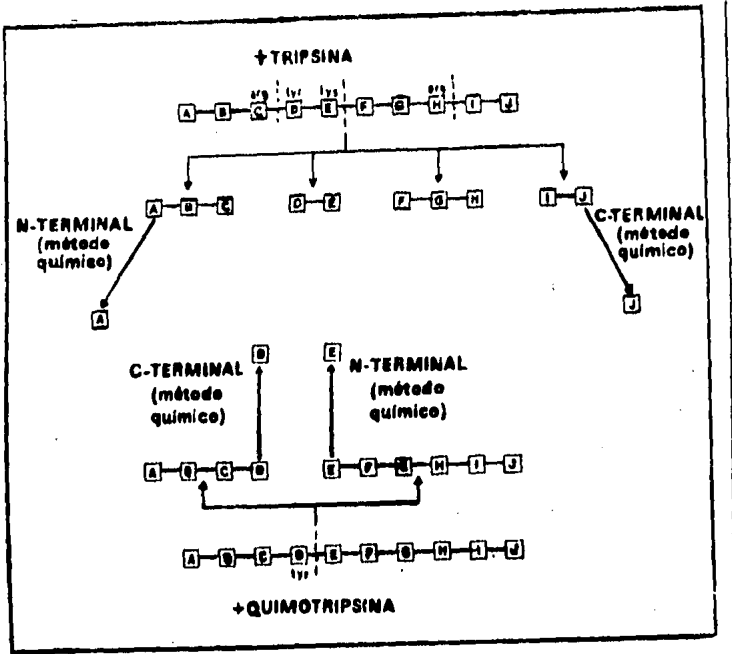


(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, -
Omega, Pág. 130, 1984)

Dimensiones del enlace peptídico a partir de los datos de rayos X. Los seis átomos de la zona sombreada se hallan en un plano. Puesto que el enlace C-N central posee cierto carácter de enlace doble, este plano tiende a ser rígido. Las longitudes de los enlaces vienen dadas en nanómetros.



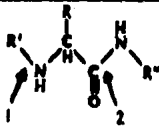
(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, -
Omega, Pág. 129, 1984)



Principio de la determinación de la secuencia de un decapepéptido por los métodos enzimático y químico.

Ruptura de los enlaces peptídicos

Métodos asimétricos

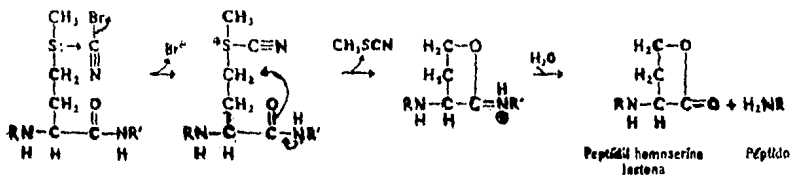


	Punto de ruptura	Identidad del grupo R	Fuente, <i>PM</i> y <i>pH</i> óptimo
Tripsina	2	Lisina o arginina (clasinas modificadas)	Páncreas 24 000 8-9
Quimotripsina	2	Rápidamente, tirosina, triptófano, fenilalanina Lentamente, asparagina, glutamina, histidina, leucina, lisina, metionina, serina y treonina.	Páncreas 24 300 7-8
Pepsina	1 & 2	Rápidamente, glicina, triptófano, fenilalanina y leucina Lentamente, glutámico, cisteína, cistina, alanina	Jugo gástrico 32 700 1,5-2,0
Papaina	2	Más rápidamente, arginina y lisina Más lentamente, la mayor parte de los aminoácidos	Papaya 21 000
Subtilisina	—	No específica	Amplio intervalo de <i>pH</i> B. Subtilis
Plonasa	—	No específica	27 500 S. Griseus

Ruptura de los enlaces peptídicos

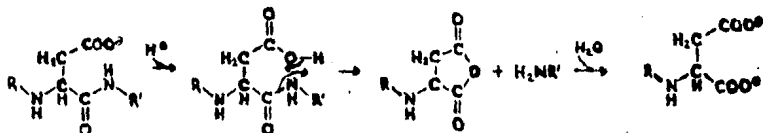
Métodos químicos

El bromuro de cianógeno (CNBr) efectúa su ruptura por los restos metionilo



El polipéptido debe desplegarse para que todos los restos metionilo queden expuestos. Este es el único método químico de ruptura muy específico que se produce con buen rendimiento

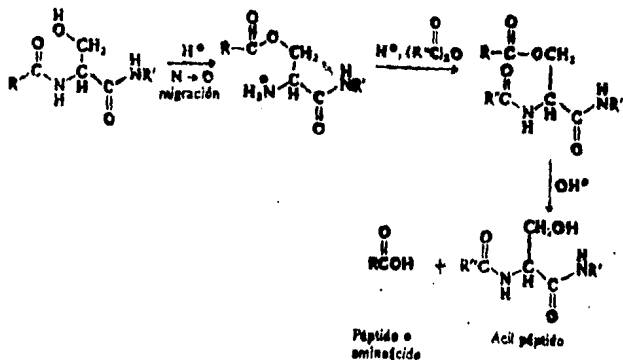
El proión (H^+) actúa sobre los restos aspártico.



Ruptura de los enlaces peptídicos

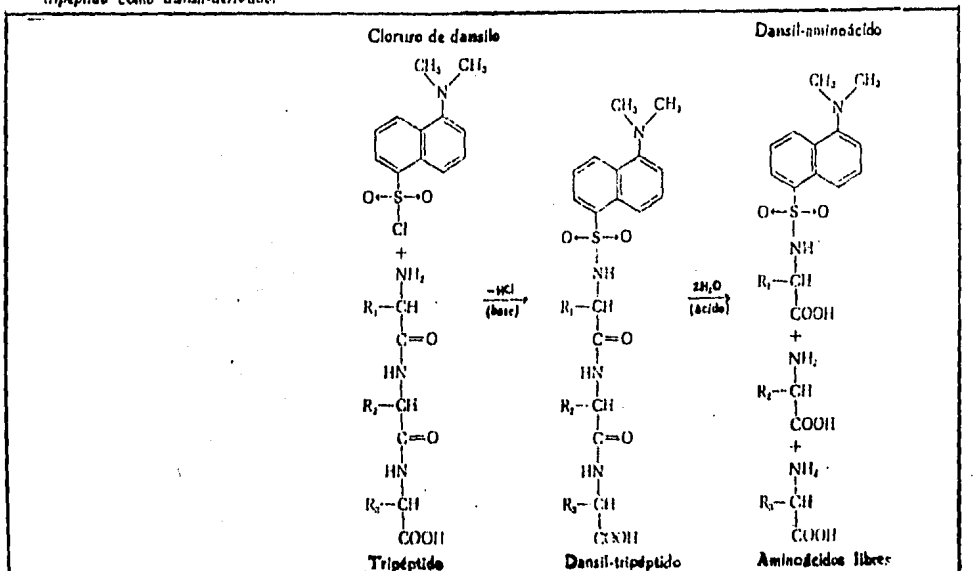
Métodos químicos

Las trasposiciones de acilo ($\text{N} \rightarrow \text{O}$) actúan sobre los restos de serilo y treonilo

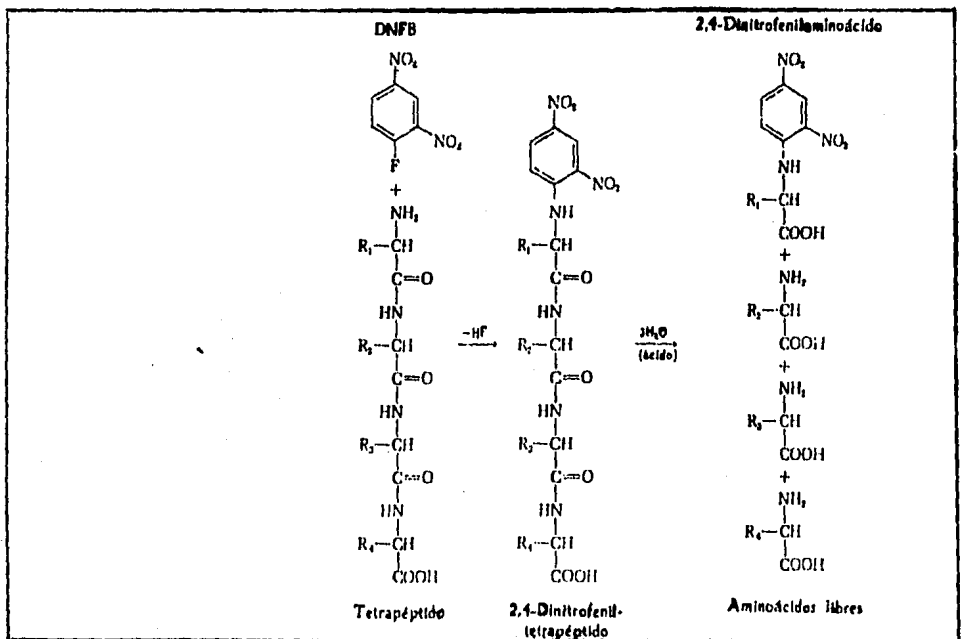


(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, págs. 134 y 135, 1975)

Identificación del resto N-terminal de un triptérido como dansil-derivado.



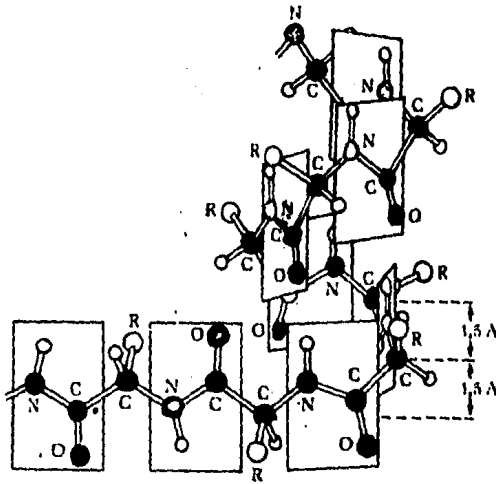
Identificación del resto aminoácido N-terminal de un tetrapérido, mediante la reacción de Sanger.



ESTRUCTURA SECUNDARIA.

Hélice α

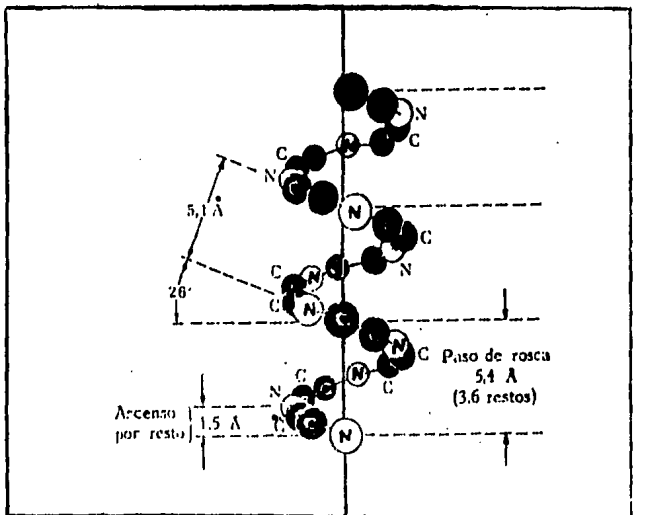
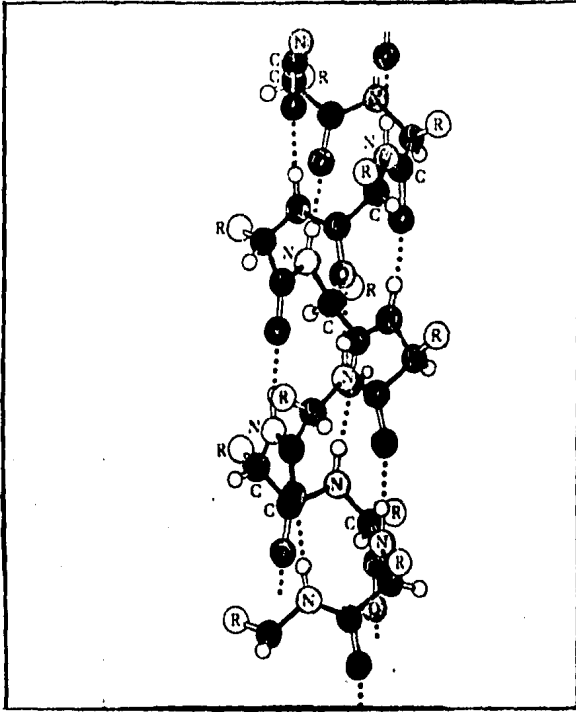
Formación de una hélice α dextra. Los planos de los enlaces péptidos rígidos son paralelos al eje mayor de la hélice.



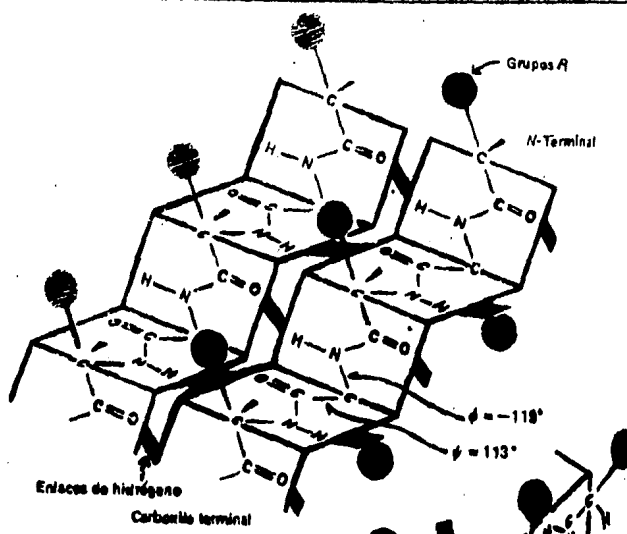
Dimensiones medias de la hélice α . El paso de rosca y el ascenso por resíduo corresponden a las periodicidades mayores y menores de 5.4 y 1.5 Å, respectivamente. Este esquema muestra una hélice α levógira; todas las demás de esta misma página son dextrógiras.

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 131, 1984)

Modelo de bolas y varillas de la hélice α ,
que muestra los enlaces de hidrógeno
intracadena.



(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Cengage,
Pág. 131, 1984)

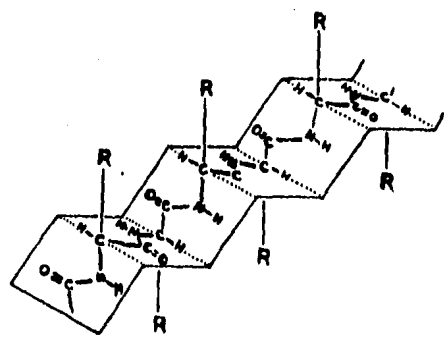
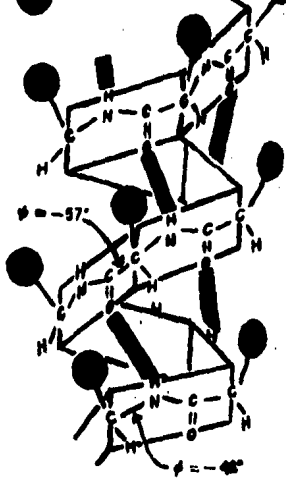


Planos escalonados paralelos

a)

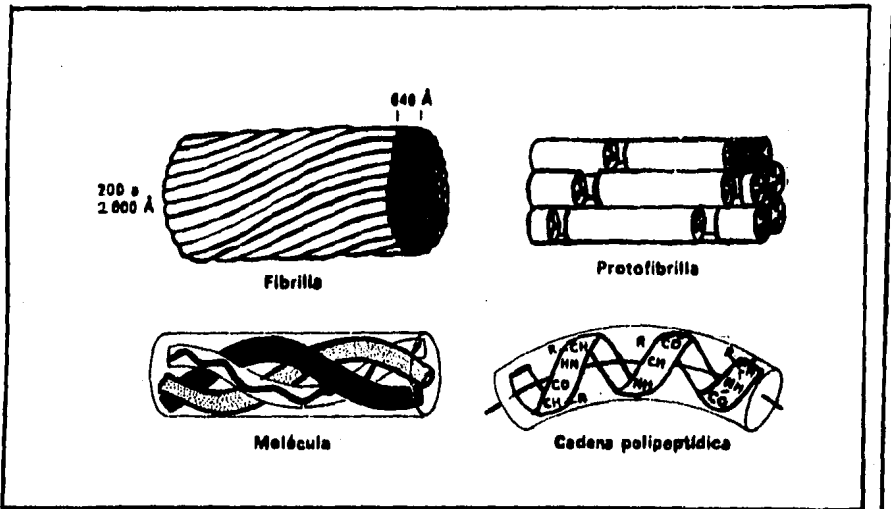
Hélice α a la derecha

Estructuras de las cadenas polipeptídicas estabilizadas por puentes de hidrógeno: a), planos escalonados paralelos (estructura plegada); los enlaces de hidrógeno entre cadenas adyacentes están representados en líneas gruesas. Las regiones planas de los enlaces peptídicos se representan mediante planos; b), hélice α mostrando los enlaces peptídicos planos y los puentes de hidrógeno entre cada cuatro enlaces.



Estructura fibrosa de tipo β en la conformación de hoja plegada.

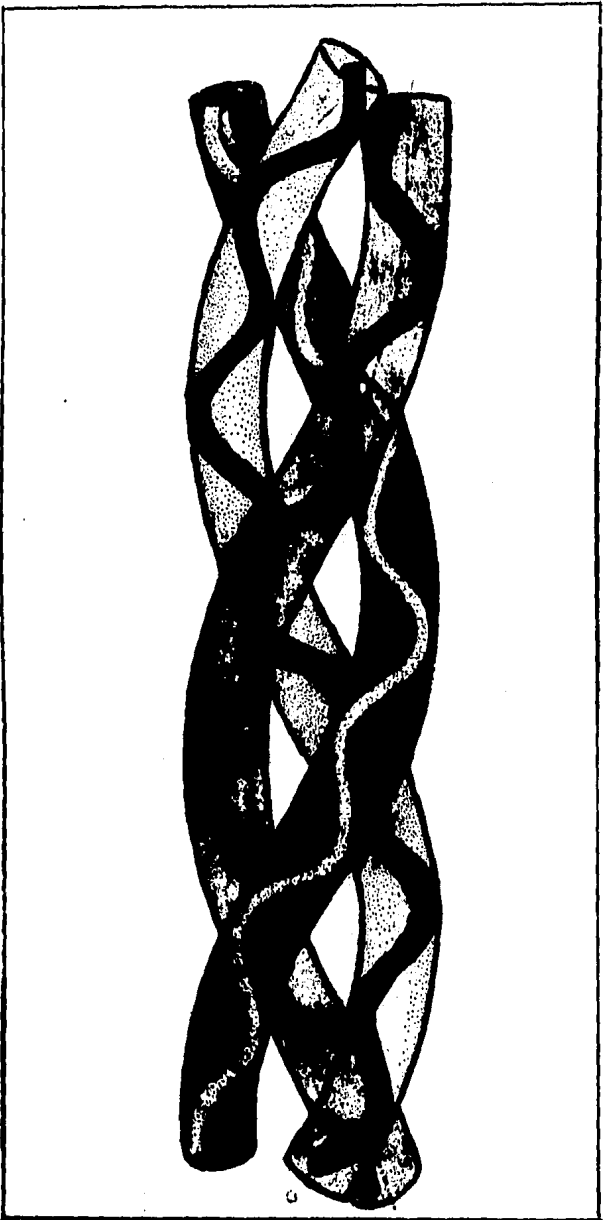
ESTRUCTURA SECUNDARIA DE COLÁGENA.



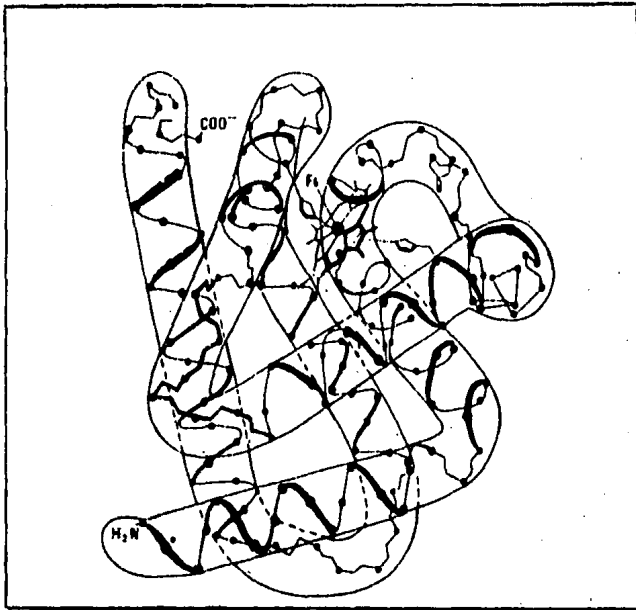
Organización jerárquica del colágeno (según R. Garono, 1975, documento citado).

- La fibrilla: visible al microscopio electrónico, está constituida por protofibrillas. Su diámetro varía de 200 a 2000 Å. Presenta una ustración transversal regular de periodicidad 640 Å (en tinción negativa).
- La protofibrilla: constituida por cinco «moléculas» dispuestas alrededor de un cilindro hueco, con un desfase longitudinal entre ellas de 640 Å.
- La molécula: caracterizada por su organización manuelina tricatenaria.
- La cadena polipeptídica unitaria.

(Wood, William B., Wilson, H. John: Bioquímica, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 78, 1977)

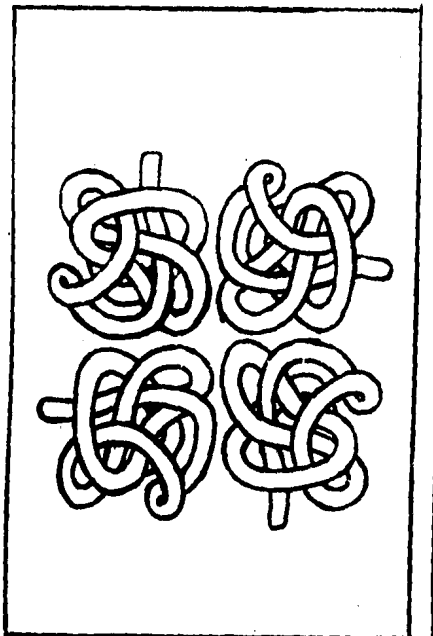


(Wood, William B., Wilson, H. John: Bioquímica, Fondo Educativo Interamericano, Pá. 79, 1977)

ESTRUCTURA TERCIARIA.

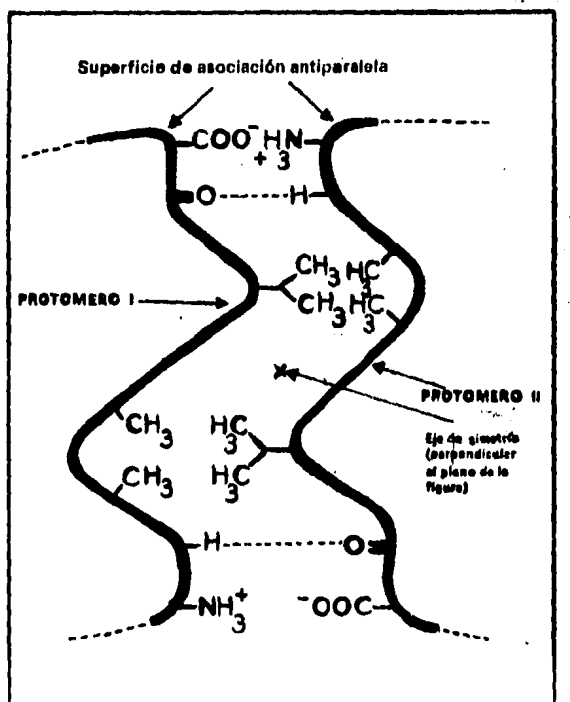
La estructura de la mioglobina. El ion ferroso está en el centro del grupo de protohemo.

(Edwards, B.A., Nassall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno S. A., Pág. 59, 1976)



Representación esquemática de una estructura cuaternaria con cuatro protómeros (dissimétrica).

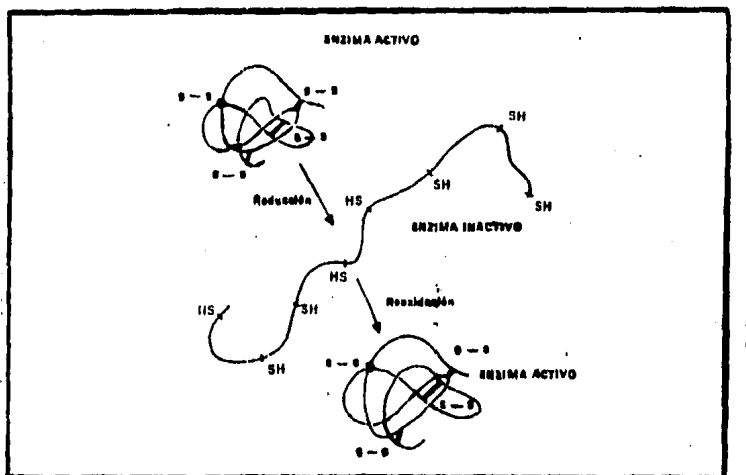
ESTRUCTURA
QUATERNARIA.



Asociación de dos protómeros en un dímero. (Según J. P. Changeux, *Bulletin de la Société de Chimie Biologique*, pág. 284, 47, 1975.)
(Louisot, P.: *Biología Estructural*, - Editorial A.C., Pág. 461, 1977)

DESNATURALIZACIÓN

PROTEICA.

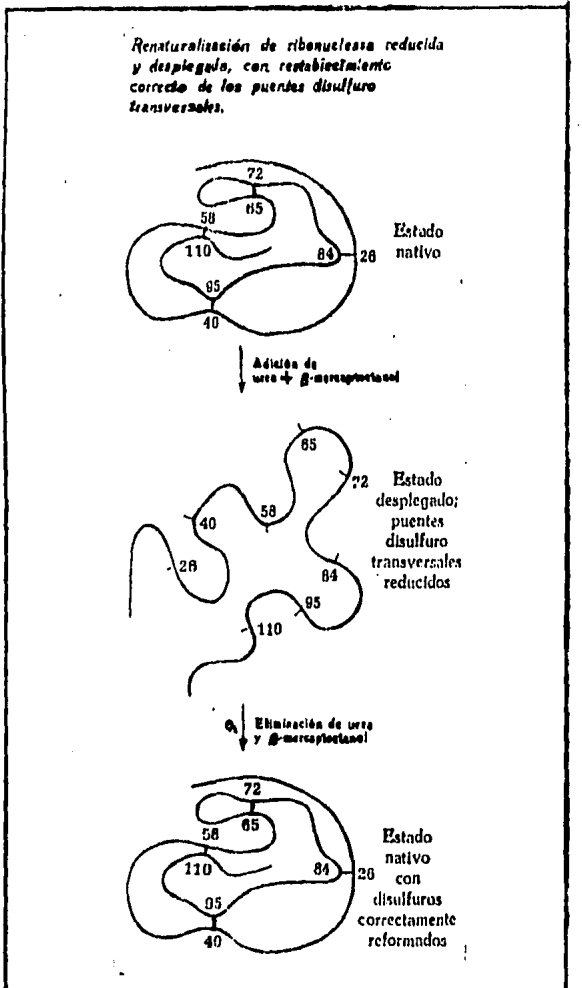


Desnaturalización reversible de la ribonucleasa, *in vitro*.

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 368, 1984)

RENATURALIZACIÓN

PRÁCTICA.



(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 144, 1984)

ENZIMAS.

Clasificación de las enzimas en seis grupos principales

1. Oxidorreductasas:	Estas agregan o substraen electrones, oxígeno o hidrógeno; ejemplo, oxidasas, deshidrogenasas
2. Transferasas:	Estas transfieren un grupo de una molécula orgánica hacia otra; ejemplo, transferasas de grupos metilo, transferasas de grupos acilo, fosfatotransferasas, aminotransferasas
3. Hidrolasas:	Estas rompen una molécula en dos por acción del agua; ejemplo, aquellas que actúan sobre los enlaces de éster, sobre enlaces de polisacáridos, sobre enlaces peptídicos
4. Lisas:	Estas remueven grupos no hidrolíticamente, dejando una doble ligadura o, a la inversa, agregan grupos a las dobles ligaduras; ejemplo, descarboxilasas, enzimas que condensan sustrato, aldolasas
5. Isomerasas:	Estas llevan a cabo una redistribución de átomos o de grupos de átomos, dentro de una molécula; ejemplo, epimerasas, mutasas
6. Ligasas:	Estas unen dos moléculas, siempre a expensas de un compuesto de alta energía, habitualmente ATP; ejemplo, las enzimas que unen aminoácidos a sus RNA-s específicos, las enzimas que conducen a la Acil CoA a unir el ácido libre y la coenzima A

(Edwards, N.A., Haessall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno S.A., Pág. 95, 1976)

Esbozo del I. U. B. para la clasificación de las enzimas

Número de la categoría de enzimas	Nombre sistemático	Nombre común	Grupos activos y cofactores	Reacción	Fuente
1 OXIDORREDUCTASAS					
1.1 Actúan sobre el grupo >CHOH de donadores					
1.1.1 Con NAD o NADP como aceptor (66)					
1.1.1.1 (C)	Alcohol: NAD oxidoreductasa	Alcohol dehidrogenasa	Zn ⁺⁺	Alcohol + NAD = alde. o cetona + NADH ₂	Levadura, algunos tejidos animales
1.1.1.8 (C)	3-Fosfato de L-glicerol: NAD oxidoreductasa	Glicero-3-fosfato dehidrogenasa		3-fosfato de L-glicerol + NAD = fosfato de dihidroxiacetona + NADH ₂	Tejidos animales
1.1.1.37 (C)	L-malato: NAD oxidoreductasa	Malato de hidrogenasa		L-malato + NAD = oxalacetato + NADH ₂	Microbios, tejidos animales y vegetales
1.1.2 Con un citocromo como aceptor (4)					
1.1.2.3 (C)	L-lactato: citocromo c oxidoreductasa	Lactato dehidrogenasa	F, H	L-lactato + citocromo c oxidado = piruvato + citocromo c reducido.	Levadura
1.1.3 Con O ₂ como aceptor (9)					
1.1.3.2 (C)	L-lactato: O ₂ oxidoreductasa (decarboxilante)	Lactato oxidasa	F	L-lactato + O ₂ = acetato + CO ₂ + H ₂ O ₂	Bacterias
1.1.99 Con otros aceptores (5)					
1.2 Que actúan sobre los grupos aldehído o ceto de donadores					
1.2.1 Con NAD o NADP como aceptor (20)					
1.2.1.12 (C)	3-Fosfato de D-gliceraldehído: NAD oxidoreductasa (fosforilante)	Fosfato de triosa dehidrogenasa	Zn ⁺⁺	3-fosfato de D-gliceraldehído + fosfato NAD = 1,3-difosfato-D del ácido glicérico + NADH ₂	La mayoría de las células vivas
1.2.2 Con un citocromo como aceptor (2)					
1.2.3 Con O ₂ como aceptor (4)					

(Hertz, T. Edwin: Bioquímica, Publicaciones Cultural, Pág. 323, 1960)

Número de la comisión de enzimas	Nombre sistemático	Nombre común	Grupos activos y cofactores	Reacción	Fuente
1.2.3.1 (C)	Xantina:O ₂ oxidorreductasa	Xantina oxidasa	F, Mo ⁴⁺ , Fe ²⁺	Xantina + H ₂ O + O ₂ = urato + H ₂ O ₂	Tejidos animales, leche, bacterias
1.2.4	Con lipato como aceptor (4)				
1.2.99	Con otros aceptores (1)				
1.3	Que actúan sobre los grupos >CHCH < de donadores				
1.3.1	Con NAD o NADP como aceptores (5)				
1.3.1.2	4,5-dihidro-uracilo: NAD(P) oxidorreductasa	Dihidrouracilo dehidrogenasa		4,5-dihidro-uracilo + NADP = uracilo + NADPH ₂	Hígado
1.3.2	Con un citocromo como aceptor (3)				
1.3.2.2	Acil-CoA: citocromo c oxidorreductasa	Acil-CoA dehidrogenasa	F, Fe ²⁺	Acil-CoA + citocromo c oxidado = 2,3-dihidroacil-CoA + citocromo c reducido.	Tejidos animales
1.3.3	Con O ₂ como aceptor (1)				
1.3.99	Con otros aceptores (3)				
1.4	Que actúan sobre el grupo >CH-NH ₂ de los donadores				
1.4.1	Con NAD o NADP como aceptor (6)				
1.4.1.2	L-glutamato: NAD oxidorreductasa (deaminante)	Glutamato dehidrogenasa		L-glutamato + H ₂ O + NAD = 2-oxoglutarato + NH ₃ + NADH ₂	Todas las células completas
1.4.3	Con O ₂ como aceptor (6)				
1.4.3.2	L-aminoácido: O ₂ oxidorreductasa (deaminante)	L-aminoácido oxidasa	F	L-aminoácido + H ₂ O + O ₂ = 2-Oxoácido + NH ₃ + H ₂ O ₂	Hígado, riñones, microbios
1.5	Que actúan sobre el grupo C-NH de donadores				
1.5.1	Con NAD o NADP como aceptor (5)				
1.5.3	Con O ₂ como aceptor (3)				
1.6	Que actúan sobre NADH ₂ o NADPH ₂ como donador				
1.6.1	Con NAD o NADP como aceptor (1)				
1.6.2	Con un citocromo como aceptor (3)				
1.6.4	Con un compuesto disulfuro como aceptor (3)				
1.6.5	Con una quinona o un compuesto relacionado como aceptor (4)				
1.6.6	Con un grupo nitrogenado como aceptor (7)				
1.6.99	Con otros aceptores (1)				
1.7	Que actúan sobre estos compuestos nitrogenados como donadores				
1.7.3	Con O ₂ como aceptor (3)				
1.7.99	Con otros aceptores (3)				
1.8	Que actúan sobre el grupo de azufre como donadores				
1.8.1	Con NAD o NADP como aceptor (2)				
1.8.3	Con O ₂ como aceptor (2)				
1.8.4	Con un compuesto disulfuro como aceptor (1)				
1.8.4.1	Glutatión: homocistina oxidorreductasa	Glutatión-homocistina transhidrogenasa		2 glutatión reducido + homocistina = glutatión oxidado + 2 homocisteína	Hígado

Número de comisión de enzimas	Nombre sistemático	Nombre común	Grupos activos y cofactores	Reacción	Fuente
	1.8.5	Con una quinona o compuesto relacionado como aceptor (1)			
	1.8.6	Con un grupo nitrogenado como aceptor (1)			
	1.9	Que actúan sobre los grupos heni de donadores			
	1.9.3	Con O ₂ como aceptor (3)			
1.9.3.1	Citocromo c: O ₂ oxidoreductasa	Citocromo oxidasa (citocromo c)	H, Cu ⁺⁺	4 citocromo c reducido + O ₂ = 4 citocromo c oxidado + 2H ₂ O	La mayoría de las células
	1.9.6	Con un grupo nitrogenado como aceptor (1)			
	1.10	Que actúan sobre difenoles y sustancias relacionadas como donadores			
	1.10.3	Con O ₂ como aceptor (3)			
	1.11	Que actúan sobre H ₂ O ₂ como aceptor (8)			
1.11.1.6 (C)	H ₂ O: H ₂ O ₂ oxidoreductasa	Catalasa	H	H ₂ O ₂ + H ₂ O ₂ = O ₂ + 2 H ₂ O	La mayoría de las células
	1.88	Enzimas que emplean H ₂ como reductor (1)			
	1.89	Otras enzimas que emplean O ₂ como oxidante			
	1.89.1	Hidroxilasas (15)			
	1.89.2	Oxigenasas (9)			
2	TRANSFERASAS				
	2.1	Que transfieren grupos de un carbono			
	2.1.1	Metiltransferasas (10)			
2.1.1.2	S-adenosilmetionina: acetato de guanidino-N-metiltransferasa	Acetato de guanidino metiltransferasa		Sadenosilmetionina + acetato de guanidino = 3-adenosilhomocisteína + creatina	Hígado
	2.1.2	Hidroximetil, formil- y transferasas relacionados (6)			
2.1.2.1	L-serina: tetrahidrofolato de 5,10- hidroximetiltransferasa	Serina hidroximetiltransferasa	Py, Mn ⁺⁺	L-serina + tetrahidrofolato = glicina + 5,10- metileno-tetrahidrofolato	Hígado
	2.1.3	Carboxil- y carbamoiltransferasas (3)			
2.1.3.3	Carbamoilfosfato: L-ornitina carbamoiltransferasa	Ornitina carbamoiltransferasa		Fosfato de carbamoilo + L-ornitina = ornitofosfato L-citrulina	Tejidos animales, bacterias
	2.2	Que transfieren residuos aldehídicos y cetónicos (2)			
2.2.1.2 (C)	7-fosfato de D-sedoheptulosa: 3-fosfato de D-gliceraldehído dihidroxiacetona transferasa	Transaldolasa		7-fosfato de D-sedoheptulosa + 2-fosfato de D-gliceraldehído = 4-fosfato de D-eritrosa + 6-fosfato de D-fructosa	Hígado, plantas, levaduras
	2.3	Aciltransferasas			
	2.3.1	Aciltransferasas (20)			
2.3.1.3	Acetil-CoA: acetil CoA C-acetiltransferasa	Acetil-CoA acetiltransferasa		Acetil-CoA + acetil-CoA = CoA + acetil-CoA	Tejidos animales

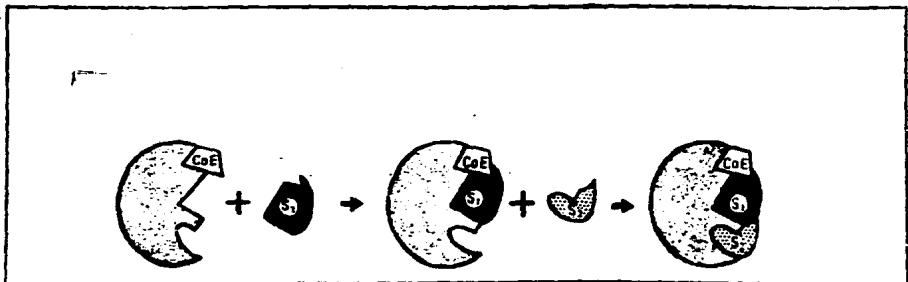
Número de la comisión de enzimas	Nombre sistemático	Nombre común	Grupos activados y cofactores	Reacción	Fuente
2.3.2 Aminoaciltransferasas (1)					
2.4 Glucosiltransferasas					
2.4.1 Hexosil transferasas (28)					
2.4.1.11	UDP glucosa: glucógeno α -4-glucosiltransferasa	UDP glucosa: glucógeno glucosiltransferasa	Mg ⁺⁺ , S	UDP glucosa + (glucógeno) _n = UDP + (glucógeno) _{n+1}	Tejidos animales, levaduras, bacterias
2.4.1.c	UDP galactosa: D-glucosa 1-galactosiltransferasa	UDP galactosa: glucosa galactosiltransferasa		UDP galactosa + D-glucosa = UDP + lactosa.	Glándulas mamarias
2.4.2 Pentosiltransferasas (14)					
2.4.2.13	ATP:L-metionina adenosiltransferasa	Metionina adenosiltransferasa	Mg ⁺⁺ , M ⁺⁺ , S	ATP + L-metionina + H ₂ O = ortofosfato + pirofosfato + S-adenosilmetionina	Hígado, levaduras
2.5 Que transfieren grupos alquilo o grupos relacionados (5)					
2.6 Que transfieren grupos nitrogenados					
2.6.1 Aminotransferasas (19)					
2.6.1.2	L-alanina: 2-oxoglutarato aminotransferasa	Alanina aminotransferasa (también glú-pirúvico transaminasa)	Py	L-alanina + 2-oxoglutarato = piruvato + L-glutamato	Tejidos animales y vegetales
2.6.2 Amidino transferasas (1)					
2.6.3 Oximinotransferasas (1)					
2.7 Que transfieren grupos que contienen fósforo					
2.7.1 Fosfotransferasas con un grupo alcohol como aceptor (49)					
2.7.1.1 (C)	ATP: D-hexosa 6-fosfo-transferasa	Hexoquinasa	Mg ⁺⁺	ATP + D-hexosa = ADP + 6-fosfato de D-hexosa	Tejidos animales, hongos, levaduras
2.7.2 Fosfotransferasas con grupo carboxilo como aceptor (5)					
2.7.3 Fosfotransferasas con un grupo nitrogenado como aceptor (5)					
2.7.3.2 (C)	ATP: creatina fosfo-transferasa	Creatina quinasa	Mg ⁺⁺	ATP + creatina = ADP + fosfocreatina	Tejidos animales
2.7.4 Fosfotransferasas con un fosfo-grupo como aceptor (10)					
2.7.5 Fosfotransferasas con regeneración de donadores (4)					
2.7.6 Pirofosfotransferasas (2)					
2.7.7 Nucleotidiltransferasas (24)					
2.7.7.12	UDP glucosa: 1-fosfato de α -D-galactosa uridil-transferasa	1-Fosfato de hexosa uridiltransferasa	Mg ⁺⁺	UDP glucosa + 1-fosfato de α -D-galactosa = 1-fosfato de α -D-glucosa + UDP	Tejidos animales, levaduras, bacterias
2.7.8 Transferasas para otros grupos-fosfo sustituidos (3)					
2.8 Que transfieren grupos que contienen azúcar					
2.8.1 Sulfotransferasas (2)					
2.8.2 Sulfotransferasas (5)					
2.8.3 CoA-transferasas (4)					
3	HIDROLASAS				
3.1 Que actúan sobre enlaces de éster					
3.1.1 Hidrolasas de ésteres carbonílicos (20)					

Número de la comisión de enzimas	Nombre sistemático	Nombre común	Grupos activos y cofactores	Reacción	Fuente
3.1.1.3	Glicerol éster hidrolasa	Lipasa	Ca ⁺⁺	Un triglicérido + H ₂ O = un diglicérido + un ácido graso	Páncreas, vegetales, hongos, bacterias
3.1.1.8	Acilcolina acilhidrolasa	Colinesterasa		Un acilcolina + H ₂ O = colina + un ácido	Tejidos animales, sangre
	3.1.2 Tioéster hidrolasas (8)				
	3.1.3 Monoéster fosfórico hidrolasas (19)				
3.1.3.1	Mono-éster ortofosfórico fosfohidrolasa	Fosfatasa alcalina	M ⁺⁺	Un monoéster ortofosfórico + H ₂ O = un alcohol + H ₃ PO ₄	Tejidos animales, leche
	3.1.4 Diéster fosfórico hidrolasas (9)				
3.1.4.5 (C)	Desoxirribonucleato oligonucleotidohidrolasa	Desoxirribonucleasa	Mg ⁺⁺	DNA + (n-1) H ₂ O = n oligodesoxirribonucleótidos	Tejidos animales
	3.1.5 Monoéster trifosfórico hidrolasas (1)				
	3.1.6 Ester sulfúrico hidrolasas (6)				
	3.2 Que actúan sobre compuestos glucosídicos:				
	3.2.1 Hidrolasas glucosídicas (36)				
3.2.1.1 (C)	α1, 4-glucan hidrolasa	α-amilasa	Ca ⁺⁺ , A	Hidroliza enlaces α1, 4-glucan en polisacáridos, que contienen 3 o más α1, 4 unidades de D-glucosa enlazadas	Tejidos animales, saliva, plantas, hongos, bacterias.
	3.2.2 Compuestos que hidrolizan β-glucosil (6)				
	3.2.3 Compuestos que hidrolizan S-glucosil (1)				
	3.3 Que actúan sobre enlaces de éter				
	3.3.1 Tioéster hidrolasas, (1)				
	3.4 Que actúan sobre enlaces péptidos (hidrolasas péptidas)				
	3.4.1 α-amino péptido aminoacido hidrolasas (4)				
3.4.1.1	Ninguno	Leucina amino-peptidasa	M ⁺⁺	Separa los N-terminales de aminoácidos en L-péptidos. Mejor cuando la leucina es el N-terminal	Jugo intestinal
	3.4.2 α-carboxi péptido aminoacido hidrolasas (3)				
3.4.2.1 (C)	Ninguno	Carboxipeptidasa A	Zn ⁺⁺	Separa amino-ácidos con C-terminales de los L-péptidos. No puede actuar con proline o aminoácidos, a.) básicos.	Jugo pancreático
	3.4.3 Dipéptido hidrolasas (7)				
3.4.3.1	Glicilglicina hidrolasa	Glicilglicina dipeptidasa	Co ⁺⁺	Desdoble glicil y sarcosilglicina	Tejidos animales
	3.4.4 Péptido péptido hidrolasas (23)				
3.4.4.1	Ninguno	Pepsina		Endopeptidasa	Jugo gástrico
3.4.4.4	Ninguno	Tripsina		Endopeptidasa	Jugo pancreático
3.4.4.5	Ninguno	Quimotripsina		Endopeptidasa	Jugo pancreático

Número de la comisión de enzimas	Nombre sistemático	Nombre común	Grupos activos y cofactores	Reacción	Fuente
3.4.4.13	Ninguno	Trombina	Ca ⁺⁺	Convierte el fibrinógeno en fibrina	Protrombina del plasma
3.4.4.14	Ninguno	Plasmina		Convierte la fibrina en productos solubles	Plasminógeno del plasma
3.5 Que actúan sobre enlaces C-N, distintos de los enlaces péptidos					
3.5.1 En amidas lineales (18)					
3.5.1.2	L-glutamina amidohidrolasa	Glutaminasa	A	L-glutamina + H ₂ O = L-glutamato + NH ₃	Tejidos animales, protozoarios, bacterias
3.5.2	En amidas cíclicas (7)				
3.5.3	En amidas lineales (6)				
3.5.3.1 (C)	L-arginina ucohidrolasa	Arginasa	M ⁺⁺	L-arginina + H ₂ O = L-ornitina + urea	Tejidos animales, plantas
3.5.4	En amidas cíclicas (12)				
3.5.99	En otros compuestos (2)				
3.6 Que actúan sobre enlaces anhídridos ácidos					
3.6.1 En anhídridos que contienen fosforilo (12)					
3.6.1.3	ATP fosfohidrolasa	ATPasa (miosina)	Ca ⁺⁺	ATP + H ₂ O = ADP + ortofosfato	Músculos
3.7 Que actúan sobre enlaces C-C					
3.7.1	En sustancias cetónicas (2)				
3.8 Que actúan sobre enlaces haluros					
3.8.1	En compuestos C-haluros (1)				
3.8.2	En compuestos P-haluros (1)				
3.9 Que actúan sobre enlaces P-N (1)					
4 LIASAS					
4.1 Liasas carbono-carbono					
4.1.1 Carbonil-liasas (39)					
4.1.1.22	L-histidina carboxilasa	Histidina Decarboxilasa	Py, M ⁺⁺	L-histidina = histamina + CO ₂	Tejidos animales, bacterias
4.1.2 Aldeído Liasas (16)					
4.1.2.b (C)	-1,6-Difosfato de D-fructosa-3-fosfato de gliceraldeído-liasa	Aldolasa		1,6-Difosfato de fructosa = fosfato ac de hidroxilacetona + 3-fosfato de D-gliceraldehído	Músculo hongo, levaduras
4.1.3 Cetoácidos-liasas (8)					
4.2 Liasas carbono-oxígeno					
4.2.1 Hidro-liasas (26)					
4.2.1.2 (C)	L-malato hidrolasa	Fumarato hidrolasa		L-malato = fumarato + H ₂ O	La mayoría de las células
4.2.1.11 (C)	2-fosfato-D-glicerato hidrolasa	Enolasa	M ⁺⁺	2-fosfato-D-glicerato = piruvato de fosfoenol + H ₂ O	La mayoría de las células

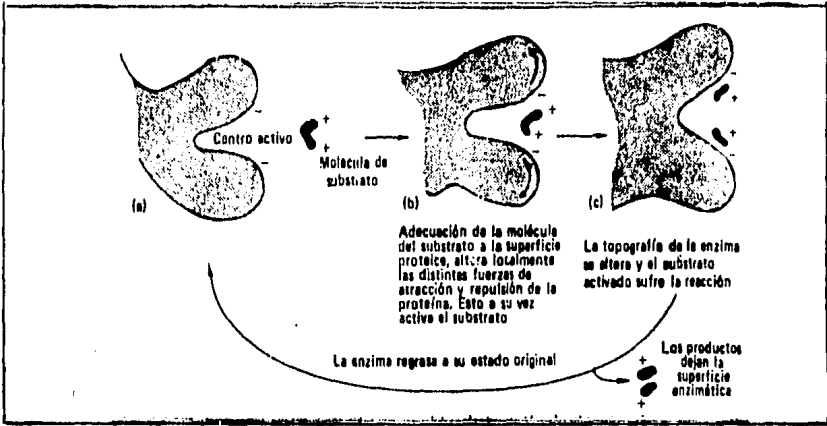
Número de la comisión de enzimas:	Nombre sistemático	Nombre común	Grupos activos y cofactores	Reacción	Fuente
4.2.99	Otras liasas carbono-oxígeno (1)				
4.2	Liasas carbono-nitrógeno				
4.3.1	Amino liasas (6)				
4.3.1.3	L-histidina amonio-lyasa	Histidasa	S	L-histidina = urocanato + NH ₂	Hígado, bacterias
4.3.2	Amidina-liasas (2)				
4.3.2.1	succinato de L-arginina arginina liasa	Argininosuccinasa		Succinato de L-arginina = fumarato + L-arginina	La mayoría de las células.
4.4	Liasas carbono-azufre (4)				
4.5	Liasas carbono-haluro (1)				
5	ISOMERASAS				
5.1	Racemasas y epimerasas				
5.1.1	Que actúan sobre aminoácidos y derivados (8)				
5.1.2	Que actúan sobre hidroxilados y derivados (3)				
5.1.3	Que actúan sobre carbohidratos y derivados (7)				
5.1.3.2	UDPglucosa 4-epimerasa	Galactowaldenasa	NAD, Mg ⁺⁺	UDPglucosa = UDPgalactosa	Tejidos animales, levaduras, bacterias.
5.2	Que actúan sobre otros compuestos (1)				
5.2	Isomerasas cis-trans (4)				
5.2.1.3	All-trans-retineno 11-cis-trans-isomerasa	Retineno isomerasa		All-trans-retineno = 11-cis-retineno	Retina
5.3	Oxidoreductasas intramoleculares				
5.3.1	Que interconvierten aldehídos y cetonas (14)				
5.3.1.9	6-fosfato de D-glucosa ceto-isomerasa	Glucosa-6-fosfato isomerasa		6-fosfato de D-glucosa = 6-fosfato de D-fructosa	Tejidos animales, plantas, levaduras
5.3.2	Que interconvierten grupos ceto y enol (1)				
5.3.3	Que transponen enlaces C=C (8)				
5.4	Transferasas intramoleculares				
5.4.1	Que transfieren grupos acilo (1)				
5.4.2	Que transfieren grupos fosforilo (1)				
5.4.99	Que transfieren otros grupos (1)				
5.4.99.2	Metilmalonil-CoA CoA-carbonilmutasa	Metilmalonil CoA-mutasa	B ₁₂	Metilmalonil CoA = succinil CoA	Tejidos animales, bacterias
5.5	Liasas intramoleculares (1)				
6	LIGASAS				
6.1	Que forman enlaces C-O				
6.1.1	Ligasas aminoácido-RNA (11)				
6.1.1.7	L-alanina:RNA ligasa (AMP)	Alanil-RNA sintetasa	M ⁺⁺	ATP + L-alanina + sRNA = AMP + pirofosfato + L-alanil-sRNA	Hígado

ASOCIACION ENZIMA-COFACTOR



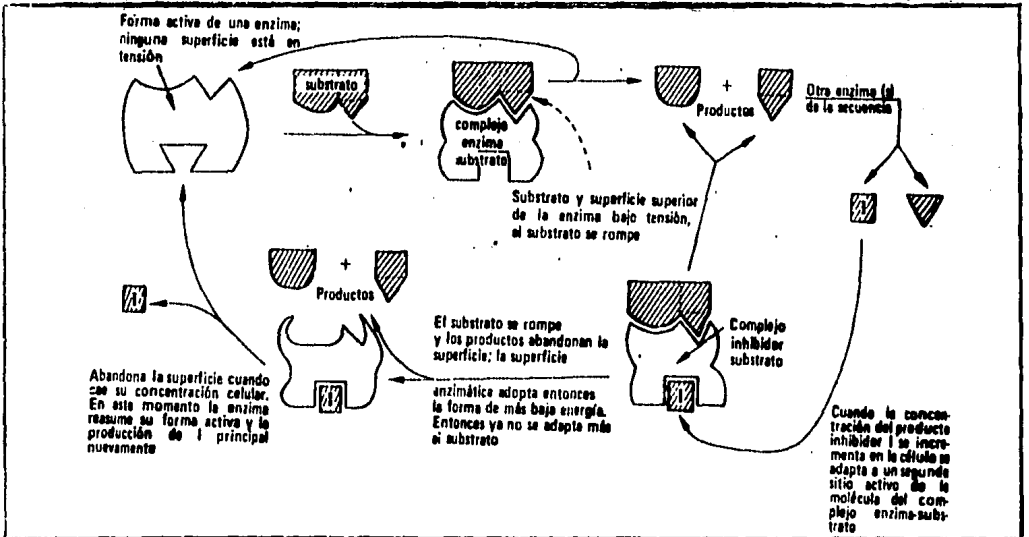
(Harper, Harold A.:
Manual de Química
Fisiológica, El Pa-
nual Moderno, Págs.
79, 1980)

Representación de la adsorción sucesiva de una coenzima (CoE) y de dos sustratos (S_1 y S_2) sobre una enzima en término de la hipótesis de la plantilla. Se supone que la coenzima porta un grupo esencial que se une al primer sustrato (S_1), el cual a su vez es necesario para unir a S_2 .

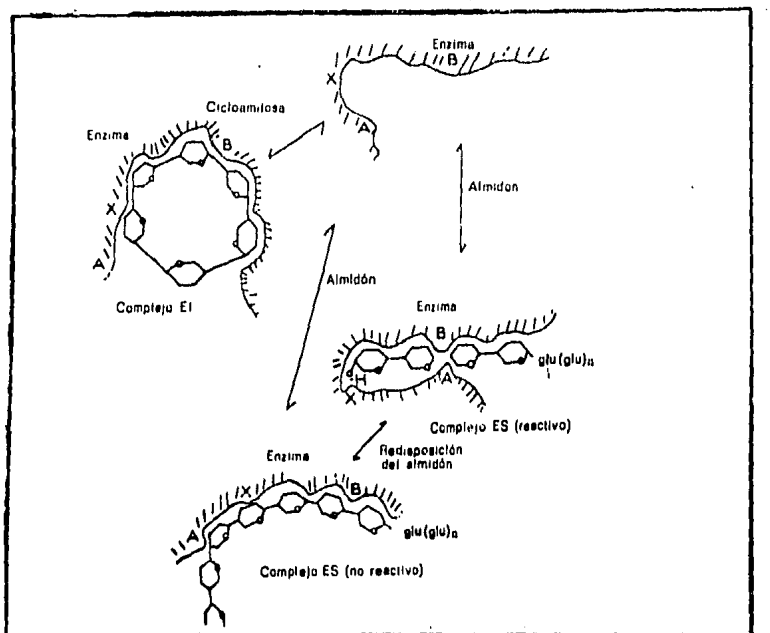


ASOCIACION

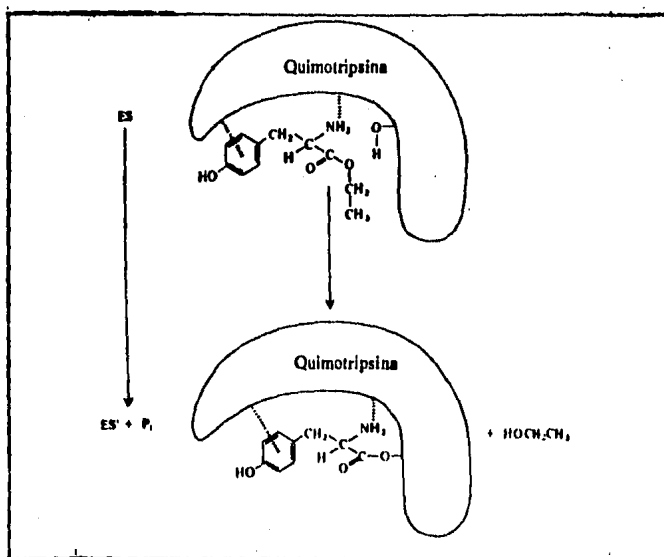
ENZIMA - SUSTRATO.



(Edwards, E.A., Hassall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno S.A., Págs. 100 y 101, 1976)



Esquema de la teoría de adaptación inducida de la actividad β -amilásica.



(Miller, Dieter: Bioquímica, UTEHA, págs. 347 y 348, 1983)

Secuencia de aminocidos en la proximidad covalente del centro activo de algunas enzimas^{a, b}

	S	S
Quimotripsina	CYS*·MET·GLY*·ASP*· <u>SER*</u> ·GLY*·GLY*·PRO*·LEU·VAL*·CYS*	
Tripsina	CYS*·GLN·GLY*·ASP*· <u>SER*</u> ·GLY*·GLY*·PRO*·VAL*·VAL*·CYS*	
	S	S
Gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa	ILEU*·VAL*·SER*·ASN·ALA·SER*· <u>CYS</u> ·THR*·THR*·ASN·CYS	
Alcohol deshidrogenasa de levadura	VAL*·ALA·THR*·GLY*·ILEU*· <u>CYS</u> ·ARG*·SER*·ASP*·ASP*·HIS·ALA	
Fosfatasa alcalina	LYS*·PRO*·ASP*·TYR·VAL*·THR*·ASP*· <u>SER*</u> ·ALA·ALA·SER*·ALA	
Fosfoglucomutasa	GLY*·VAL*·THR*·ALA· <u>SER*</u> ·HIS·ASP*·GLY*·GLU*· <u>SER*</u> ·ALA·GLY*	
Acetoacetato descarboxilasa	GLU*·LEU·SER*·ALA·TYR·PRO*· <u>LYS*</u> ·LYS*·LEU	
3-Glicerofosfato aldolasa	GLY*·THR*· <u>LEU</u> ·LEU· <u>LYS*</u> ·ASN·PRO*·MET·VAL*·THR*·PRO*·GLY*	
Glutamato-aspartato transaminasa	GLU*·(ALA,ASP*,GLY*,ILEU*, <u>LYS*</u>) ^c ·GLY*·SER*·ASP*·PHE	
Tripsina	HIS·PHE·CYS*·GLY*·GLY*·SER*·LEU·ILEU*·ASN·SER*	} GLN
	·CYS*· <u>HIS</u> ·ALA·ALA·SER*·VAL*·VAL*·TRY	

- ^a Se han subrayado los residuos de los cuales se conoce su función catalítica.
- ^b Los residuos con asterisco son aquellos que desfavorecen la formación de -hlice.
- ^c Segmentos de secuencia en los cuales no se conoce el orden de los residuos.

(Laguna, José: *Biocimica, Ia Prensa Médica Mexicana, Pág. 43, 1970*)

Sistemas alostéricos*

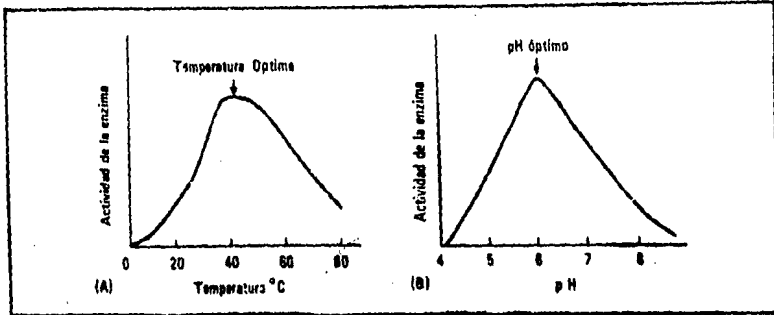
(Miller, Dieter; Bioquímica, UFMG, Pt. 539, 1983)

Enzima	Sustratos	Efectores	
		Inhibidores	Activadores
L-Treonina desaminasa	L-Treonina	L-Isoleucina	L-Valina
Aspartato transcarbamilasa	L-Aspartato, Carbamil fosfato	Citidina trifosfato	ATP
Desoxicitidilato amino-hidrolasa	Acido desoxicitidílico	Acido desoxitimidílico	Desoxicitidina trifosfato
Isocitrato deshidrogenasa	D-Isocitrato, dinucleótido de nicotinamida y adenina		Acido 5'-adenílico, Mg ⁺⁺
Hemoglobina	O ₂		
Fosforilasa	Glucosa-1-fosfato, fosfato, glucógeno	ATP	Acido 5'-adenílico
Fructosa-1,6-difosfatasa	Fructosa-1,6-difosfato	Acido 5'-adenílico	

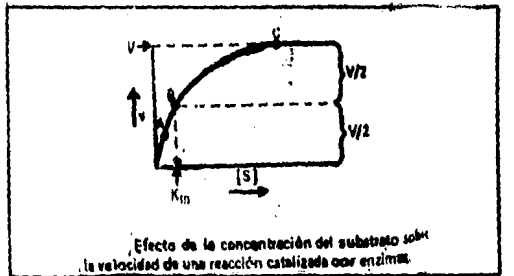
* En negrita se indican los sustratos y efectores que manifiestan interacciones cooperativas.

FACTORES QUE ALTERAN LA ACTIVIDAD

ENZIMÁTICA.

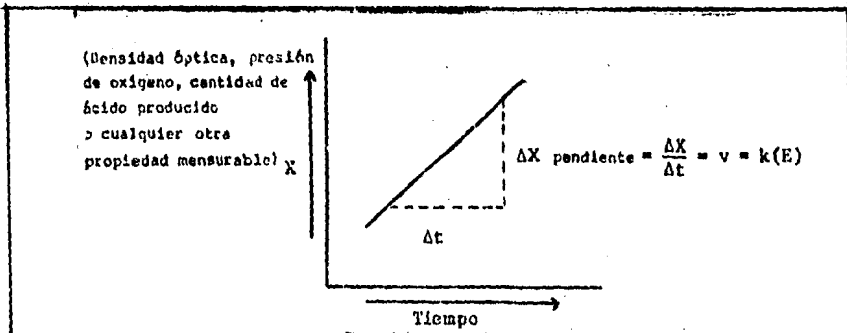


(Edwards, K.A., Hassall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno S.A., Pág. 96, 1976)



Efecto de la concentración del sustrato sobre la velocidad de una reacción catalizada por enzimas.

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno S.A., Pág. 70, 1980)



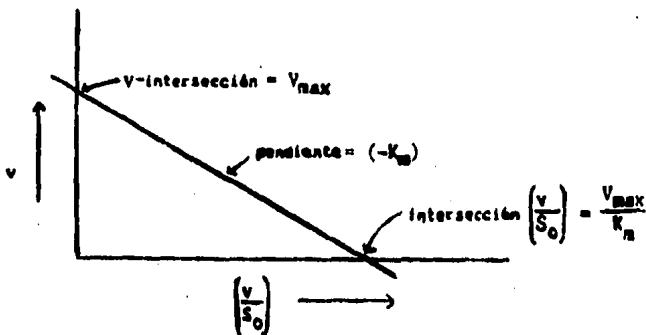
(Bhagavan, K.V.: Bioquímica Fundamental, Limusa, Pág. 117, 1983)

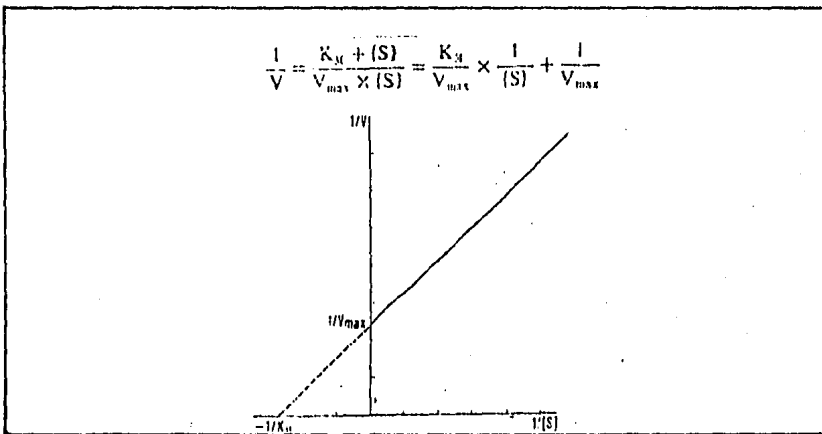
ECUACION DE MICHAELIS-MENTEN

$$v = \frac{S_0 V_{\max}}{K_m + S_0}$$

ecuación de Michaelis-Menten. Con respecto a esta relación, se tiene que:

- a) K_m es una constante característica de una enzima y un sustrato en particular. Es independiente de las concentraciones de enzima y sustrato.
- b) v_{\max} ($= k_2 E_0$) depende de la concentración de la enzima. Para una enzima en particular es prácticamente independiente del sustrato específico usado.
- c) K_m y v_{\max} pueden ser afectados por el pH, la temperatura y otros factores.
- d) Una representación gráfica de v en función de S_0 (vista antes) es una hipérbola rectangular.
- e) Si una enzima se une con más de un sustrato, los valores de K_m para los diferentes sustratos pueden emplearse como una medida relativa de la afinidad de la enzima para cada sustrato (cuanto menor sea el valor de K_m mayor será la afinidad de la enzima por el sustrato).
- f) En un camino metabólico los valores de K_m para enzimas que catalizan las reacciones consecutivas pueden indicar la etapa limitante de velocidad para dicho camino (el más alto valor para K_m corresponde aproximadamente al paso más lento).

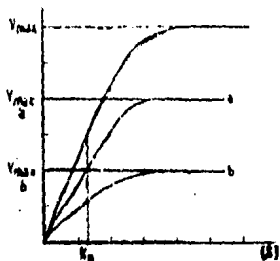




Velocidad de reacción en función de la concentración del sustrato. Representación de Lineweaver-Burk.

Si tomamos el valor inverso de los resultados obtenidos incubando el enzima con cantidades crecientes de sustrato: $\frac{1}{V}$ en función de $\frac{1}{(S)}$; se obtiene una recta. Esta recta corta a las ordenadas en $\frac{1}{V_{max}}$ ya que este punto corresponde a un valor muy elevado de (S) , siendo $\frac{1}{(S)}$ igual a cero. Se demuestra que la recta corta a las ordenadas en el punto correspondiente a $-\frac{1}{K_M}$.

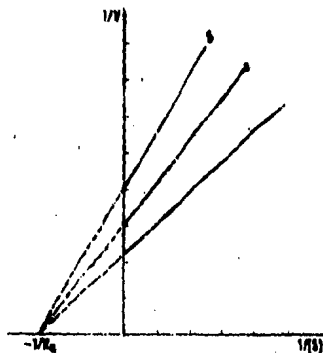
(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 201, 1984)



Inhibición no competitiva. Curva de Michaelis.

La adición de inhibidor en pequeña cantidad (curva a) o en gran cantidad (curva b) disminuye la velocidad de reacción y especialmente la velocidad máxima. Sin embargo, estos inhibidores no actúan sobre el punto activo, no cambian la afinidad y por consiguiente el valor de K_m tampoco cambia.

INHIBICION ENZIMATICA.

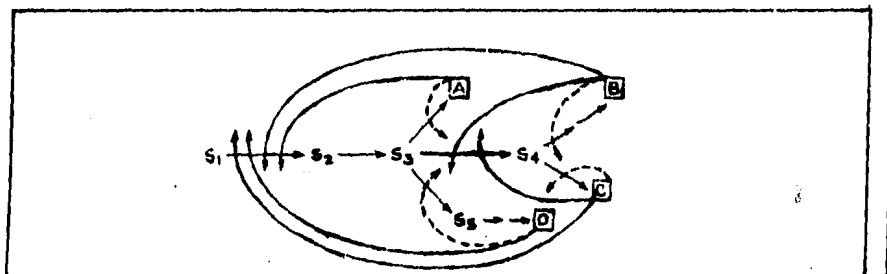


Inhibición no competitiva.

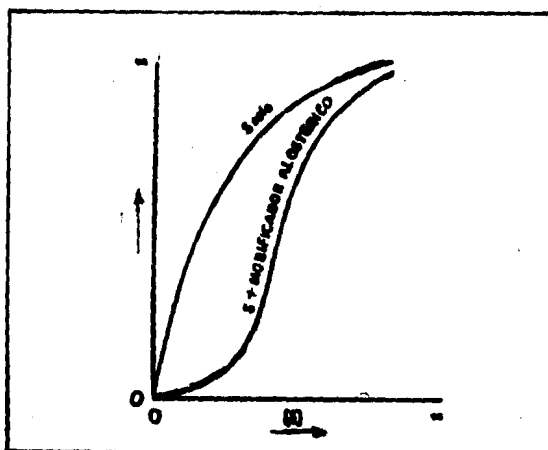
Estas inhibidoras disminuyen la velocidad, la pendiente de la recta aumenta y la V_{max} disminuye. Sin embargo estas inhibidoras no tienen acción sobre la afinidad, la K_m permanece constante.

La V_{max} disminuye ligeramente con pequeñas cantidades de inhibidor (curva a) por el contrario disminuye mucho más al aumentar la cantidad de inhibidor (curva b).

(Shagavan, D.V.: Bioquímica Fundamental, Limusa, Pág. 91, 1983)



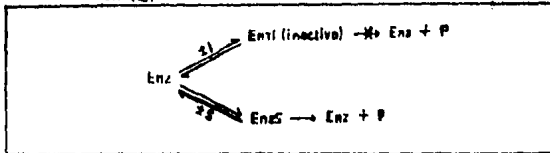
Sitios de inhibición múltiples por realimentación por una vía hipotética ramificada biosintética. Los símbolos, sobre-impuestos a los puntos de los diagramas previos. Sobrepuestas a las vías de realimentación simple de esa figura (flechas curvas de guiones) están las vías de realimentación múltiple (flechas curvas continuas) que regulan la actividad de las enzimas comunes a la biosíntesis de más de un producto final.



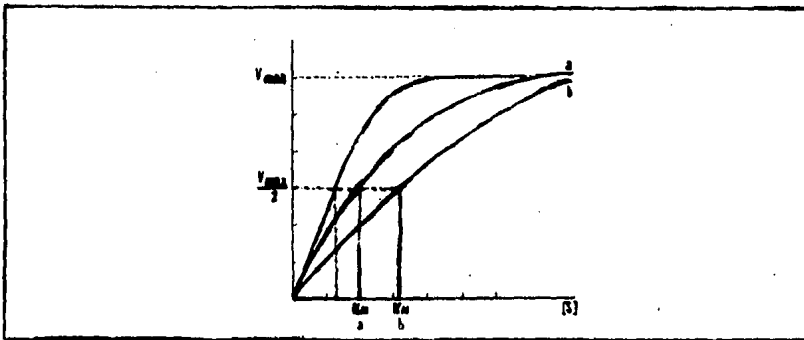
Curva sigmoidal de saturación para el sustrato en presencia de un inhibidor alostérico.

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno S.A., págs. 102 y 103, 1980)

La acción de los inhibidores competitivos se puede entender en términos de las siguientes reacciones:



(Suttie, John ...: Fundamentos de Bioquímica, Interamericana, Pág. 152, 1979)

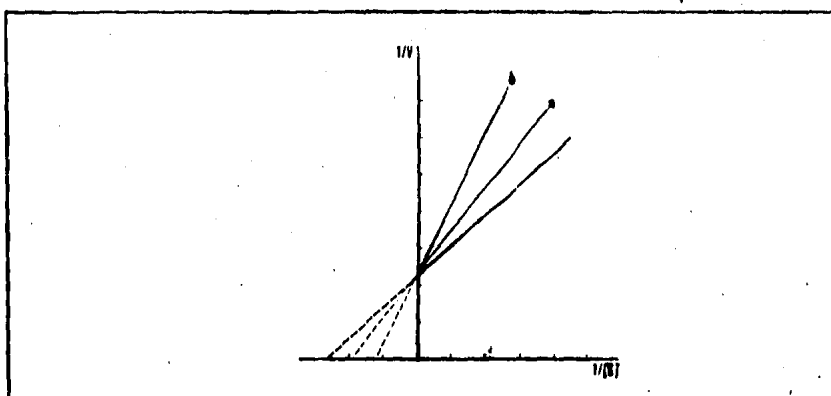


Inhibición competitiva.

Curva de Michaelis.

La adición de un inhibidor en pequeña (curva a) o en gran cantidad (curva b) no modifica la velocidad máxima, pero es necesario poner una mayor cantidad de sustrato para obtener esta velocidad. Debido a esto la K_M aumenta.

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 205, 1984)



Los inhibidores competitivos aumentan la pendiente de la curva en un factor igual a

$1 + \frac{[I]}{K_i}$. Cuanto mayor es la concentración del inhibidor más elevado es la pendiente

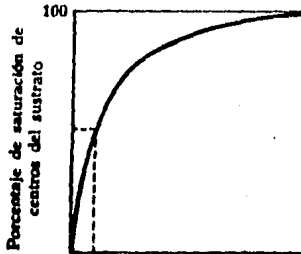
(K_i , cantidad pequeña de inhibidor; $[I]$, cantidad mayor).

Siendo la inhibición competitiva reversible, la velocidad máxima correspondiente a una cantidad elevada de sustrato es la misma que en ausencia del inhibidor. Por el contrario la afinidad del sustrato por el enzima disminuye dando un valor más elevado de la constante de Michaelis en presencia del inhibidor.

(Wood, William B., Wilson, H. John: Bioquímica, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 156, 1977)

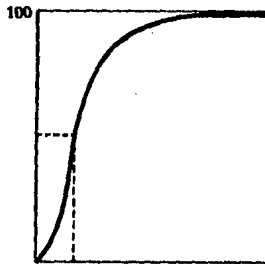
Comparación de representaciones ideales de porcentaje de saturación de los centros del sustrato frente a concentración de sustrato para (A) un enzima no regulador, (B) un enzima regulador que muestra cooperatividad positiva y (C) un enzima regulador que muestra cooperatividad negativa.

A. Enzima no regulador que obedece a la ecuación de velocidad de Michaelis-Menten (hipérbola rectangular). Se necesita un incremento de 81 veces en [S], para que la actividad pase desde el 10 al 90 por ciento de la máxima.



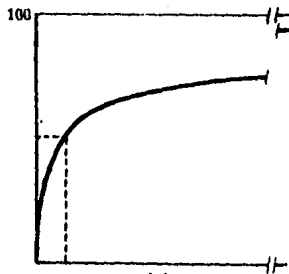
(8)

B. Enzima regulador que muestra una curva sigmoidal (cooperatividad positiva). Solamente se necesita que [S] aumente nueve veces, para que se incremente la actividad desde el 10 al 90 por ciento de la máxima.



(S)

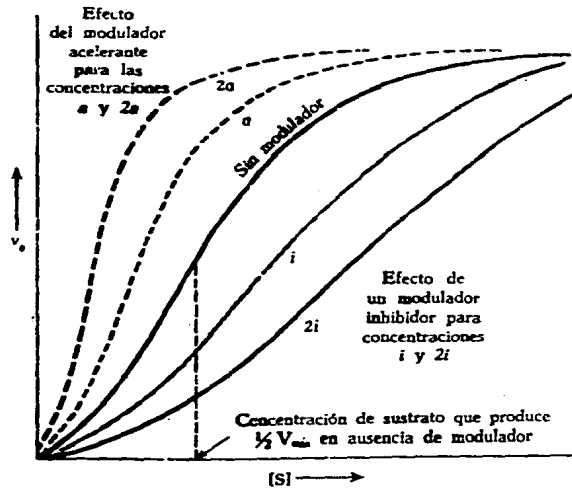
C. Enzima regulador que muestra cooperatividad negativa. La concentración del sustrato debe aumentarse unas 6000 veces para que la actividad se eleve desde el 10 al 90 por ciento de la máxima.



(S)

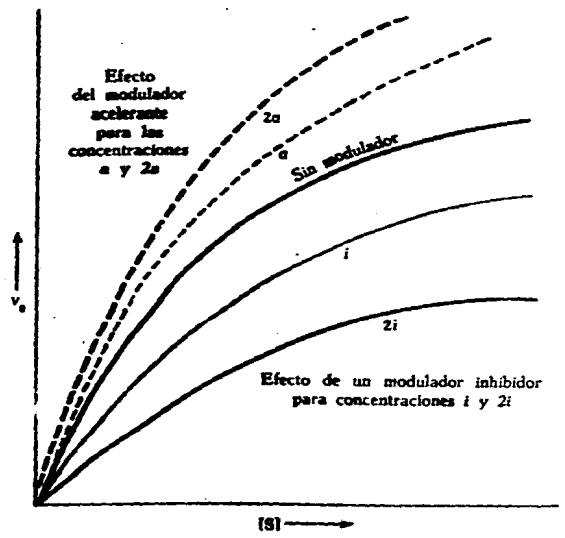
Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, -
 Ed. 2da, 1984

A. Enzimas K. Estos enzimas responden a las concentraciones crecientes de los moduladores acelerantes, con un descenso de la K_m aparente, y el incremento de las concentraciones de los moduladores inhibidores, con un incremento de la K_m aparente, de modo que a una concentración fija no saturante del sustrato, la velocidad de reacción aumenta en presencia de un modulator acelerante y disminuye en presencia de un modulator inhibidor. La V_{max} de los enzimas K permanece constante.

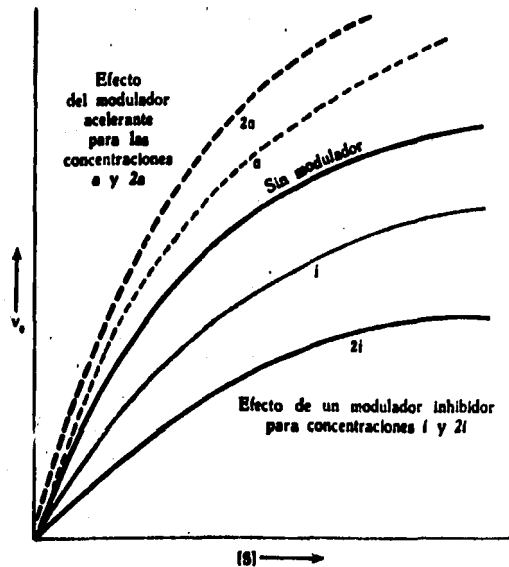


(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 244, 1984)

B. Enzimas M. Estos enzimas experimentan cambios en su V_{max} , pero no en el valor de su K_m aparente, en presencia de moduladores aceleradores e inhibidores. Los términos K_m y V_{max} no pueden aplicarse en rigor a los enzimas alostéricos que no obedecen a la relación hiperbólica de Michaelis-Menten; se emplean aquí solamente para designar la concentración de sustrato con la que se obtiene la mitad de la velocidad máxima y dicha velocidad máxima, respectivamente.



B. Enzimas M. Estas enzimas experimentan cambios en su V_{max} , pero no en el valor de su K_m aparente, en presencia de moduladores aceleradores e inhibidores. Los términos K_m y V_{max} no pueden aplicarse en rigor a los enzimas alostéricos que no obedecen a la relación hiperbólica de Michaelis-Menten; se emplean aquí solamente para designar la concentración de sustrato con la que se obtiene la mitad de la velocidad máxima y dicha velocidad, máxima, respectivamente.



L I P I D O S .

Clasificación de los lípidos.

<i>Tipo de lípido</i>	<i>Esqueleto</i>
Complejos (saponificables)	
Acilglicéridos	Glicerina
Fosfolípidos	1-Fosfato de glicerilo
Esfingolípidos	Esfingosina
Ceras	Alcoholes no polares de peso molecular elevado
Simples (insaponificables)	
Terpenos	
Esteroides	
Prostaglandinas	

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 286, 1984)

Total de lípidos en varias partes de la planta

Parte de la planta	Grasa cruda (%)	Parte de la planta	Grasa cruda (%)
Alfalfa, tallo, hojas	1.5	Grano de cacao	45
Frijoles	1.5	Cacahuete	45
Chícharos	1.4	Almendras	30
Frijol de soya, tallo, hojas	2.5	Pulpa de aceituna	50
Yerba azul, hojas	2.8	Semilla de higuera	60
Semilla de maíz	3.8	Nuez de coco	65
Frijol de soya	20	Nuez	65
Semilla de algodón	20	Nuez del Brasil	65
Semilla de girasol	25		
Semilla de lino	52		
Semilla de nabó	40		

Hertz, T. Edwin: Bioquímica, Publicaciones Cultural, Pág. 184, 1980)

Estructura y origen de los ácidos grasos

ACIDOS GRASOS SATURADOS			
Nombre	Fórmula	Número de carbonos	Producto original más importante
Ácido butírico (butanoico)	$CH_3(CH_2)_2COOH$	4	Mantequilla
Ácido caproico (hexanoico)	$CH_3(CH_2)_4COOH$	6	Mantequilla, aceite de coco, aceite de palma
Ácido caprílico (octanoico)	$CH_3(CH_2)_6COOH$	8	Aceite de coco, aceite de palma
Ácido cáprico (decanoico)	$CH_3(CH_2)_8COOH$	10	Aceite de coco, aceite de palma
Ácido láurico (dodecanoico)	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	12	Levain, nuez de coco, aceites de palma
Ácido mirístico (tetradecanoico)	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	14	Mantequilla, lanolina
Ácido palmítico (hexadecanoico)	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	16	Grasas animales y vegetales
Ácido estárico (octadecanoico)	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	18	Grasas animales y vegetales
Ácido araquídico (eicosanoico)	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	20	Aceite de cacahuete
ACIDOS GRASOS NO SATURADOS			
Ácido palmítico (9-hexadecanoico)	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$	16	Aceite de sardinas
Ácido oleico (9-ácido octadecanoico)	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$	18	Aceite de oliva
Ácido linoleico (ácido 9, 12-octadecanoico)	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_4COOH$	18	Aceite de semillas de algodón, aceite de árbol de mays
Ácido linoléico (ácido 9, 12, 13-octadecatrienoico)	$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$	18	Aceite de linaza
Ácido eleostearico (ácido 9, 11, 13-octadecatrienoico)	$CH_3(CH_2)_3CH=CHCH=CHCH=CH(CH_2)_3COOH$	18	Aceite de Tung
Ácido araquidónico (ácido 5, 8, 11, 14-tetraeicosanoico)	$CH_3(CH_2)_3CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$	20	Grasas animales, fosfolípidos adversos
Ácido erúico (ácido 13-docosanoico)	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_{11}COOH$	22	Aceite de castor
OTROS ACIDOS GRASOS			
Ácido tuberculoestearico (ácido 10-metilheptadecanoico)	$CH_3-(CH_2)_7-CH(CH_3)-COOH$	18	Bacilo tuberculoso
Ácido ricinolico (ácido 12-hidroxi 9-octadecanoico)	$CH_3-(CH_2)_7-CH(OH)-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	18	Aceite de ricino
Ácido cheimúgrico (ácido 13-ciclopentanoheptadecanoico)	$CH=CH$ CH_2-CH_2 $CH-(CH_2)_{15}-COOH$	18	Aceite de Cheimúgria

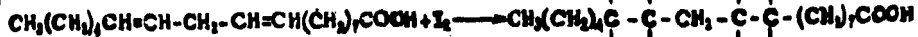
Gertz, T. Edición: Bioquímica, Publicaciones Científicas, F&S. 41, 1980



Acido oleico

Hidrógeno

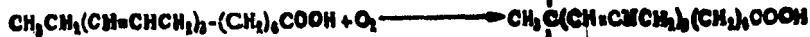
Acido esteárico



Acido linoleico

Yodo

Acido tetrayodoestérico

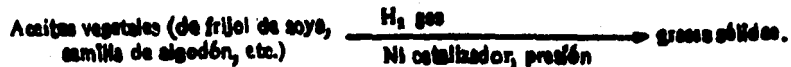


Acido linolénico

Oxígeno

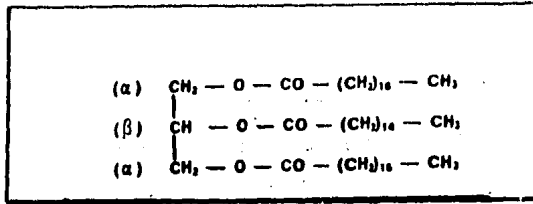
Hidroperóxido (ver más abajo)

La reacción del hidrógeno con grasas y aceites se emplea comercialmente para producir grasas hidrogenadas para pastelería y oleomargarina.

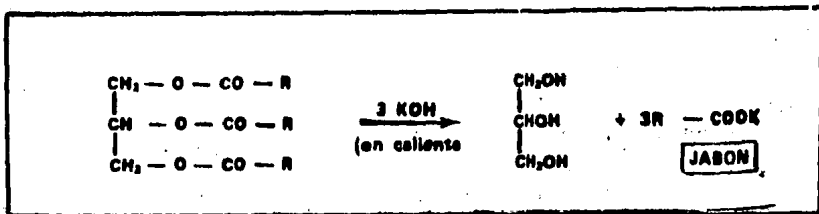


REACCIONES DE LOS ÁCIDOS GRASOS.

Triacilgliceridos.

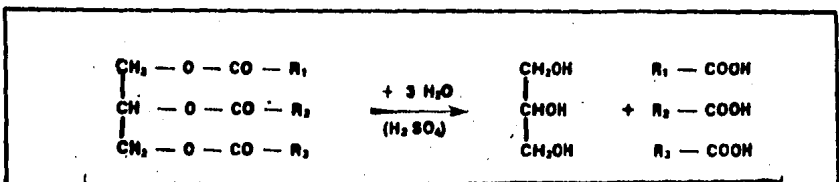


Saponificación.



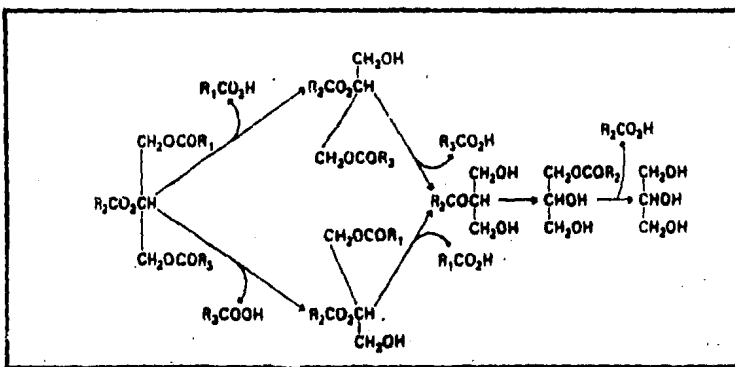
(Hertz, T. Edwin: Bioquímica, Publicaciones Cultural, - Pág. 40, 1980)

Hidrólisis de triacilgliceridos.



(Lehninger, Albert I.: Curso Breve de Bioquímica, Fondo - Educativo Interamericano, Pág. 291, 1983)

Hidrólisis Enzimática.

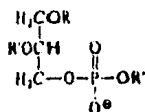


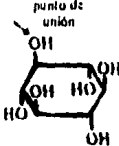
Especificidad de la lipasa pancreática.

(Suttie, John W.: Fundamentos de Bioquímica, Interamericana, Pág. 153, 1979)

Fosfolípidos

Derivados de glicerol fosfato

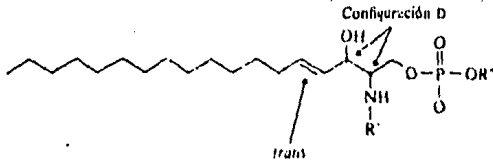


Lecitinas	<p>R es un ácido graso saturado. R' es un ácido graso insaturado. R'' es un derivado de la colina. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$</p>
Fosfatidiletanolamina (cefalinas)	<p>R y R' como en las lecitinas. R'' es un derivado de etanolamina. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$</p>
Fosfatidilserina	<p>R y R' como en las lecitinas. R'' es un derivado de la serina. $\text{HOCH}_2\text{CHNH}_2\text{COO}^\ominus$</p>
Plamógenos	<p>H H R es $-\text{C}=\text{C}-\text{R}''$ R' es un ácido graso insaturado. R'' es un derivado de etanolamina.</p>
Gliceriléteres	<p>R es CH_2R.</p>
Fosfatidil inositol	<p>R es un ácido graso insaturado. R' y R'' son ácidos grasos. R''' es un derivado del mio-inositol.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
Acido fosfatídico	<p>R y R' son ácidos grasos. R'' es H O^\ominus</p>
Fosfatidil glicerol	<p>R y R' son ácidos grasos. R'' es un derivado del glicerol: $\text{HOCH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$</p>
Difosfatidil glicerol (cardiolipina)	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OR} \quad \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{R}'\text{OCH} \quad \quad \quad \text{O} \quad \quad \quad \text{HOCH} \quad \quad \quad \text{O}^\ominus \quad \quad \quad \text{HCOR}' \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{H}_2\text{COR}' \\ \\ \text{O}^\ominus \end{array} $
Lisoglicerofosfátidos	<p>R y R' son ácidos grasos. R es un ácido graso. R' es H. R'' es un derivado de etanolamina o colina.</p>

(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 338, 1975)

Fosfolípidos

Derivados de fosfatos de esfingosina

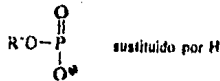


Esfingomielinas

R' es un ácido graso. Comúnmente
 lignocérico C, 24: saturado
 cerebrónico C, 24: 2-OH
 nervónico C, 24: Δ15

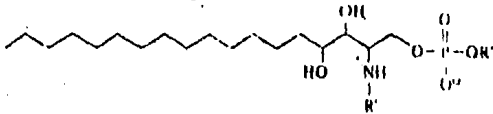
Ceramidas

R' es un derivado de colina. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$
 R' es igual que para la esfingomielina.

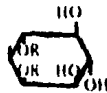


Nota: Se han aislado los compuestos que contienen dihidroesfingosina (doble enlace saturado).

Derivados de fosfatos de fitoesfingosina



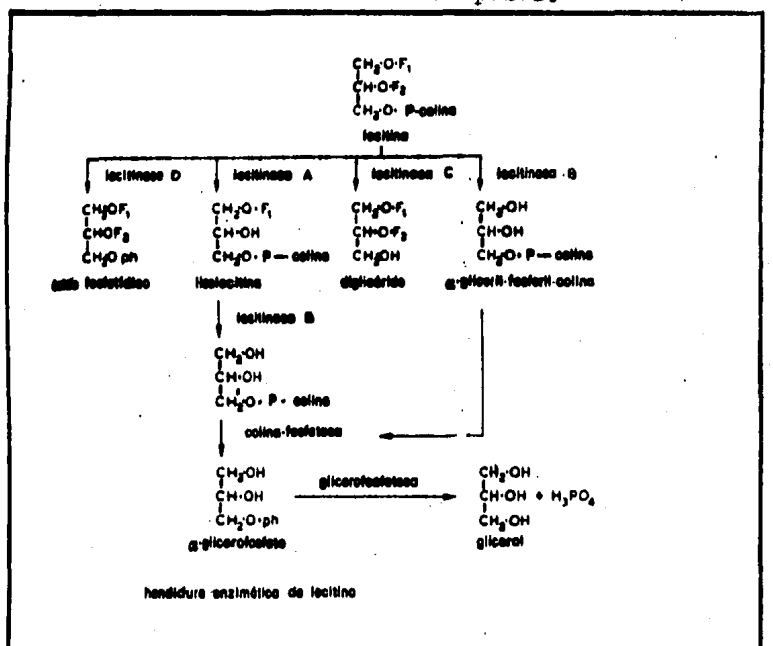
R' es un ácido graso.
 R' es un derivado del inositol.



R es ácido glucorónico
 glucosamina
 manosa
 galactosa
 arabinosa
 fucosa

(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos -
 Biológicos, Alhambra, Pág. 339, 1975)

Acción de las Fosfolipasas.

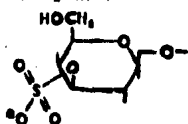


(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 297, 1984)

Glucolípidos.

Derivados de esfingosina

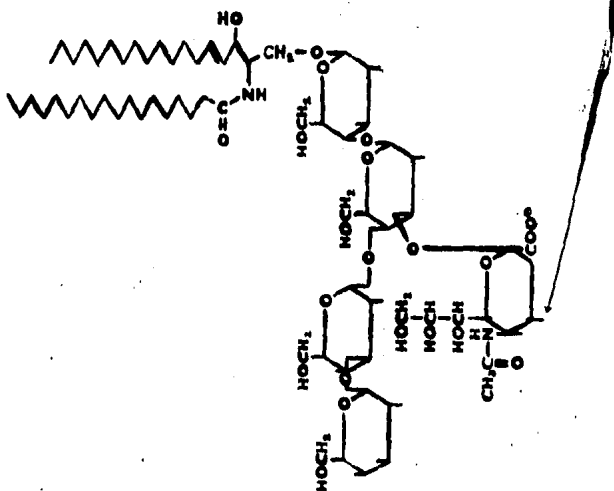
Sulfatos de cerebrosídeos similares a los cerebrosídeos, pero con un grupo 3-O-sulfato en la galactosa



Gangliósidos.

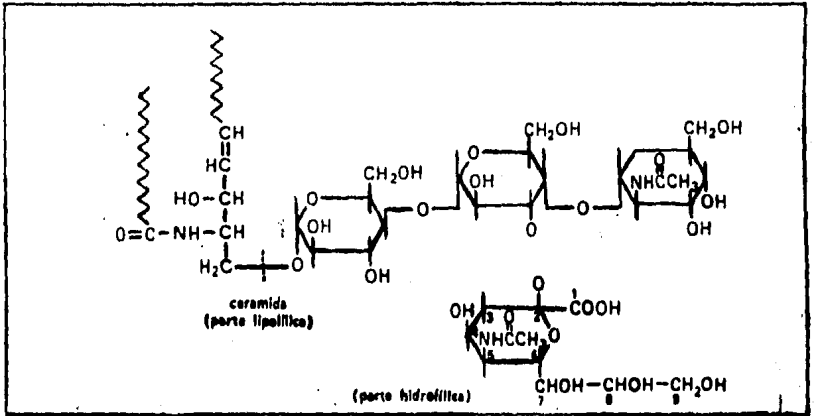
p. ej. monosialogangliósido.

R es ácido esteárico.
R' es un carbohidrato complejo que contiene ácido neuramínico.



(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 348, 1975)

Gangliósidos.

Estructura de un gangliósido (B₂).

(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 260, 1975)

Convención para los gangliósidos

A ₁	cer ← 1 gal(3 ← 2)NANA
B ₁	cer ← 1 glu(4 ← 1)gal(3 ← 2)NANA
B ₂	cer ← 1 glu(4 ← 1)gal [(3 ← 2)NANA](4 ← 1)galNAc
B ₃	cer ← 1 glu(4 ← 1)gal [(3 ← 2)NANA](4 ← 1)galNAc (3 ← 1)gal
B ₄	cer ← 1 glu(4 ← 1)gal [(3 ← 2)NANA](4 ← 1)galNAc (3 ← 1)gal(3 ← 2)NANA
C ₁	cer ← 1 glu(4 ← 1)gal (3 ← 2)NANA(8 ← 2)NANA
C ₂	cer ← 1 glu(4 ← 1)gal [(3 ← 2)NANA(8 ← 2)NANA] (4 ← 1)galNAc
C ₃	cer ← 1 glu(4 ← 1)gal [(3 ← 2)NANA(8 ← 2)NANA] (4 ← 1)galNAc(3 ← 1)gal

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 301, 1984)

Estructuras de algunos gangliósidos

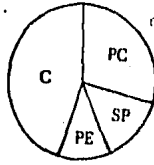
	Símbolo
NANA 2→3 Gal 1 ^β →4 Glc 1 ^β →ceramida	G _{M3}
GalNAc 1 ^β →4 Gal 1 ^β →4 Glc 1 ^β →ceramida	G _{M2}
3 ↑ 2 NANA	
3 GalNAc 1 ^β →4 Gal 1 ^β →4 Glc 1 ^β →ceramida	G _{M1}
1 ^β Gal 3 ↑ 2 NANA	
3 GalNAc 1→4 Gal 1 ^β →4 Glc 1→ceramida	G _{O1}
1 ^β Gal 3 ↑ 2 NANA	
NANA 1 ↑ 2	
3 GalNAc 1 ^β →4 Gal 1 ^β →4 Glc 1 ^β →ceramida	G _{M1}
1 ^β Gal 3 ↑ 2 NANA 6	
NANA 1 ↑ 2	
↑ 2 NANA	

(Lehringer, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 301, 1984)

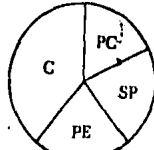
Composición lipídica de las membranas de eritrocitos de diferentes mamíferos. Obsérvese que las proporciones de colesterol y de fosfatidiletanolamina son aproximadamente constantes, pero que la relación de fosfatidilcolina a esfingomielina varía mucho según las especies.

Clave

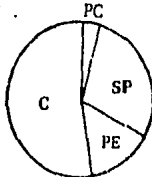
C = Colesterol
 PE = Fosfatidiletanolamina
 PC = Fosfatidilcolina
 SP = Esfingomielina



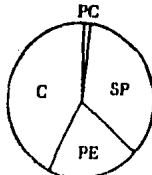
Rata



Cerdo



Buey



Cordero

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 309, 1984)

Composición fosfolipídica de las membranas de animales y bacterias *

	Mie- lina	Eritro- cito	Mito- condria	Micro- soma	Aceto- bacter agilis	Escheri- chia coli
Colesterol	25	25	5	6	0	0
Fosfatidil- etanolamina	14	20	28	17	100	100
Fosfatidilserina	7	11	0	0	0	0
Fosfatidilcolina	11	23	48	64	0	0
Fosfatidilinositol	0	2	8	11	0	0
Fosfatidilglicerina	0	0	1	2	0	0
Cardiolipina	0	0	11	0	0	0
Esfingomiellina	6	18	0	0	0	0
Cerebrósido	21	0	0	0	0	0
Sulfato de cerebrósido	4	0	0	0	0	0
Ceramida	1	0	0	0	0	0
Lisofosfatidilglicerina	0	0	0	0	0	0
Desconocidos u otros	12	2	0	0	0	0

Clases principales de glucoesfingolípidos neutros. Los símbolos son Glc, D-glucosa; Gal, D-galactosa; Gal NAc, N-acetil-D-galactosamina.

Glucoesfingolípidos

Monohexósidos (glucocerebrósidos)

Dihexósidos

Trihexósidos

Tetrahexósidos

Glc 1^β ceramida
Gal 1^β→4 Glc 1^β ceramida
Gal 1^β→4 Gal 1^β→4 Glc 1^β ceramida
GalNAc 1^β→3 Gal 1^β→4 Gal 1^β→4 Glc 1^β ceramida

Galactoesfingolípidos

Galactocerebrósidos

Dihexósidos

Glc 1^β ceramida
Gal 1^β→4 Gal 1^β ceramida

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, págs. 294 y 300, - 1984)

Hidrocarburos, lípidos y otros compuestos semejantes a las ceras

Compuestos	Fórmula	Origen
Alcohol carnaubílico	$C_{22}H_{42}OH$	Grasa de lens (lanolina)
Esusuleno (un aceite)	$C_{26}H_{54}$	Aceite de hígado de tiburón, también Indicios del aceite de oliva
n-Hentriacontano	$C_{31}H_{64}$	Piel del tomate, cera de insecto de China
n-Hexacosanol	$C_{26}H_{52}OH$	Piel de la manzana, junco
n-Nonacosano	$C_{29}H_{58}$	Cutícula de la manzana y de la toronja
n-Nonacosano-16-ona	$C_{29}H_{56}O$	Cutícula de la col y de las coles de Bruselas (hojas)
n-Octacosanol	$C_{28}H_{57}OH$	Cutícula de la manzana y de la hoja de trigo
n-Pentatriacontano	$C_{35}H_{72}$	Cutícula de la caña de azúcar
n-Triacontanol	$C_{31}H_{62}OH$	Cera de abejas, cera carnauba, cutícula de la alfalfa y de la caña de azúcar.

(Kertz, R. Edwin: *Biogéminica*,
Publicaciones Cultural, P&E.
56, 1980)

Composición de las principales lipoproteínas del plasma *

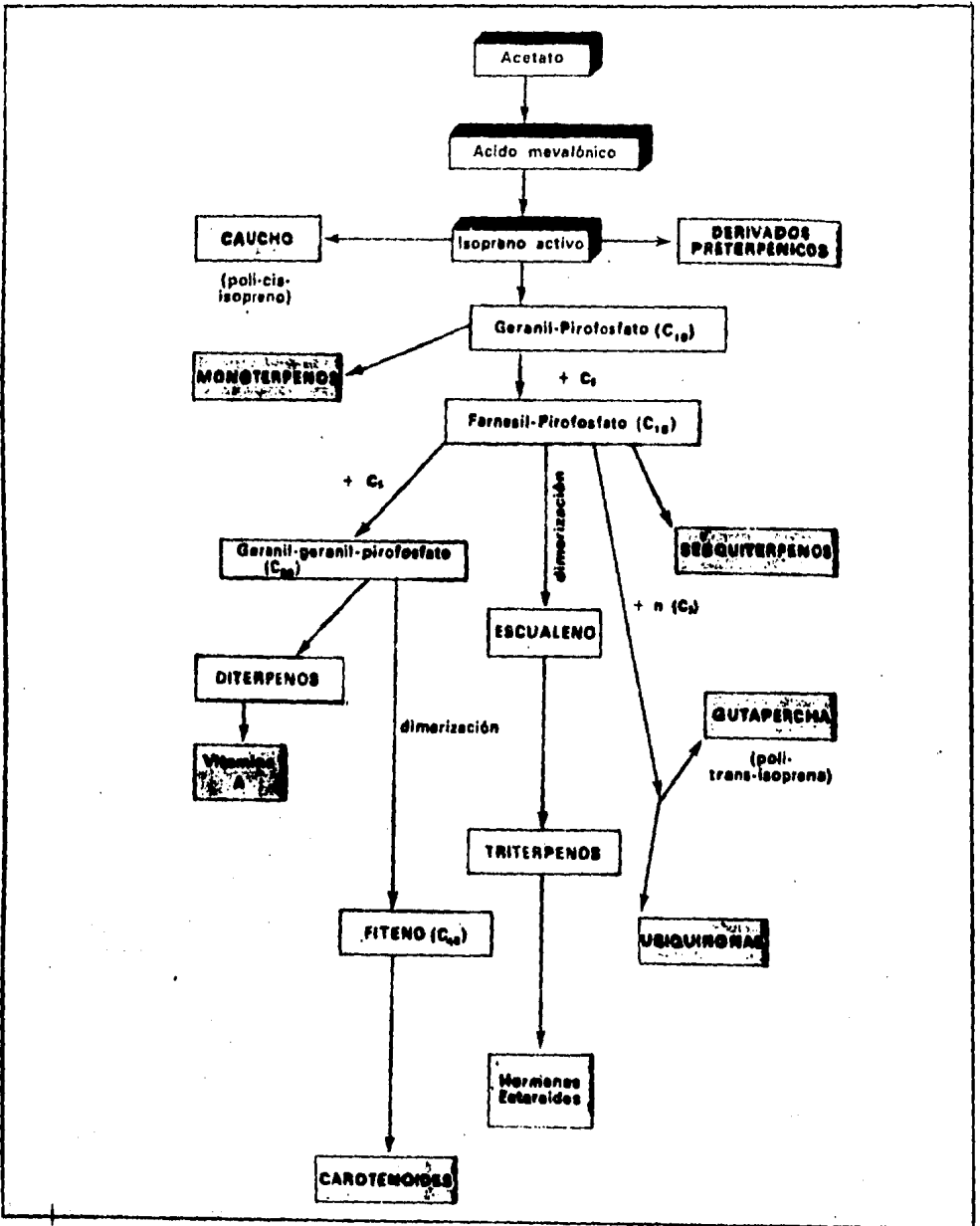
Tipo	Péptido	Fosfolípido	COLESTEROL		Glicérido	Ácidos grasos no esterificados
			Alcohol	Ester		
Quilomicrones	2,0	7,0	2,0	5,0	84,0	—
β -lipoproteína (densidad 0,94-1,00) ...	8,0	18,0	7,0	14,0	50,0	2,0
β -lipoproteína (densidad 1,03)	21,0	22,0	8,0	37,0	11,0	1,0
α -lipoproteína (densidad 1,063-1,20) ...	50,0	22,0	3,0	14,0	8,0	3,0

Clases principales de lipoproteínas del plasma humano

	Quilomicrones	Lipoproteínas de densidad muy baja (VLDL)	Lipoproteínas de densidad baja (LDL)	Lipoproteínas de densidad elevada (HDL)
Densidad, g ml ⁻¹	< 0,94	0,94-1,006	1,006-1,063	1,063-1,21
Velocidad de flotación, S ₂₀	> 400	20-400	0-20	(Sedimento)
Tamaño de partícula, nm	75-1000	30-50	20-22	7,5-10
Proteína, % de peso seco	1-2	10	25	45-55
Triciglicéridos, % de peso seco	80-95	55-65	10	3
Fosfolípidos, % peso seco	3-6	15-20	22	30
Colesterol libre, % peso seco	1-3	10	8	3
Colesterol esterificado, % de peso seco	2-4	5	37	15

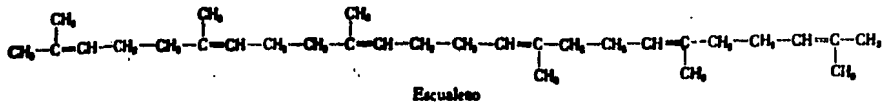
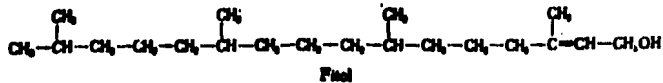
(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Eds. 240 y 308, 1964)

Terpenos

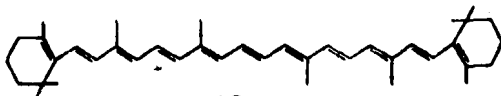


(Louisot, F.: Bioquímica Estructural, Editorial A.G., Pág. 348, 1977)

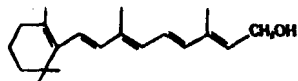
Algunos terpenos superiores. Las estructuras de los terpenos se muestran frecuentemente mediante notación esquemática.



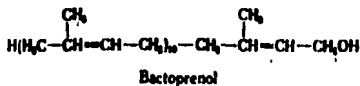
Escaleno (forma taquigráfica)



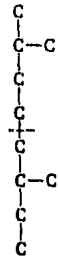
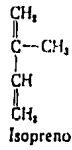
β-Caroteno



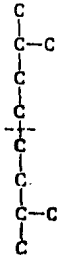
Vitamina A (retinol)



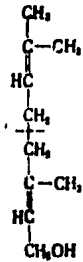
Unidades de isopreno en la estructura de algunos terpenos simples.



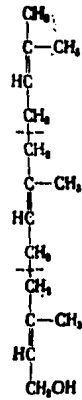
Ordenación de las unidades de isopreno regular o de cabeza con cola



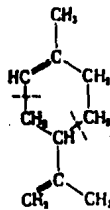
Ordenación de las unidades de isopreno cola con cola o irregular



Geraniol, un monoterpeno lineal



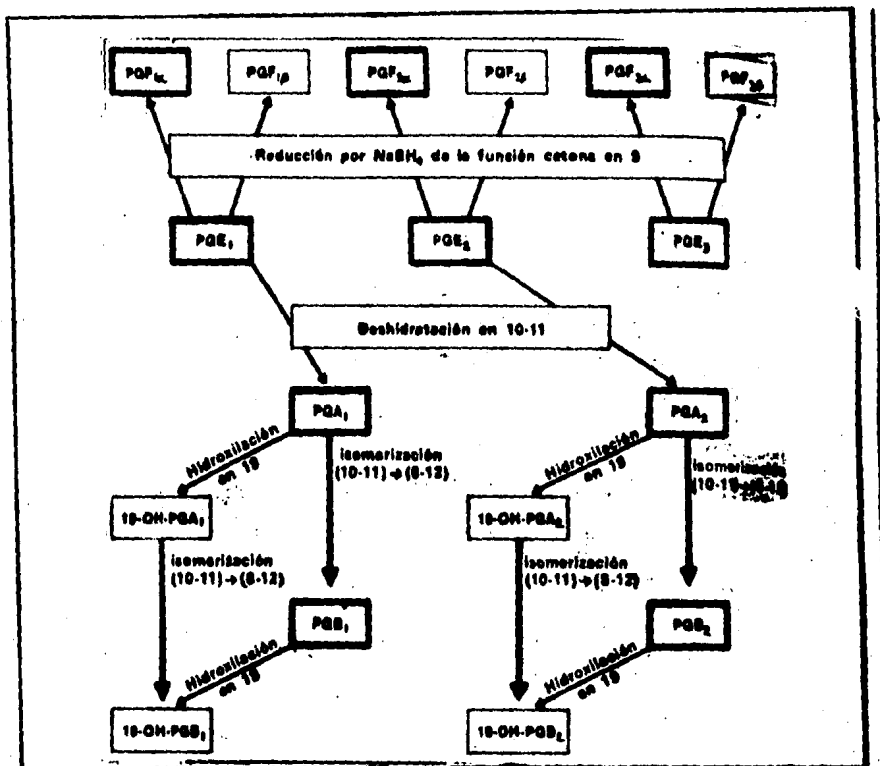
Farnesol, un sesquiterpeno lineal



Limoneno, un monoterpeno cíclico

(Lohninger, Albert I.: Bioquímica, Omega, Ed. 302, 1964)

Prostaglandinas.



Integraciones de las prostaglandinas.

(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 300, 1977)

Monosacáridos de importancia biológica

Por convención se han invertido las proyecciones de Fischer, de forma que los grupos que normalmente aparecen a la derecha de la cadena carbonada, en las fórmulas siguientes se sitúan debajo.

Hiller, Dieter: Bioquímica, UTMHA, Pág. 220, 1983)

Abstr.	Fórmula	Presentación
Triosa D-Gliceraldehído	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HOHC} - \text{C} - \text{CHO} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Éster 3-fosfato
Dihidroxiacetona	$\begin{array}{c} \text{HOHC} - \text{C} - \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	Éster monofosfato
Tetrosa D-Eritrosa	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{HOHC} - \text{C} - \text{C} - \text{CHO} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Éster 4-fosfato
Aldehídos D-Ribosa	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{HOHC} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{CHO} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	El éster 5-fosfato es un metabolito intermediario. Encontrado en forma de furanos formando parte del ácido ribonucleico y ciertas coenzimas.
D-Xilosa	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{HOHC} - \text{C} - \text{C} - \text{CHO} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Ampliamente distribuida como α-D-xilopiranos en los lípidos.

Metabolitos intermediarios

CARBOHIDRATOS.

Azúcar	Fórmula	Presentación
L-Arabinosa	$ \begin{array}{c} \text{HOH} \\ \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CHO} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{OH} \end{array} $	Se presenta como azúcar libre en la madera de coníferas y formando parte de las gomas y hemicelulosa.
Cetopentosas D-Ribulosa o D-Eritropentulosa	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{OH} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{HO} \end{array} $	El éster 5-fosfato es un metabolito intermediario.
D-Xilulosa o D-Treopentulosa	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{OH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{O} \end{array} $	El éster 5-fosfato es un metabolito intermediario.
Aldohexosas D-Glucosa	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{OHH} \\ \quad \quad \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CHO} \\ \quad \quad \\ \text{O} \quad \text{OHH} \quad \text{OH} \end{array} $	Es el azúcar de más amplia distribución. Se encuentra en estado libre en los jugos de frutas, como azúcar-fosfato, como componentes de polisacáridos y en los glicósidos. Sólo aparece en forma piranósica.
D-Galactosa	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OHH} \\ \quad \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CHO} \\ \quad \quad \\ \text{OHH} \quad \text{H} \quad \text{OH} \end{array} $	Se encuentra libre en las bayas de yedra. A menudo forma parte de polisacáridos y glicósidos.



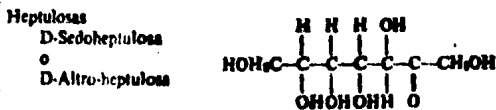
En forma piramidaica se ha señalado en algunos polisacáridos, p. e. agar.



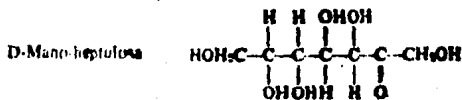
No se ha encontrado libre, frecuentemente forma parte de gomas y mananos.



Es la única cetohexosa hallada corrientemente en los vegetales. Muy difundida formando parte de la sacarosa, aparece como polímeros. Sus fosfato-ésteres son metabolitos importantes.

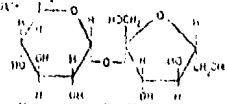
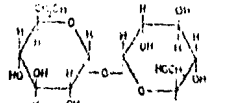
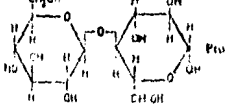
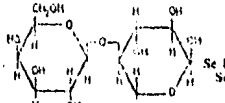
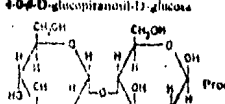
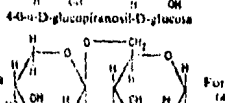
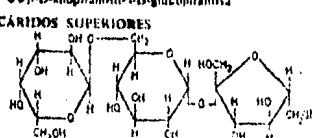
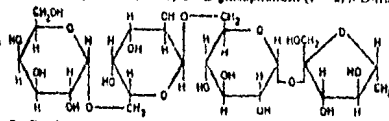


Se encuentra libre en las hojas de las plantas crasuláceas. Sus fosfato-ésteres son metabolitos.



Se encuentra libre en los aguacates (frutas).

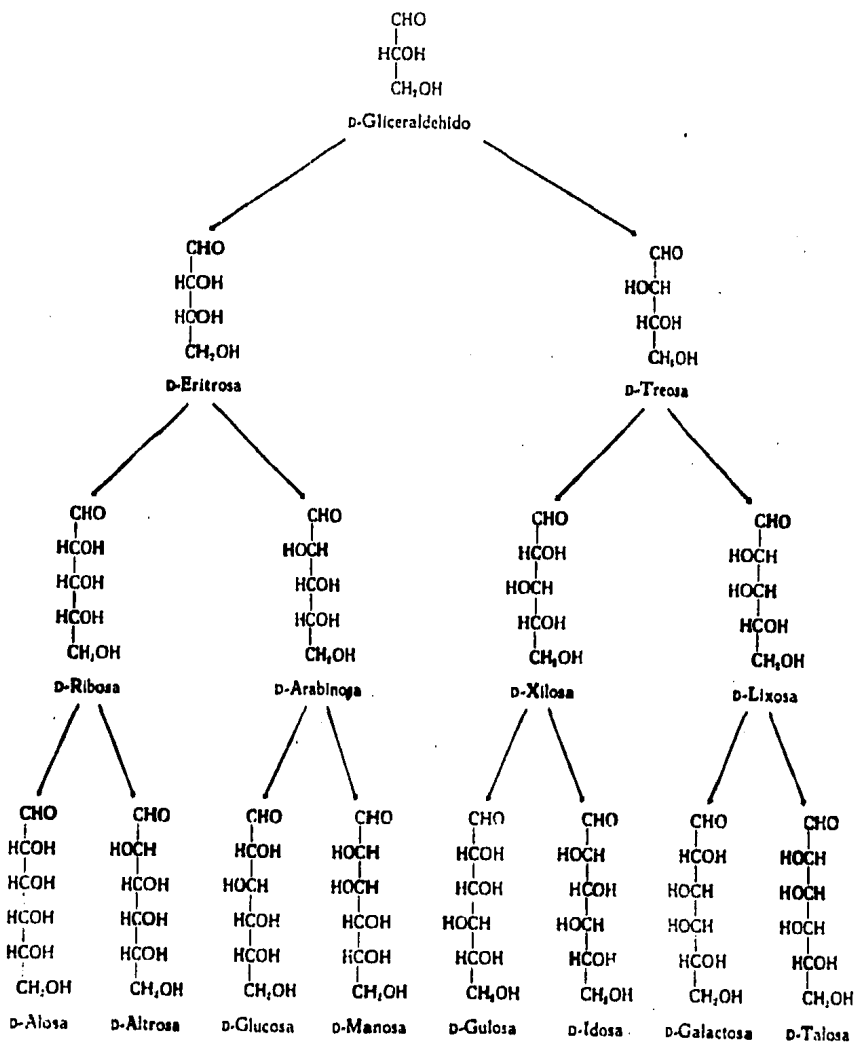
Estructura de algunos oligosacáridos.

NOMBRE	FORMULA	PRESENTACION
DISACÁRIDOS NO REDUCTORES		
Sacarosa		Ampliamente distribuida en los vegetales. A menudo se encuentra en las vacuolas en gran cantidad.
	$\alpha\text{-D-glucopiranosil-}\beta\text{-D-fructofuranósido}$	
Trealosa		Se encuentra en <i>Sclerotinia</i> sp., ciertas algas y posiblemente en plantas superiores. Oligosacárido característico de los hongos.
	$\alpha\text{-D-glucopiranosil-}\alpha\text{-D-glucopiranosido}$	
DISACÁRIDOS REDUCTORES		
Celobiosa		Producto de hidrólisis de la celulosa.
	$\beta\text{-D-glucopiranosil-}\beta\text{-D-glucosa}$	
Lactosa		Se ha señalado en las flores de <i>Forythia</i> . Se encuentra en la leche.
	$\beta\text{-D-galactopiranosil-}\alpha\text{-D-glucosa}$	
Maltosa		Producto de la hidrólisis del almidón.
	$\alpha\text{-D-glucopiranosil-}\alpha\text{-D-glucosa}$	
Primaverosa		Forma parte de diversos glucósidos vegetales.
	$\alpha\text{-D-glucopiranosil-}\alpha\text{-D-glucopiranososa}$	
OLIGOSACÁRIDOS SUPERIORES		
Rafinosa		Muy difundida en pequeñas cantidades como azúcar libre.
	$\alpha\text{-D-galactopiranosil-}(1 \rightarrow 6) \rightarrow \beta\text{-D-glucopiranosil-}(1 \rightarrow 2) \rightarrow \beta\text{-D-fructofuranósido}$	
Estaquiosis		Azúcar libre encontrado frecuentemente a menudo con rafinosa y sacarosa.
	$\alpha\text{-D-galactopiranosil-}(1 \rightarrow 6) \rightarrow \alpha\text{-D-glucopiranosil-}(1 \rightarrow 6) \rightarrow \beta\text{-D-fructofuranósido}$	

(Ess, Herston: La Célula Vegetal, Omega, Pág. 155, 1979)

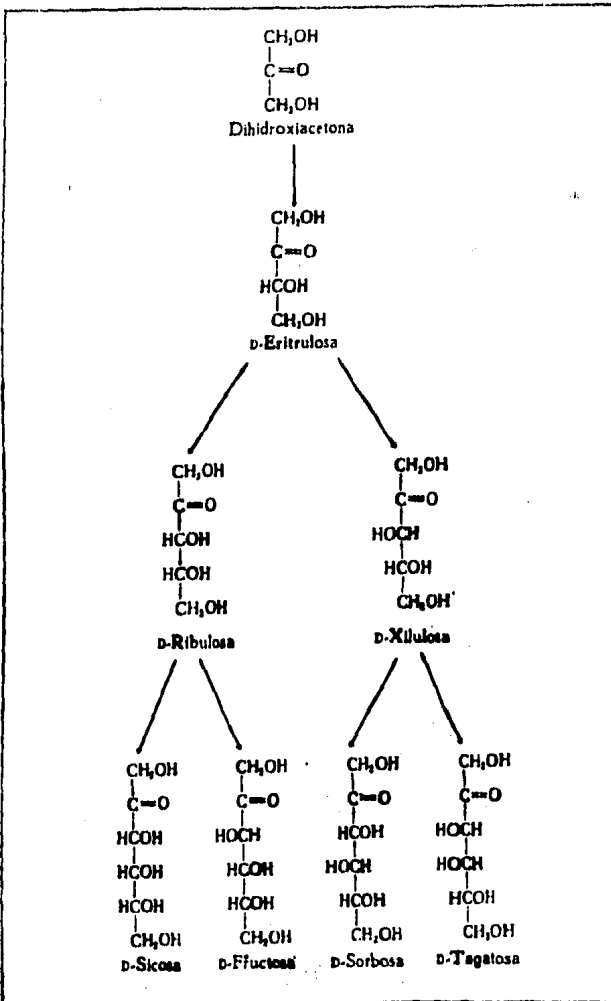
Familia de los D-aldosos.

Familia de las D-aldosas con tres a seis átomos de carbono, vistas con sus fórmulas estructurales de cadena abierta. Con objeto de ahorrar espacio no aparecen en esta figura ni en las siguientes los enlaces horizontales; sin embargo, estas representaciones de los azúcares deben considerarse como fórmulas de proyección (pág. 84).



(Lehringer, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 256, 1984)

Familia de los D-Osetosas.



(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 257, 1974)

Grado de dulzura de varios edulcorantes.

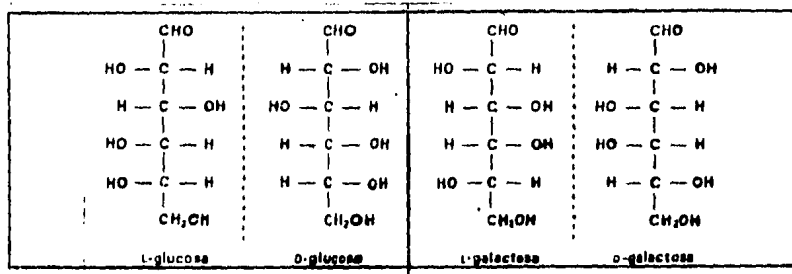
Edulcorante	Grado de dulzura
Sacarosa	100
Fructosa	173.3
Glucosa	74.3
Lactosa	16
Maltosa	32
Galactosa	32
Sacarina	30,000-50,000
Ciclamato de sodio	10,000
Dihidrochalcona de la neohesperidina	1,000,000

(Laguna, José: Bioquímica, La Prensa Médica Mexicana, Pág. 146, 1970)

Rotaciones específicas de varios carbohidratos.

Carbohidrato	Rotación específica (Línea D, 20°)	Carbohidratos	Rotación específica (Línea D, 20°)
D-Gliceraldehído	+ 13.8	D-Galactosa	+ 81.5
L-Arabinosa	+104	D-Fructosa	- 92.0
D-Xilosa	+ 10	Maltosa	+138.5
D-Ribosa	- 23.7	Lactosa	+ 52.5
D-Glucosa	+ 52.7	Sacarosa	+ 66.5
D-Mannosa	+ 14.2	Almidón (solución en CaCl ₂)	+200.0

(Bertz, T. Edwin: Bioquímica, Publicaciones Cultural, Pág. 13, 1960)



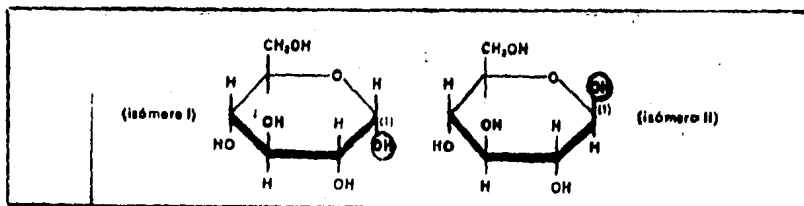
(Louisot, P.: *Química Estructural*, Editorial A.G., Pág. 16, 1977)

TIPO III.

Monosacáridos isoméricos

Monosacáridos	Tipo	n ⁺	2 ⁿ	Nombre de isómeros
Triosa	Aldosa	1	2	D-gliceraldehído, L-gliceraldehído
Tetrosa	Aldosa	2	4	D y L-eritrosa, D y L-treosa
Pentosa	Aldosa	3	8	D-arabinosa, ribosa, xilosa, líxosa; L-arabinosa, ribosa, xilosa, líxosa.
Hexosa	Aldosa	4	16	D-glucosa, galactosa, mannososa; L-glucosa, galactosa, mannososa; D y L-aleosa, altrosa, gulosa, idosa, talosa.
Hexosa	Cetosa	3	8	D-fructosa, L-fructosa; D y L-psicosa, sorbose y tagatosa.

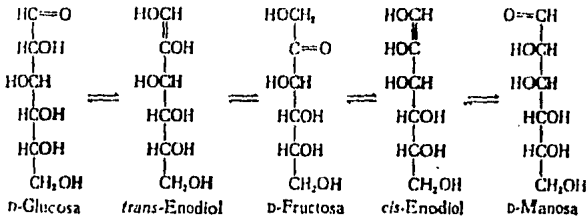
(Hertz, T. S.: *Química*, Publicaciones Cultural, Pá. 14, 1980)



(Louisot, P.: *Química Estructural*, Editorial A.G., Pág. 16, 1977)

Reacciones de los monosacáridos.

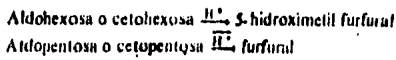
Isomerización de la D-glucosa por las bases diluidas.



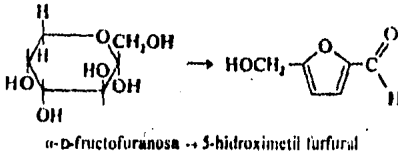
(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega. Pág. 259, 1984)

Deshidratación

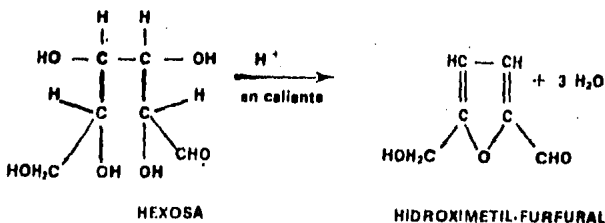
reacción general:



Ejemplo específico:



(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 243, 1975)



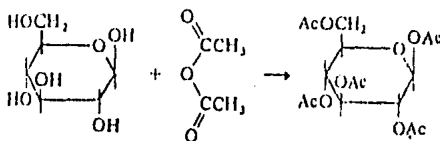
(Louisot, F.: Bioquímica Estructural, Editorial A.B., Pág. 38, 1977)

Reacciones de los grupos alcohólicos

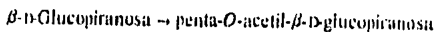
A. Formación de ésteres

Reacción general:

Alcohol \rightarrow éster



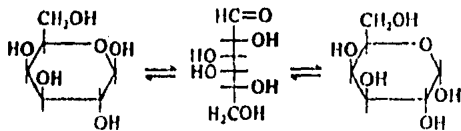
Ejemplo específico:



B. Inducidos por ácidos y álcalis. Mutarrotación.

Reacción general:

Aldosa o cetosa \rightleftharpoons aldosa o cetosa anómera



Ejemplo específico



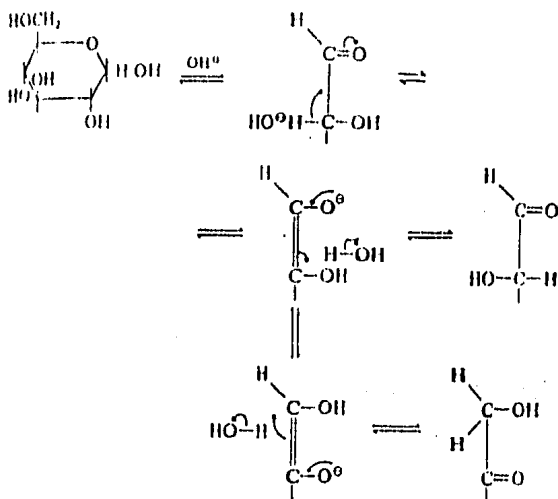
(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Págs. 253 y 242, - 1975)

Trasposiciones

A. Inducidas por álcalis en condiciones anaerobias

Reacción general:

Aldosa o cetosa \rightarrow entodiol \rightarrow aldosas y cetosas epimeras



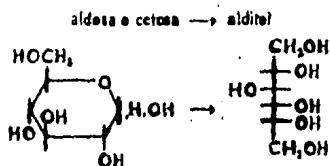
Ejemplo específico:

D-glucosa \leftrightarrow D-manosa 2,5 por 100
 D-glucosa 63,5 por 100
 D-fructosa 31 por 100
 + productos de degradación

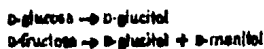
(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 241, 1975)

Reducción

Reacción general:



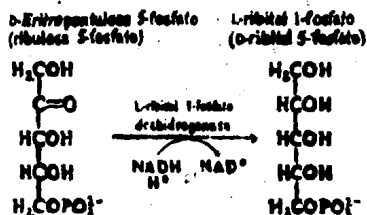
Ejemplos específicos:



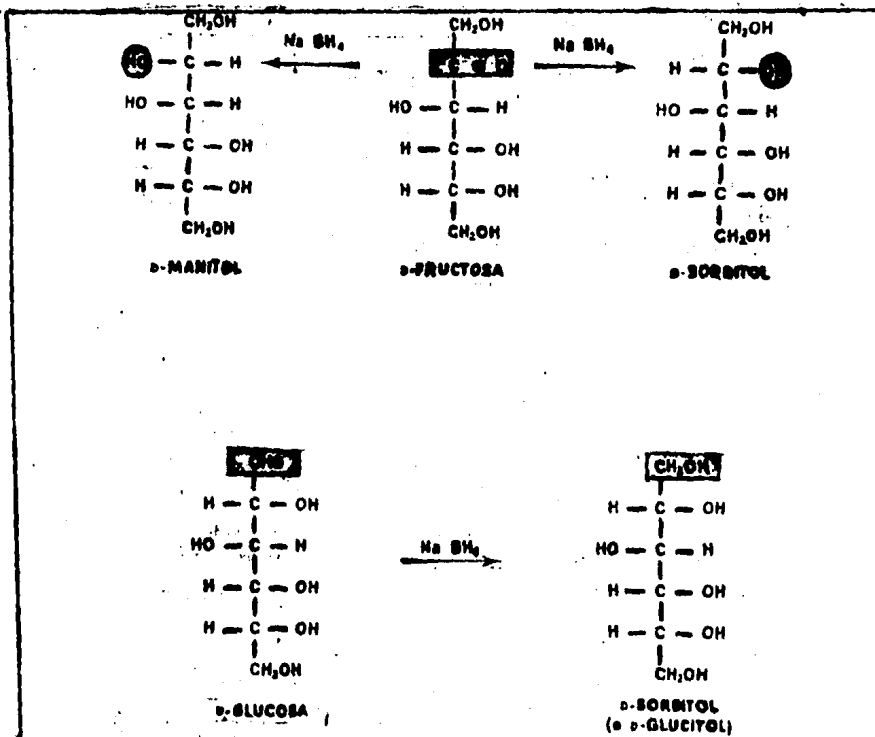
Reactivos: Borohidruro sódico, hidrógeno + catalizador (Pt, níquel Raney).

Empleo: Establecer la configuración de los carbohidratos.

Procesos bioquímicos:



(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 237, 1975)

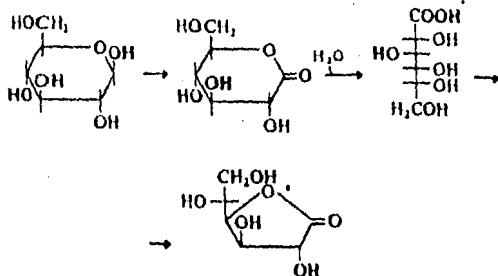


(Hertz, T. Edwin: Bioquímica, Publicaciones Cultural, Pág. 33, 1980)

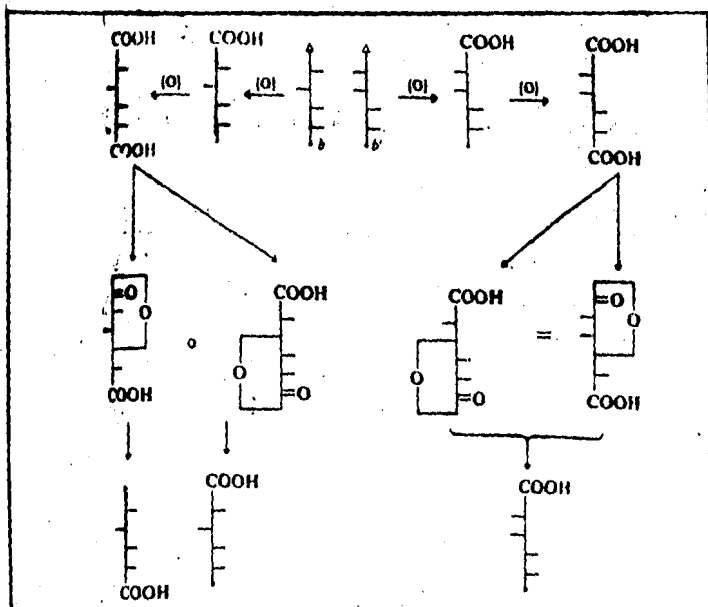
Oxidación

A. Aldehído u ácido

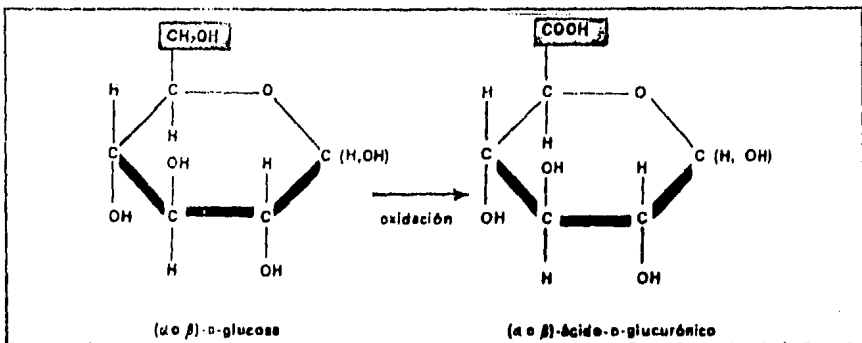
Reacción general:

Aldosa \rightarrow δ -aldonolactona \rightarrow ácido aldónico \rightarrow γ -aldonolactona

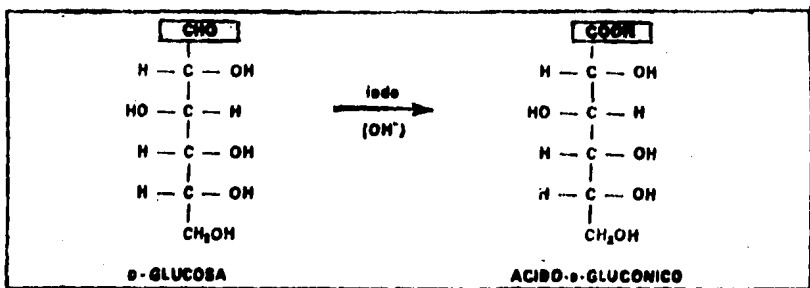
Ejemplos específicos:

 β -D-Glucopiranososa \rightarrow D-glucono- δ -lactona \rightarrow ácido D-glucónico \rightarrow D-glucono- γ -lactona


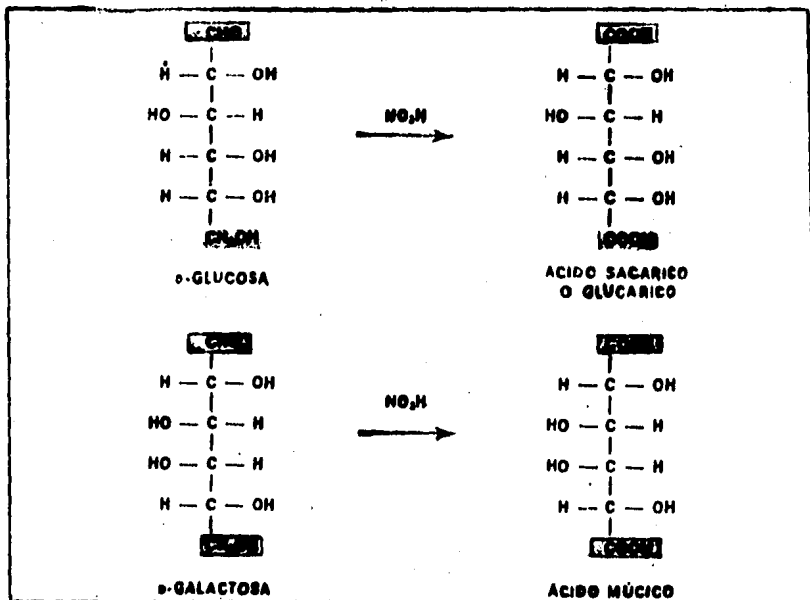
(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Págs. 238 y 243, 1975)



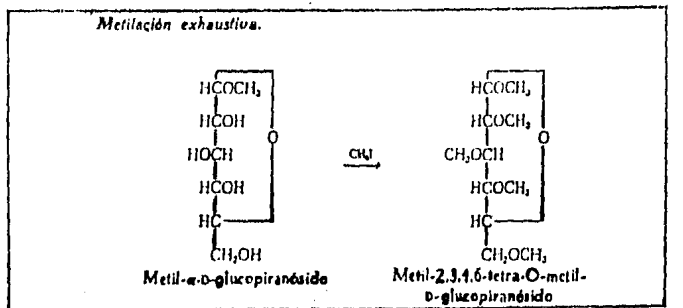
(Bhargava, V.: Bioquímica, Interamericana, Pág. 128, 1983)



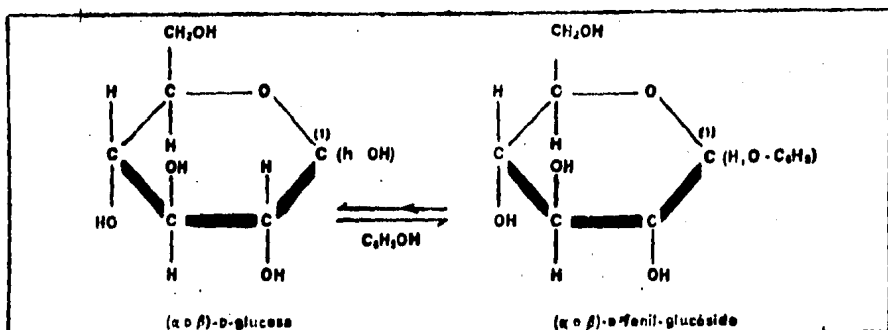
(Mason, Alvin, De Haan, Robert L.: El Mundo Biológico, Limusa, Pág. 14, 1982)



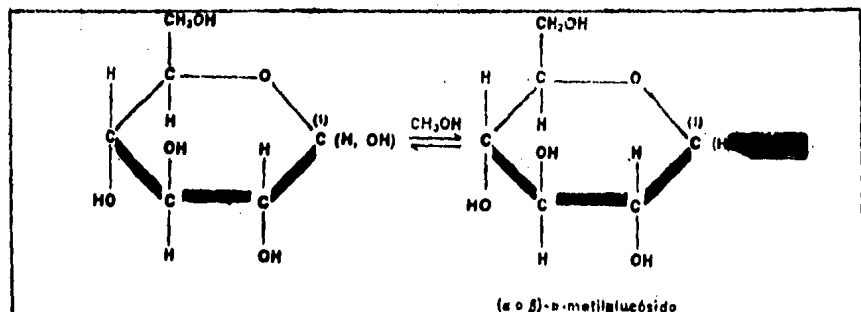
(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 42, 1977)



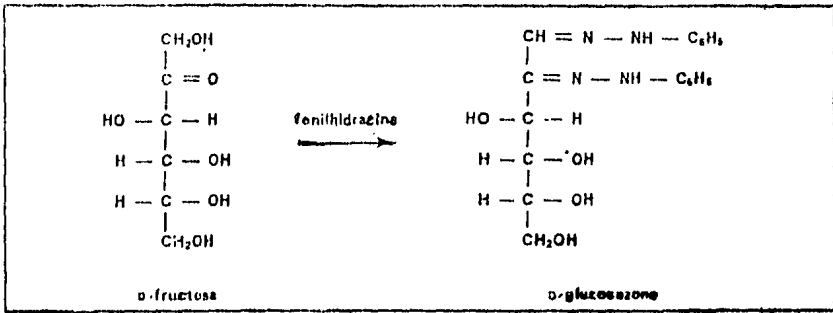
(Cason, Alvin, De Haan, Robert L.: El Mundo - Químico, Limusa, Pág. 123, 1962)



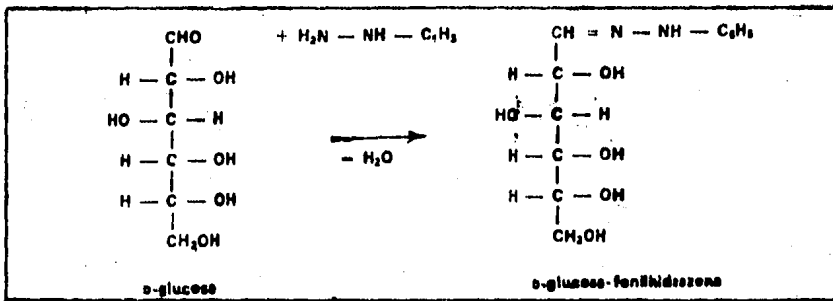
(Shayegan, V.V.: Biogénica, Interamericana, Pág. 150, 1963)



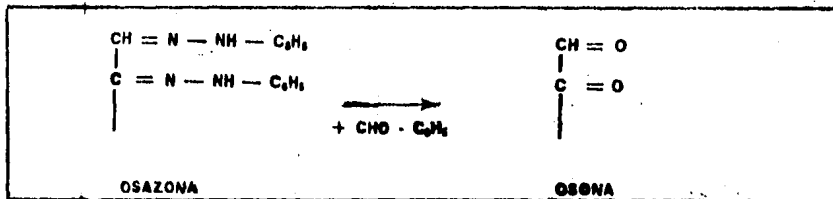
(Gortz, T. Edwin: Biogénica, Publicaciones Cultural, No. 20, 1960)



(Laguna, José: Bioquímica, La Prensa Médica Mexicana, Pág. 173, 1970)

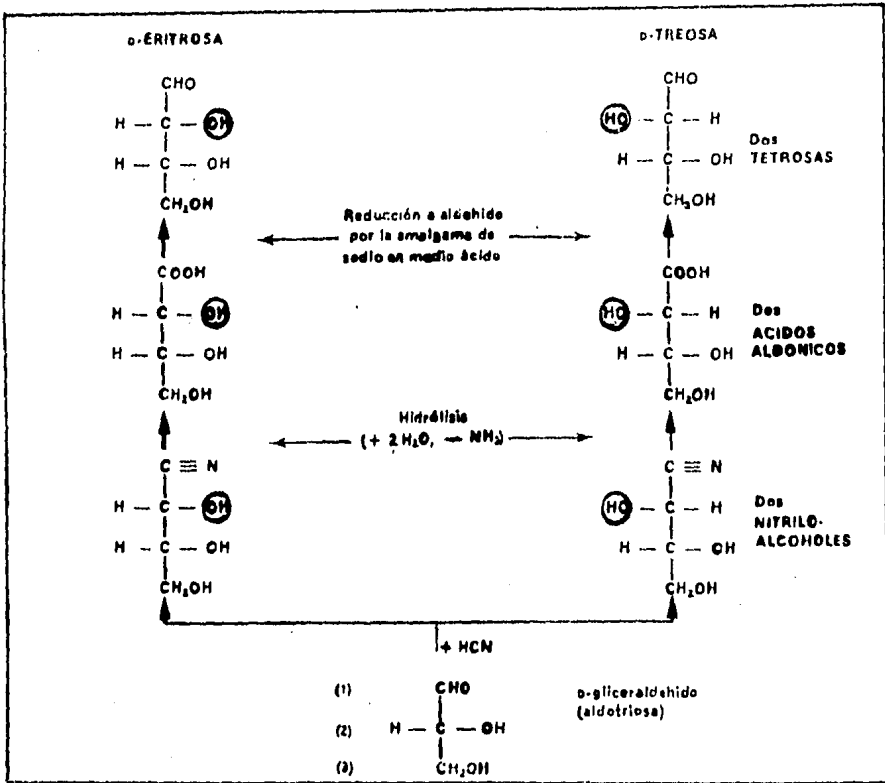


(Nortz, T. Edwin: Bioquímica, Publicaciones Cultural, Pág. 35, 1980)

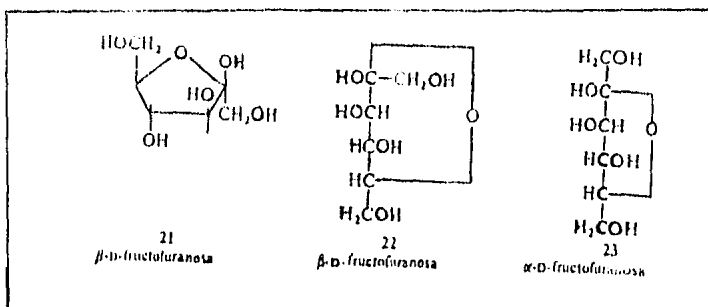


(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 55, 1977)

Síntesis Cianhídrica de Milliani-Fischer.

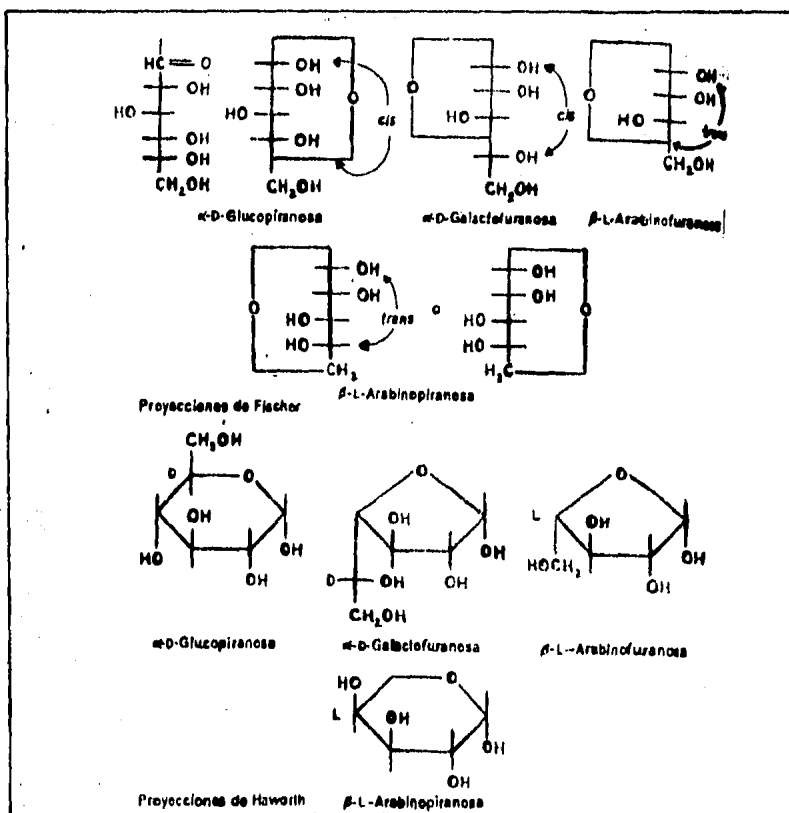


(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 9, 1977)



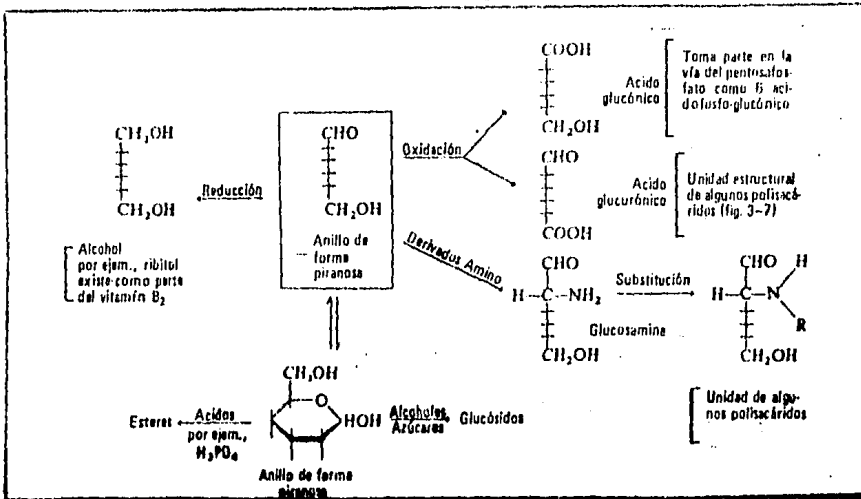
(La, una, José: *Biogénesis de la Arena Médica Mexicana*, Pág. 130, 1970)

Proyección de los Monosacáridos.



(Barker, R.: *Química Orgánica de los Compuestos Poliológicos*, Alhambra, Pág. 220, 1975)

Derivados monosacáridos de importancia biológica.



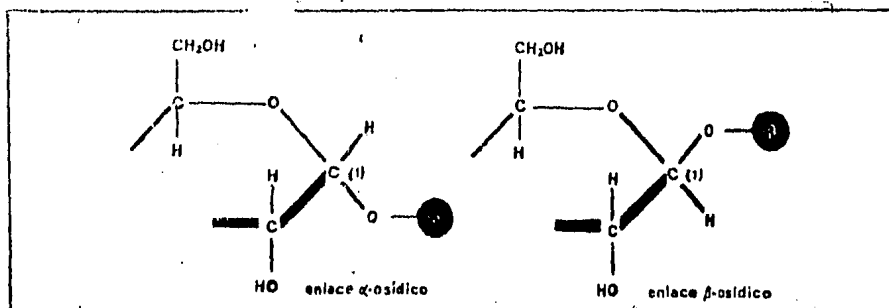
(Edwards, M.A., Nassall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno, Pág. 74, 1983)

Principales formas nucleotídicas de las osas.

Arabinosa	UDP-arabinosa
Glucosa	UDP-glucosa, ADP-glucosa (rara)
Galactosa	UDP-galactosa
N-acetil-glucosamina	UDP-N-acetil-glucosamina
N-acetil-galactosamina	UDP-N-acetil-galactosamina
Xilosa	UDP-xilosa
Acido glucurónico	UDP-acido glucurónico
Acido galacturónico	UDP-acido galacturónico
Fucosa	GDP-fucosa
Manosa	GDP-manosa
Acido silícico	CMP-acido silícico (CMP-NANA)

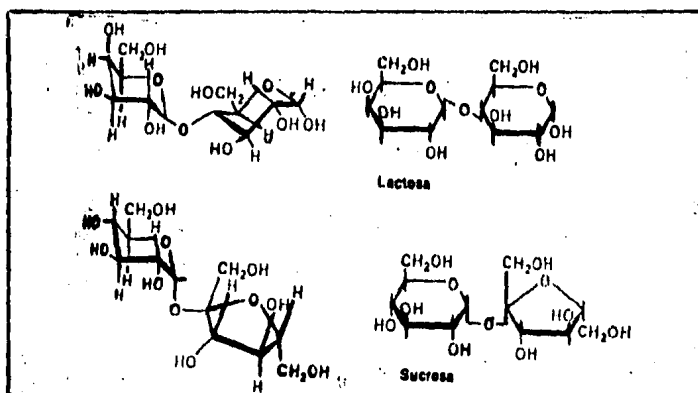
(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., - Pág. 244, 1977)

Oligonucleósidos.



(Mertz, M. Ed.: *Biocímica*, Publicaciones Cultural, Pág. 19, 1980)

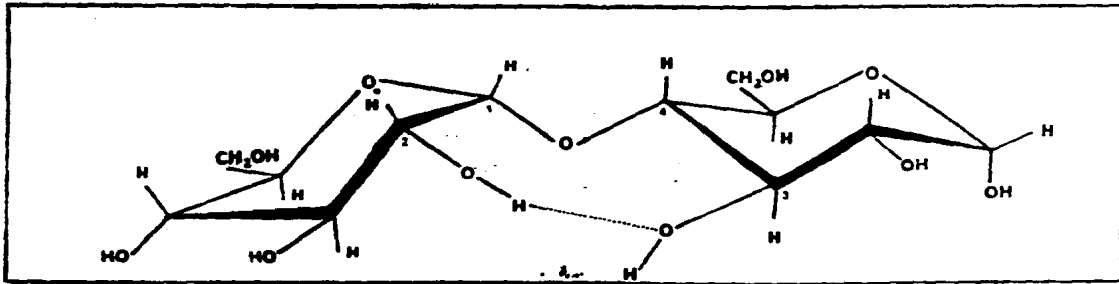
Representaciones estérica y de
Haworth de lactosa y sucrosa.



Estructuras de lactosa y sucrosa en sus representaciones
estérica y de Haworth.

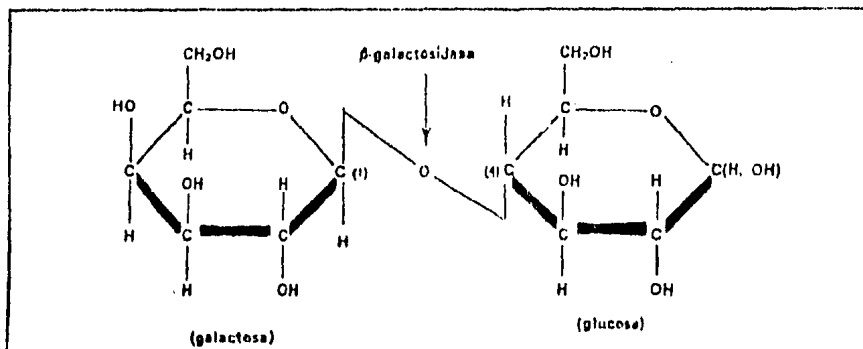
(Barker, R.: *Química Orgánica de los Compuestos Biológicos*, Alhambra, Pág. 230, 1975)

Química, V. 1: 110
Química, Intermed.
cana, Fig. 130,
1983)



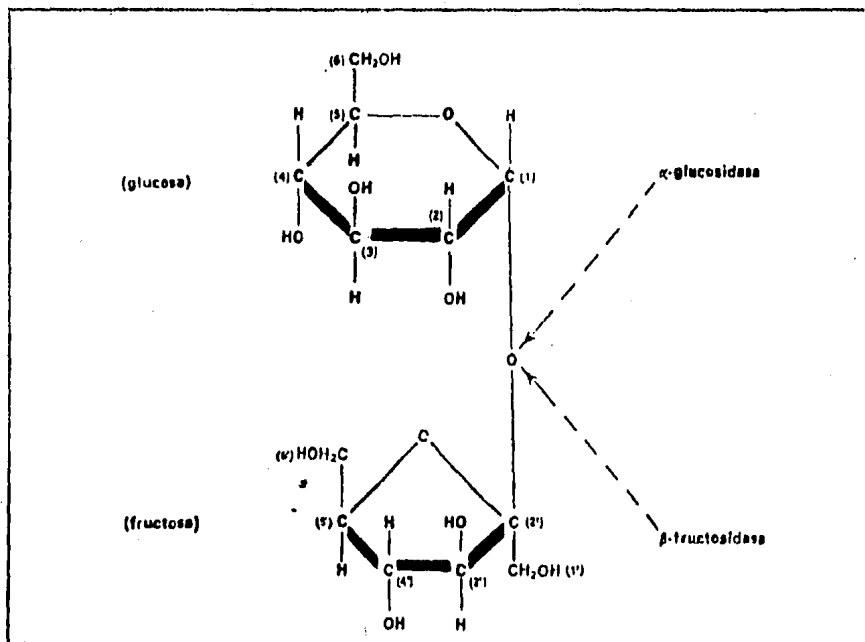
Conformación de la MALTOSA en estado cristalino

Lactosa.

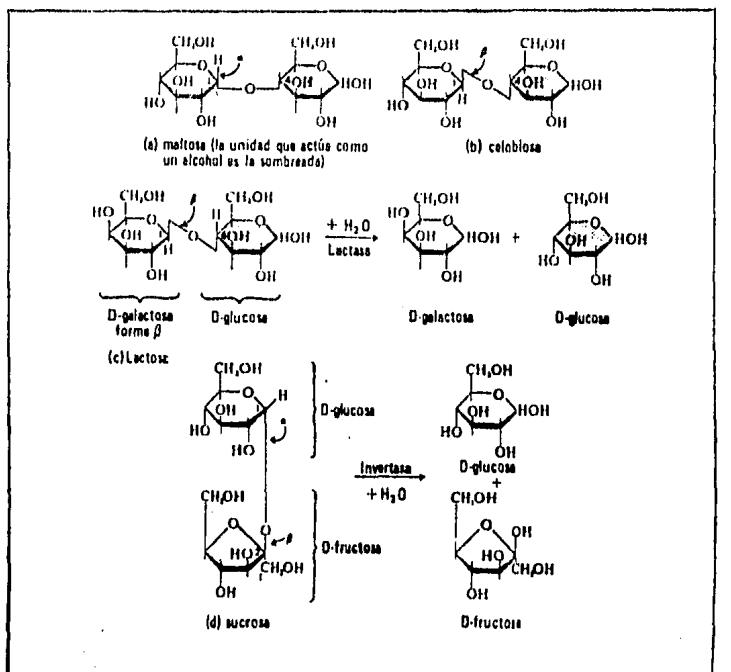


(Magavan, N.V.: Bioquímica, Interamericana, Pág. 135, 1983)

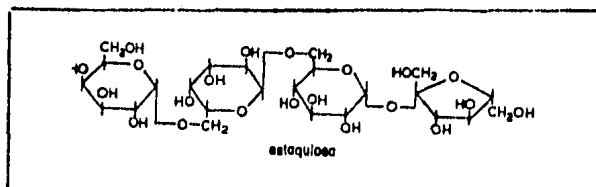
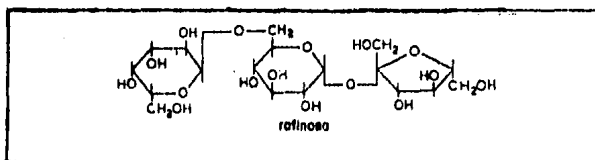
Sacarosa.



(Metz, T. Edwin: Bioquímica, Publicaciones Cultural, Pág. 20, 1980)



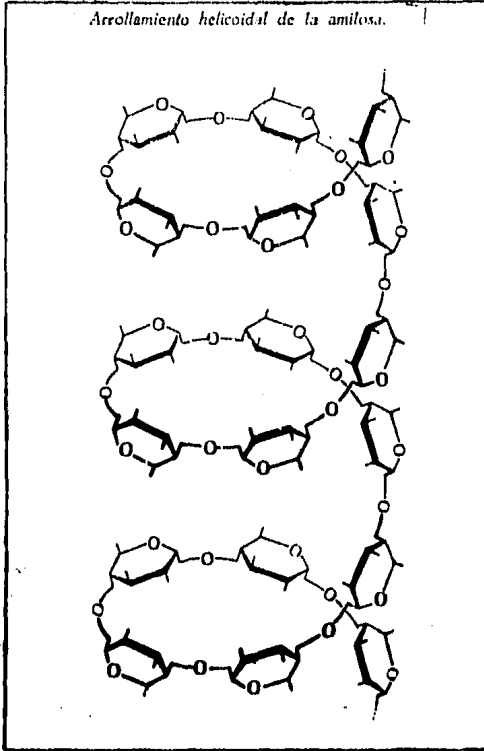
Disacáridos importantes.



(Edwards, R.A., Hassall, R.L.: *Bioquímica y Fisiología Celulares*, Editorial Moderno, págs. 76 y 78, 1976)

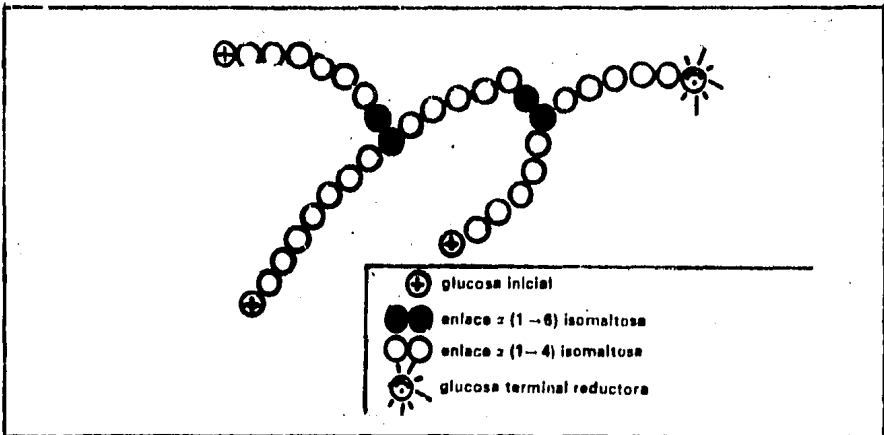
Polisacáridos.

Arrollamiento helicoidal de la amilosa.



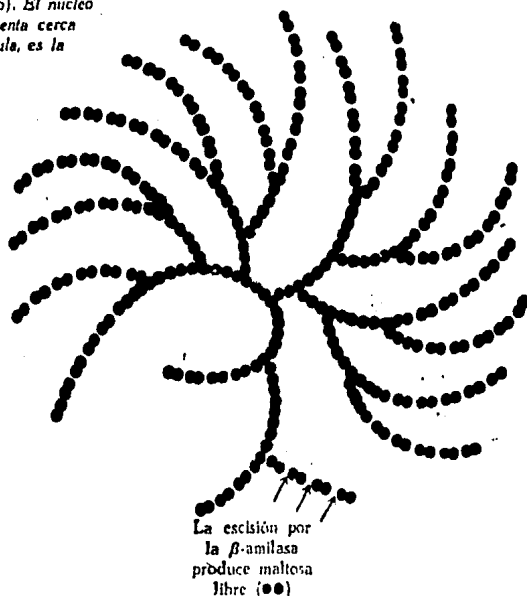
(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 270, 1984)

Almidon.

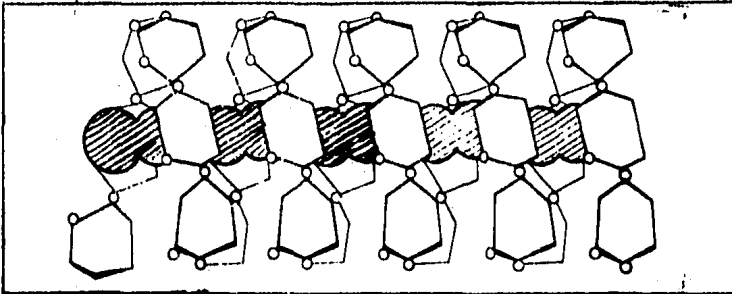


(Laguna, José: Bioquímica, La Frensa Médica Mexicana, Pág. 146, 1970)

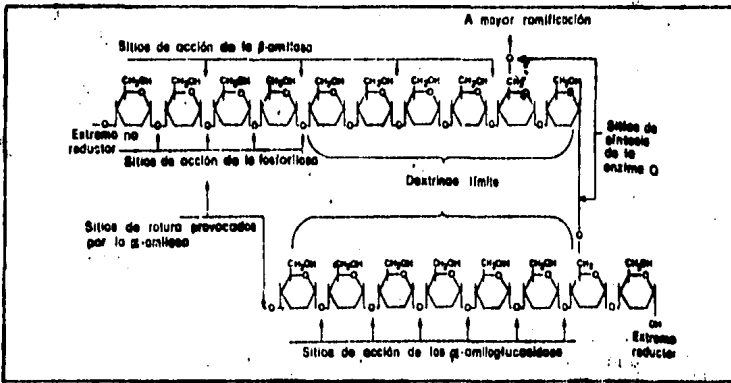
Acción de la β -amilasa sobre la amilopectina. Los restos de maltosa sucesivos se hidrolizan hasta que se alcanzan los puntos de ramificación $\alpha(1 \rightarrow 6)$. El núcleo restante (en color) que representa cerca del 40 por ciento de la molécula, es la dextrina límite.



(Lehringer, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 271, 1984)



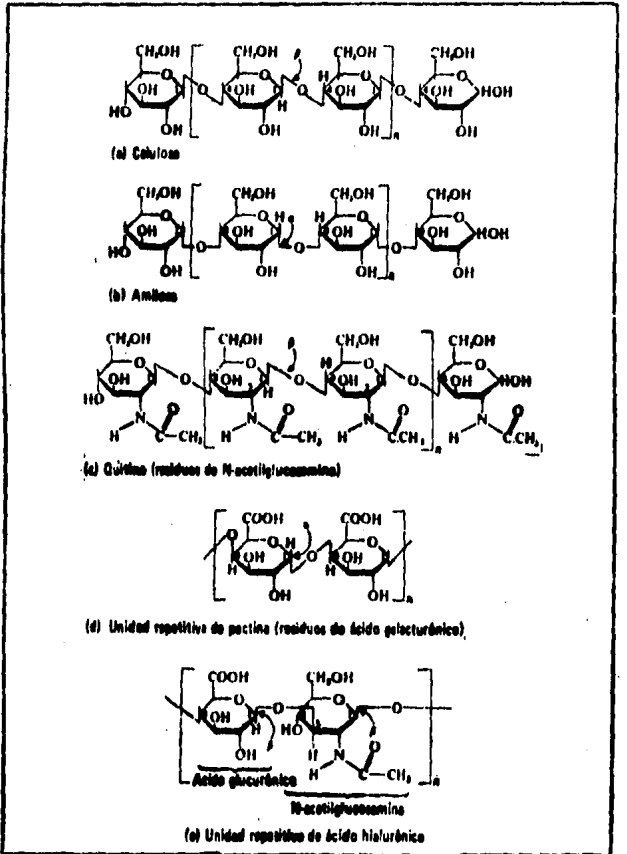
Modelo helicoidal del complejo amilosa-yodo (las áreas sombreadas representan al yodo).



Sitios de acción de varias enzimas en la amilopeptina.

(Kruh, Jacques: Bioquímica Estudios Médicos y Biológicos, Omega, Pág. 176 y 177, 1975)

Estructura de algunos Polisacáridos.



(Edwards, H.A.; Hassall, H.A.: *Bioquímica y Fisiología Celulares. El Manual Moderno*, Pág. 78, 1976)

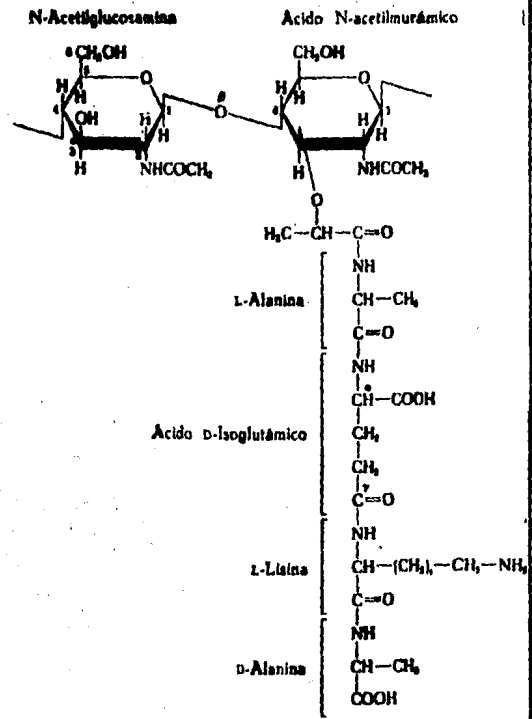
Mucopolisacáridos ácidos.

<i>Polisacárido</i>	<i>Constituyentes</i>	<i>Localización</i>
Ácido hialurónico	Ácido glucurónico, N-acetil-D-glucosamina	Líquido sinovial
Condrotina	Ácido glucurónico, N-acetil-D-galactosamina	Córnea
4-Sulfato de condrotina	Ácido glucurónico, 4-Sulfato de N-acetil-D-galactosamina	Cartilago
Sulfato de dermatano	Ácido idurónico, 4-sulfato de N-acetil-D-galactosamina	Piel
Sulfato de queratano	Galactosa, 6-sulfato de galactosa, 6-sulfato de N-acetil-D-galactosamina	Córnea
Heparina	6-sulfato de glucosamina, 2-sulfato del ácido glucurónico, ácido idurónico	Pulmón

Terzinger, Albert
 L.: *Bioquímica*
 Omega, Eds. 1976,
 1980)

(Jehning, Albert, I.: Biotiquímica, Omega, Pág. 275, -
 1984).

Muropeptido repetido de las paredes
 celulares bacterianas. Está constituido por
 un disacárido al que se halla unida una
 cadena lateral tetrapeptídica. El engarce
 entre las unidades sucesivas es $\beta(1 \rightarrow 4)$.
 El resto de ácido D-glutámico se halla
 unido a la L-lisina por su grupo γ -carboxilo
 y se le designa, por tanto, como ácido
 D-isoglutámico. En algunas especies,
 por ejemplo en el *Staphylococcus aureus*
 (fig. 10-32), el grupo α -carboxilo del
 resto de ácido D-glutámico, está sustituido
 por un grupo amino; este resto se llama
 entonces D-isoglutamina.



Importancia Biológica de las Glucoproteínas.

Immunoglobulinas	IgG, IgA, IgM
Plasma	Fetúles, α_2 -glucoproteínas félicas, Transferrina, haptoglobina, etc.
Orina	Glucoproteínas de Tam y Horsfall
Hormonas	Gonadotropina coriónica, tiroglobulina, etc.
Enzimas	RNasa, DNasa, N-acetil-glucosaminidasa, y glucosil-transferasas, etc.
Clara de huevo	Ovalbúmina, avidina, etc.
Mucinas	Glicógeno submucinosas, etc.
Tejido conectivo	Proteoglicanos, colágeno, etc.
Membranas extracelulares	Membranas basales del glomérulo, etc.
Membranas celulares	Membranas plasmáticas, etc.
Proteoglicanos	Seja, etc.

(Suttie, John W.: Fundamentos de Bioquímica, Interamericana, Pág. 282, 1979)

Algunos disacáridos que contienen aminoazúcares:

Disacárido	Unidad monomérica	Enlace	Fuente
Galactina	N-acetil-D-glucosamina	$\beta(1-4)$	Esqueleto de los invertosidos
Galactina	Ácido D-glucurónico y N-acetil-D-glucosamina	$\beta(1-3)$ $\beta(1-4)$	Sustancia del ácido sinovial
Galactina ácido A y galactina ácido	Ácido D-glucurónico y N-acetil-D-glucosamina-4-ribosa	$\beta(1-3)$ $\beta(1-3)$	Cartilago
Galactina ácido B y galactosido	Ácido L-urónico y N-acetil-D-glucosamina-4-ribosa	$\beta(1-3)$ $\beta(1-4)$	Cartilago
Galactina	Ácido 2-O-ribosa D-glucurónico y N-acetil-D-glucosaminas A, B-D-ribosa	$\alpha(1-4)$	Muchos tejidos

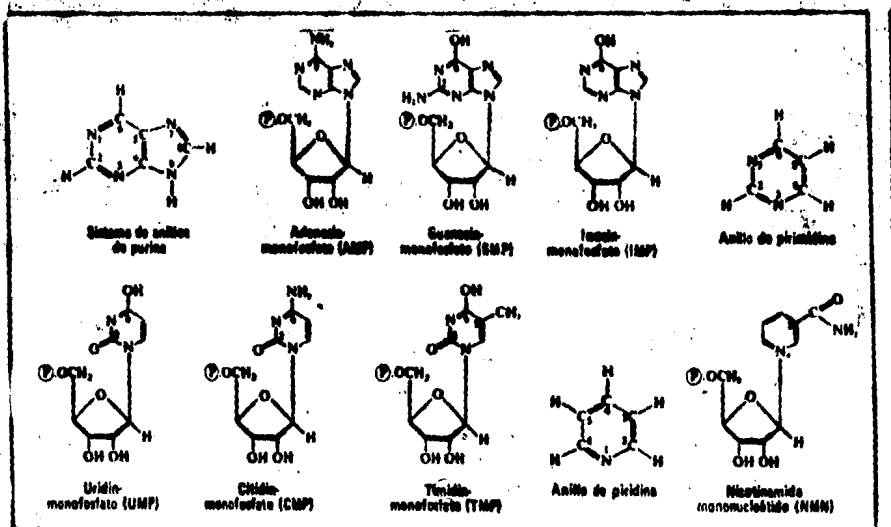
(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alhambra, Pág. 263, 1975)

ACIDOS NUCLEICOS.

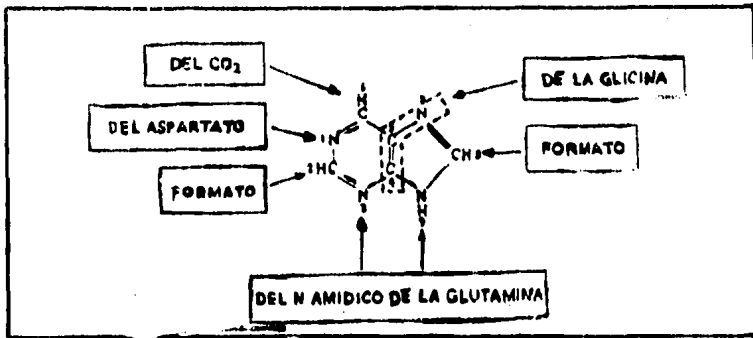
Las bases púricas y pirimidicas más importantes
y sus respectivos nucleótidos y nucleótidos

Base	Nucleótido	Nucleótido
1. Purinas:		
Adenina (6-aminopurina)	Adenosina	Adenosín monofosfato (AMP) o ácido adenílico
Guanina (2-amino-6-oxipurina)	Guanosina	Guanosín monofosfato (GMP), o ácido guanílico
Hipoxantina (6-oxipurina)	Inosina	Inosín monofosfato (IMP) o ácido inosínico
2. Pirimidinas:		
Uracilo (2,6-dioxipirimidina)	Uridina	Uridín monofosfato (UMP) o ácido uridílico
Citosina (2-oxi-6-amino-pirimidina)	Citidina	Citidín monofosfato (CMP) o ácido citidílico
Timina (3-metil-uracilo)	Timidina	Timidín monofosfato (TMP), o ácido timidílico

Nucleótidos importantes y sus anillos progenitores.



(Edwards, L.A., Bassall, R.A.: *Bioquímica y Fisiología Celulares*, El Manual Moderno, Págs. 84 y 85, 1976)



Origen de los átomos del anillo de purina

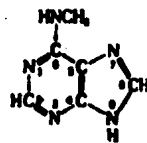
(Mertz, T. Edwin: *Bioquímica*, Publicaciones Cultural, Pág. 118, 1980)

Otras bases poco
frecuentes halladas en los ácidos
nucleicos.

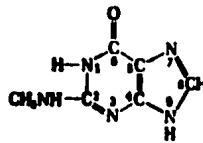
5,6-Dihidrouracilo
1-Metiluracilo
3-Metiluracilo
5-Hidroximetiluracilo
2-Tiouracilo
N⁶-Acetilcitosina
3-Metilcitosina
5-Metilcitosina
5-Hidroximetilcitosina
1-Metiladenina
2-Metiladenina
7-Metiladenina
N⁶-Metiladenina
N⁶,N⁷-Dimetiladenina
N⁶-(4'-Isopentenil)adenina
1-Metilguanina
7-Metilguanina
N⁶-Metilguanina
N⁶,N⁷-Dimetilguanina

Algunas bases menores.

Das purinas menores

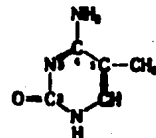


6-Metiladenina

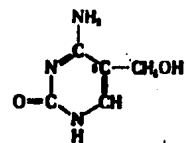


2-Metilguanina

Das pirimidinas menores



5-Metilcitosina



5-Hidroxi metilcitosina

(Lehninger, Albert L.: *Bioquímica*, Omega, Pág. 319, 1984)

Valores pK_a de bases y nucleosidos

Pirimidinas



	valores pK_a	Asignación
Uracilo (2,4-dihidroxi)	9,46	—NH de lactama sobre 1 & 3
Uridina (2,4-dihidroxi, 1-ribofuranosilo)	9,17 12,5	—NH de lactama sobre 3 —2'-OH del resto ribosilo
Citosina (4-amino-2-hidroxi)	4,46 12,2	—NH ₂ sobre 4 —NH sobre 1
Citidina (4-amino-2-hidroxi, 1-ribofuranosilo)	4,11 12,2*	—NH ₂ sobre 4 —2'-OH del resto ribosilo
Timina (2,4-dihidroxi-5-metil)	9,88	—NH de lactama sobre 1 & 3

Purinas



	pK_a , valores	Asignación
Adenina (6-amino)	4,15 9,6	—NH ₂ sobre 6 —NH imidazólico sobre 9
Adenosina (6-amino, 9-ribofuranosilo)	3,45 12,5	—NH ₂ sobre 6 —2'-OH del resto ribosilo
Guanina (2-amino, 6-hidroxi)	3,3 9,6 12,2	—NH ₂ sobre 2 —NH de lactama sobre 1 —NH imidazólico sobre 9
Guanosina (2-amino, 6-hidroxi, 9-ribofuranosilo)	1,6 9,2 12,3	—NH ₂ sobre 2 —NH de lactama sobre 1 —2'-OH del resto ribosilo

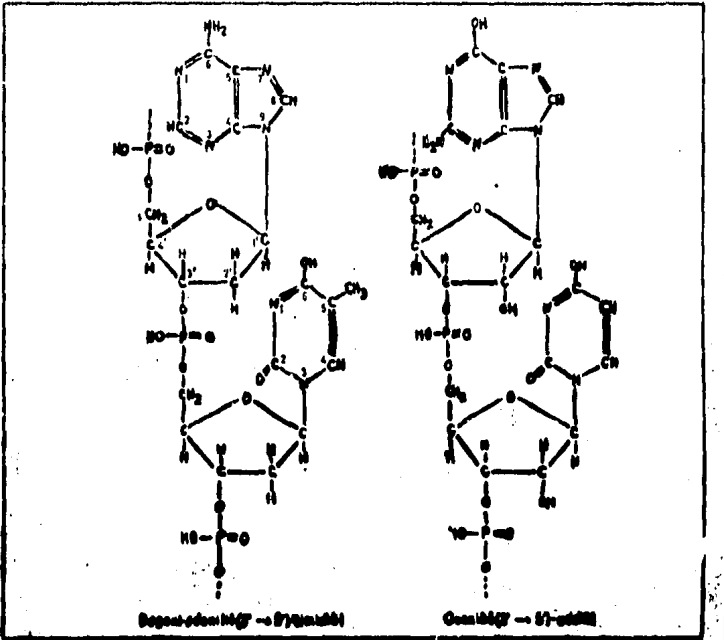
Valores del pK_a de las purinas y pirimidinas naturales y
asignación de los mismos.

(Darker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos,
pág. 375, 1975)

Nomenclatura de nucleótidos, nucleósidos y bases

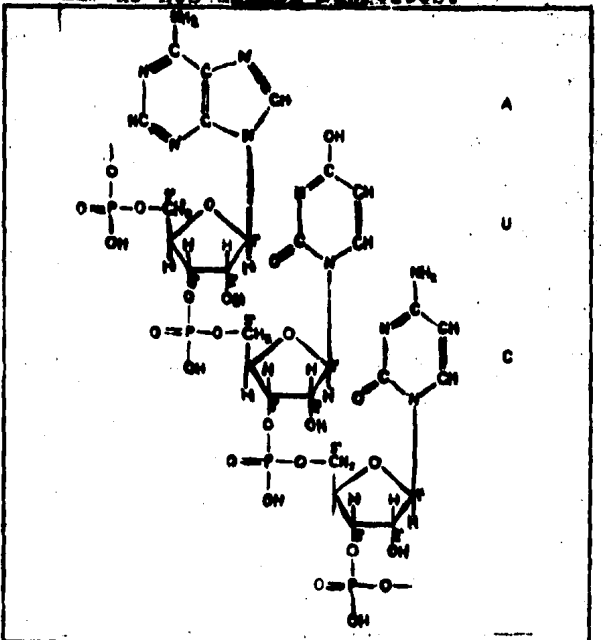
Base	Ribósidos				2-Desoxirribósidos			
	Metabolito	Abrev.	Nucleótido*	Abrev.**	Nucleósidos	Abrev.	Nucleótidos*	Abrev.**
Uracilo	Uridina	Urd	Acido uracílico	UMP Urd-5'-P	desoxiUridina	dUrd	-	-
Timina	Ribotimidina	Thd	-	-	Timidina	dThd	Acido timídico	TMP dTdb-5'-P
Citosina	Cidina	Cyd	Acido citidílico	CMP Cid-5'-P	desoxiCitosina	dCyd	Acido desoxicitidílico	dCMP dCyd-5'-P
Adenina	Adenosina	Ado	Acido adenílico	AMP Ado-5'-P	desoxiAdenosina	dAdo	Acido desoxiadenílico	dAMP dAdo-5'-P
Guanina	Guanosina	Guo	Acido guanílico	GMP Guo-5'-P	desoxiGuanosina	dGuo	Acido desoxiguanílico	dGMP dGuo-5'-P

(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Al-Hambra, Pág. 376, 1975)



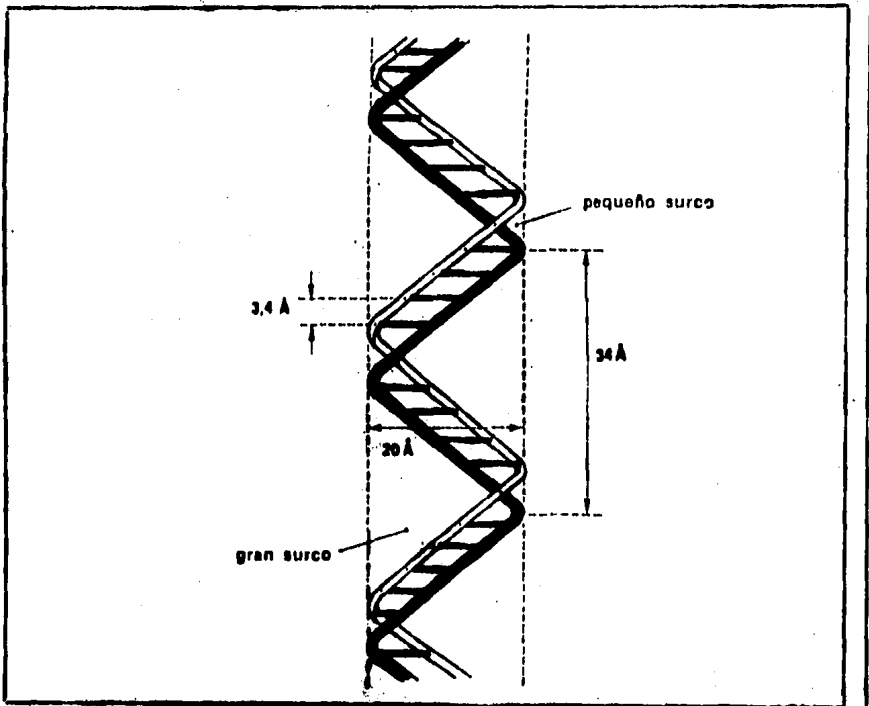
(De Robertis y Robertis: Fundamentos de Biología Celular y Molecular, El Ateneo, Pág. 52, 1982)

**Enlaces Internucleótidos
de los Ácidos Nucleicos.**



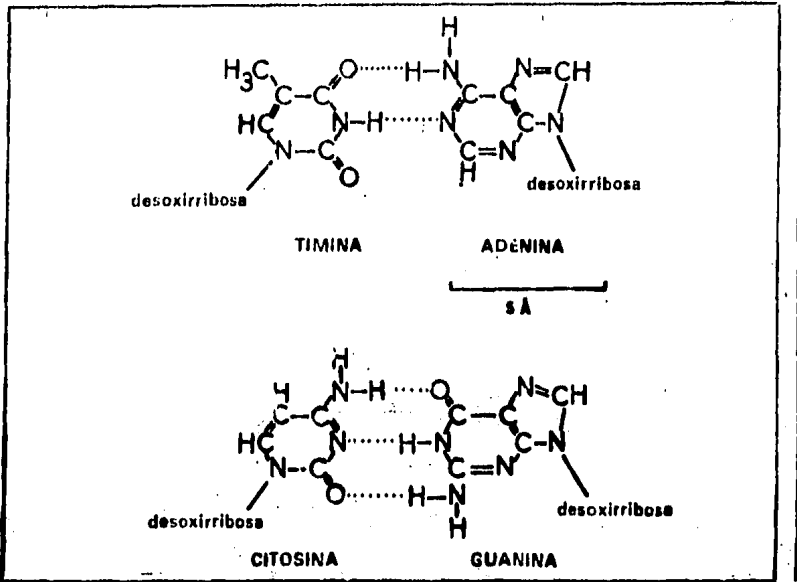
(Forek, Ernest: La Célula Clave de la Vida, Lánusa, Pág. 157, 1984)

Acido Desoxirribonucleico. (DNA)



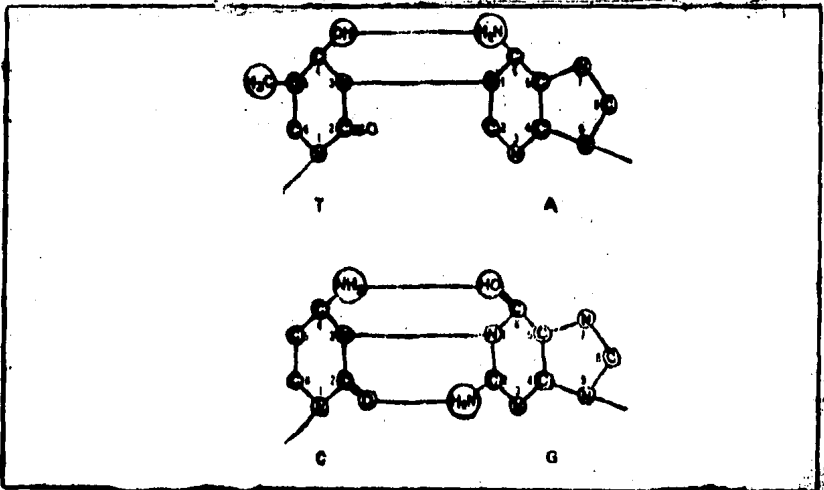
Configuración helicoidal tridimensional del DNA. (La diferencia entre el pequeño surco y el gran surco está exagerada por razones de claridad)

(Fason, Alvin, De Haan, Robert L.: El Mundo Biológico, IImusa, Pág. 158. 1982)



(Thorpe, William B.: Bioquímica, Continental, Pág. 143, 1967)

Apareamientos Internucleotídicos Específicos en el DNA.



Bases complementarias.

A y T pueden estar unidas mediante dos enlaces de hidrógeno, entre el hidrógeno 4 de la timina y el grupo amino 6 de la adenina por un lado y entre dos nitrógenos del anillo por otro.

C y G intercambian tres enlaces de hidrógeno que se sitúan entre: el grupo amino 4 de la citosina y el hidrógeno 6 de la guanina, entre el hidrógeno 2 de la citosina y la amina 2 de la guanina y finalmente entre 2 nitrógenos del anillo.

Las bases son perpendiculares al eje de las hélices. El enlace entre C y G es por tanto más fuerte que entre A y T.

(Lehninger, Albert L.: Bioenergética, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 151, 1975)

Porcentaje molar de bases en algunas preparaciones
de ácidos nucleicos.

	Adenina	Guanina	Citosina	Timina	Uracilo
DNAs					
Humano	30,9	19,9	19,8	29,4	—
<i>E. coli</i>	24,7	26,0	25,7	23,6	—
Bacteriófago λ	21,3	28,6	27,2	22,9	—
RNAs					
Hígado de buey (total)†	17,1	27,3	33,9	—	21,7
<i>E. coli</i> mRNA †	25,1	27,1	24,1	—	23,7
Virus del mosaico del tabaco	29,8	25,4	18,5	—	26,7

† Mezcla.

(Lehninger, Albert L.: *Bioquímica*, Omega, S.A. -
315, 1984)

Composición en desoxirribonucleótidos
de diferentes DNA (%).

Fuente de DNA	Desoxirribonucleótidos con				
	Adenina	Guanina	Citosina	Timina	5-metil- citosina
Timo de vacuno	28,2	21,5	21,2	27,8	1,3
Bazo de vacuno	27,9	22,7	20,8	27,3	1,3
Esperma de vacuno	28,7	22,2	20,7	27,2	1,3
Médula ósea de rata	28,6	21,4	20,4	28,4	1,1
Arenque	27,9	19,5	21,5	28,2	2,8
Erizo de mar	32,8	17,7	17,3	32,1	1,1
Germe de trigo	27,3	22,7	16,8	27,1	6,0
Levadura	31,3	18,7	17,1	32,9	—
<i>Escherichia coli</i>	26,0	24,9	25,2	23,9	—
Bacilo tuberculoso	15,1	34,9	35,4	14,6	—
Bacteriófago φ X 174	24,3	24,5	18,2	32,3	—

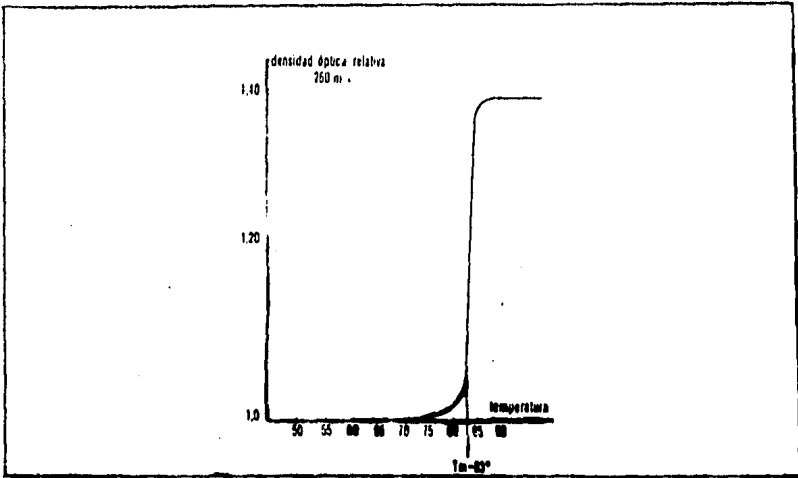
(Siege, J. Arthur: *Fisiología General*, Interamericana, -
E. 60, 1965)

Dependencia de la temperatura de fusión de los polinucleótidos de su contenido en bases*

<i>Estructuras hebrales</i>	<i>Temperatura de fusión, T_f, °C</i>	
poliA:poliU en 0,1 M NaCl	56	
poliA:poliT en 0,1 M NaCl	75	
poliG:poliC en 0,001 M NaCl	98	
poliA:poliT en 0,1 M NaCl	68	
poliG:poliC en 0,05 M NaCl	91	

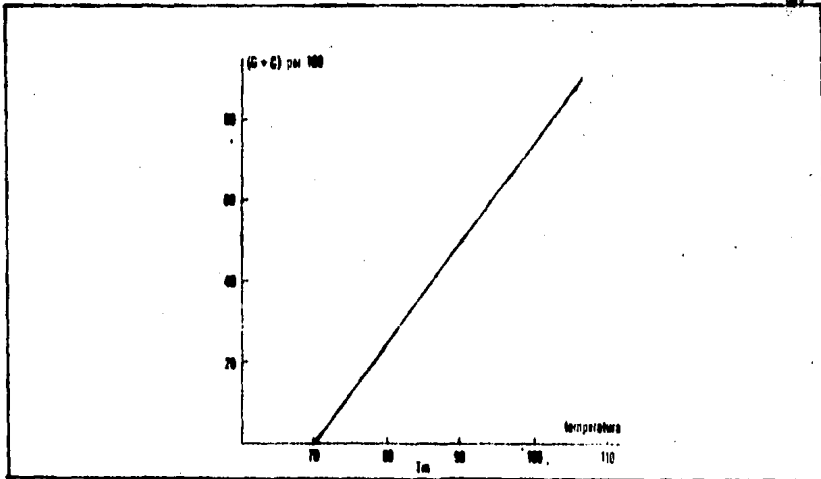
<i>DNA natural de origen viral</i>		
<i>Fuente</i>	<i>T_f, °C</i>	<i>Porcentaje en moles (Guanosina y citosina)</i>
Adenovirus humano 1	92,8	58,5
Adenovirus humano 2	92,3	55
Adenovirus humano 18	88,8	48
Varicela virus humano	82,3	30
Sabiasvar	83,5	35

(Banker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Pág. 410, 1975)



Temperatura de fusión: T_m .

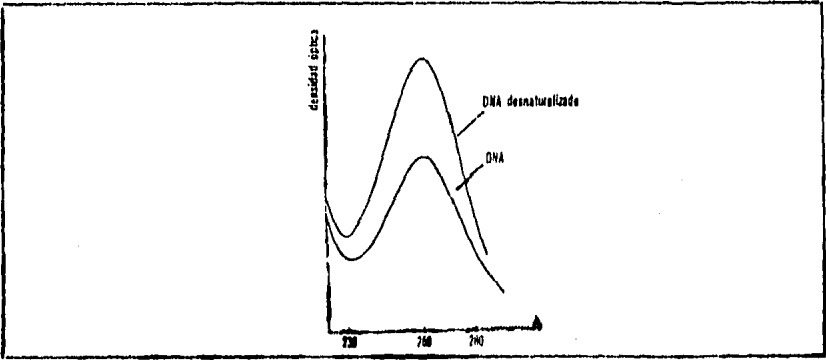
La solución de DNA se coloca en un espectrofotómetro con un dispositivo que permite su calentamiento. Se calienta progresivamente. Al llegar a una cierta temperatura se observa un aumento brusco de la absorción. Es la temperatura de fusión, T_m , igual en este caso a 83° .



Temperatura de fusión, T_m , en función del porcentaje de G + C en el DNA.

A y T están unidas por dos enlaces de hidrógeno y C y G por tres enlaces de hidrógeno. Es necesaria pues más energía para romper los enlaces entre G y C, lo cual quiere decir que se necesita mayor temperatura. La relación T_m en función del porcentaje de G + C es lineal. Para el poli d(AT), DNA desprovisto de G y de C, la T_m es de 70° .

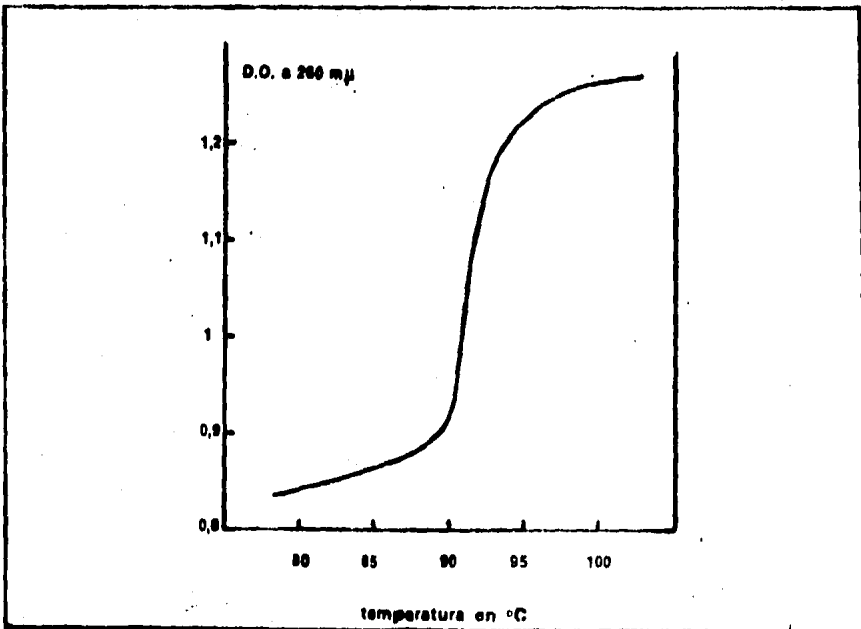
(Kru², Jacques: Bioquímica Estudios Médicos y Biológicos, Omeva, Págs. 206 y 207, 1975)



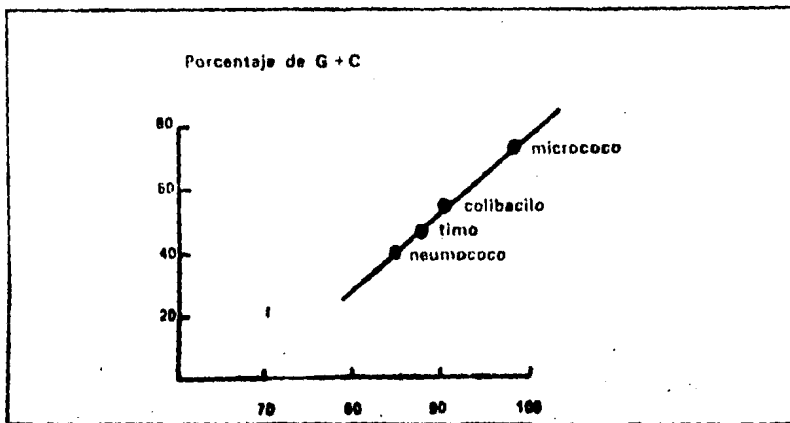
Espectro de absorción UV de los ácidos nucleicos.

La absorción presenta un máximo a 260 m μ y un mínimo a 230 m μ . Si se calienta el DNA, se observa una elevación brusca de la densidad óptica por encima de una cierta temperatura. Esto se debe a la ruptura de los enlaces de hidrógeno. El DNA ha sido desnaturalizado. La temperatura necesaria para romper los enlaces de hidrógeno recibe el nombre de temperatura de fusión o T_m. Es el efecto hipercrómico.

(Kruh, Jacques: Bioquímica Estudios Médicos y Biológicos, Omega, Pág. 286, 1975)



(Louisot, F.: Bioquímica Estructural, Editorial A.O., Pág. 181, 1977)

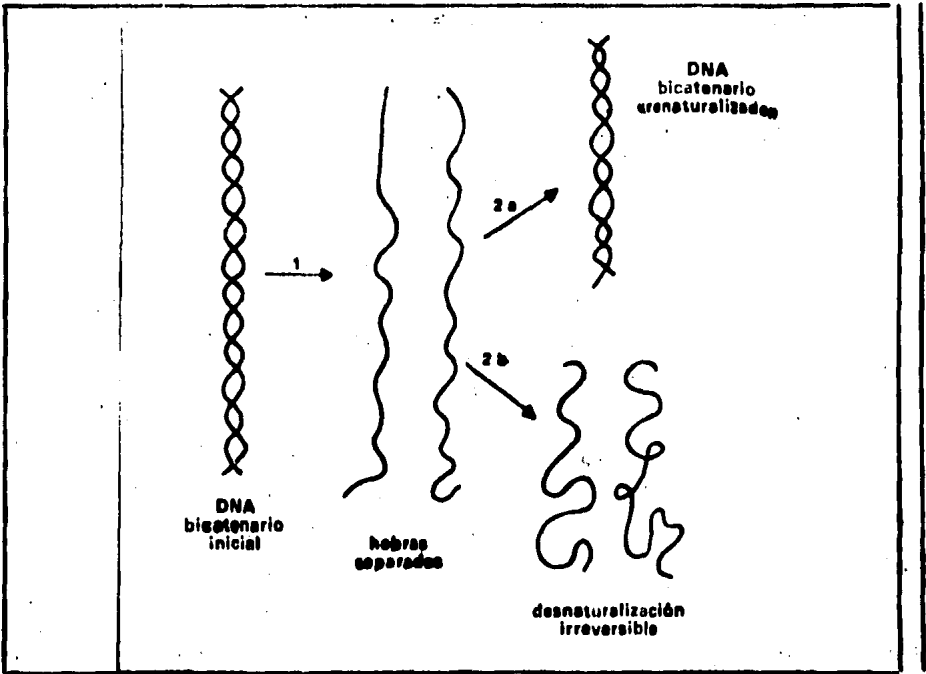


(Louisot, F.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Págs. 481, 1977)

	RELACIÓN $\frac{A+T}{G+C}$
Hombre	1,40
Cordero	1,36
Buey	1,30
Erizo	1,85
Semilla de trigo	1,20
E. coli	0,97
Sarcina lutea	0,35
Alcaligenes faecalis	0,50
Clostridium perfringens	2,70

(Kruh, Jacques: Bioquímica Estudios Médicos y Biológicos, Omega, Pág. 200, 1975)

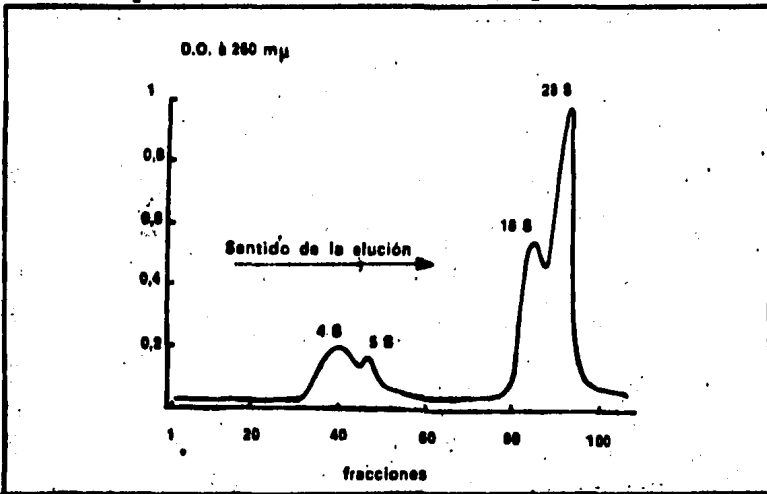
Denaturalización y Renaturalización del DNA,



1- Calentamiento hasta la temperatura de fusión.
 2a- Enfriamiento lento.
 2b- Enfriamiento rápido.

(Louisot, F.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 183, 1977)

Separación de los diferentes tipos de RNA.



(Cromatografía en columna de alúmina cargada de RNA celular total. Elución por gradiente de NaCl)

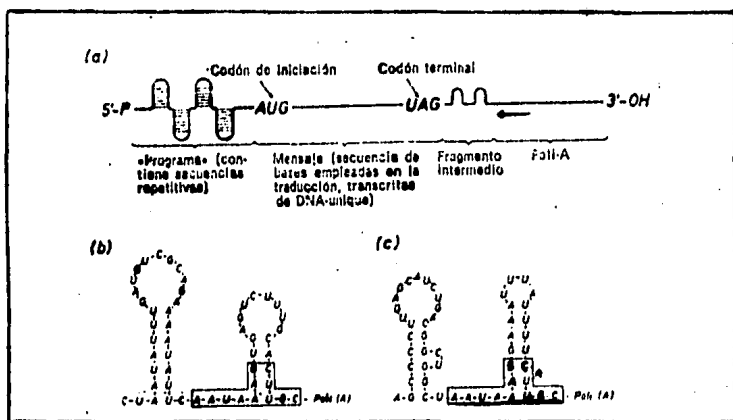
(De Robertis, E.; Nowinski, W.W.: Biología Celular, El Ateneo, Pág. 329, 1982)

Propiedades de los RNAs de *E. coli*.

<u>Tipo</u>	<u>Coefficiente de sedimentación</u>	<u>Peso molecular aproximado (daltons)</u>	<u>Núm. de residuos de nucleótidos</u>	<u>Porcentaje total de RNA celular</u>
RNA ribosómico	5S	35 000	~120	82
(3 especies)	16S	550 000	~1 500	
	23S	1.1×10^6	~3 000	
RNA de transferencia	4S	23 000 a 30 000	75 a 90	16
(60 especies)				
RNA mensajero (muchas especies)	6S a 25S	25 000 a 1×10^6	75 a 3 000	2

(Ehagavan, N.V.: Bioquímica, Interamericana, Pág. 332, 1983)

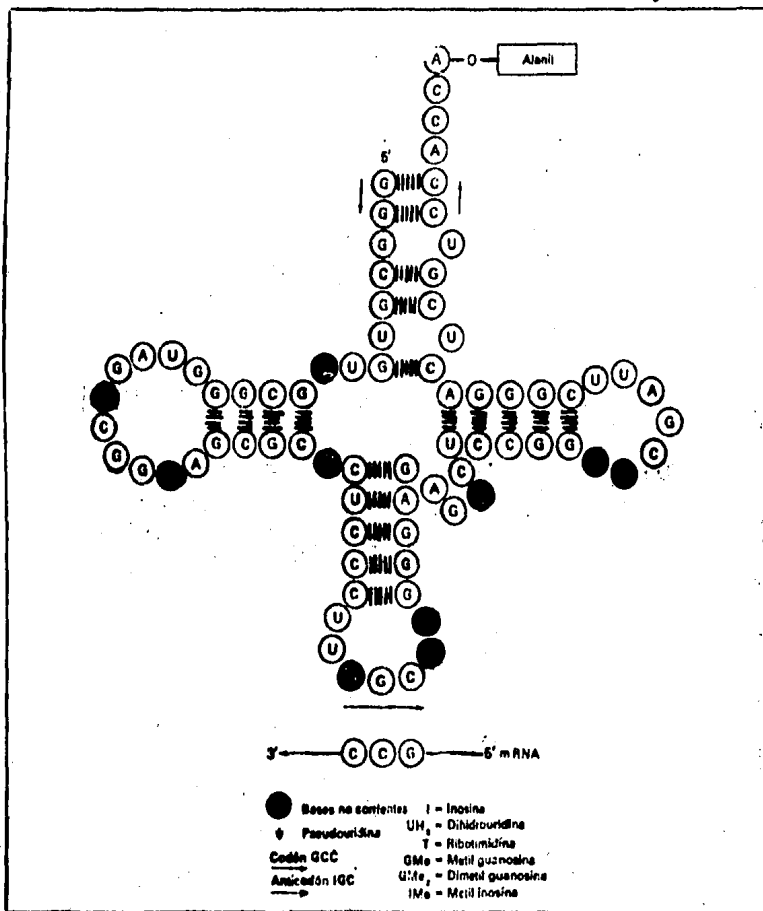
Acido Ribonucleico Mensajero (RM.A)



(a). Esquema del fraccionamiento del mRNA de los eucariotes. La flecha de la derecha horizontal indica que en esta dirección debe ocurrir una degradación paulatina de las porciones de Poli (A), que no tenga en cuenta la función del mRNA en la traducción. Tanto la porción de la cadena polinucleotídica, que se encuentra antes del codón de iniciación, como el fragmento entre el codón de terminación y Poli (A) contienen bucles. (b) y (c). Secuencias de nucleótidos entre el codón terminal y Poli (A) del mRNA para una cadena ligera de una inmunoglobulina de ratón (izquierda), y en el β -globina-mRNA de conejo (derecha). Están enmarcadas las porciones homólogas de los dos tipos de mRNA. (Según PROUDFOOT y BROWNLEE: Nature (Lond.) 253 [1974] 219.)

(Harbers, Eberhard: *Acidos Nucleicos Bioquímica y Función*, Omega, Pág. 179, 1978)

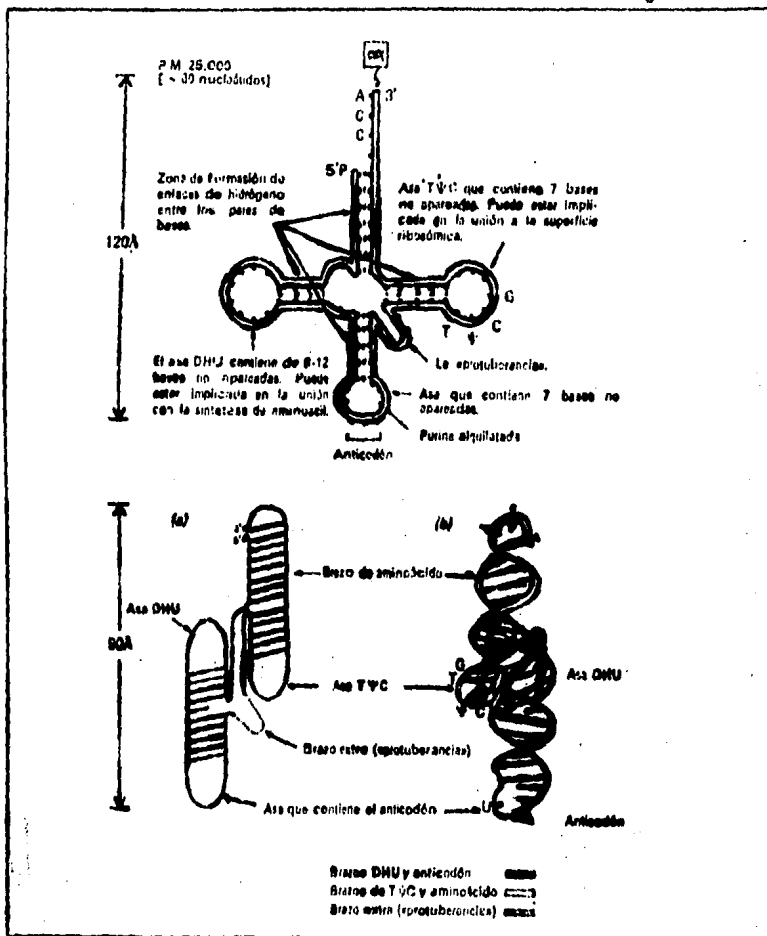
Acido Ribonucleico de Transferencia (tRNA)



*Secuencia nucleotídica completa del tRNA de alanina que muestra las bases co-
rrientes y la posición del anticodón.*

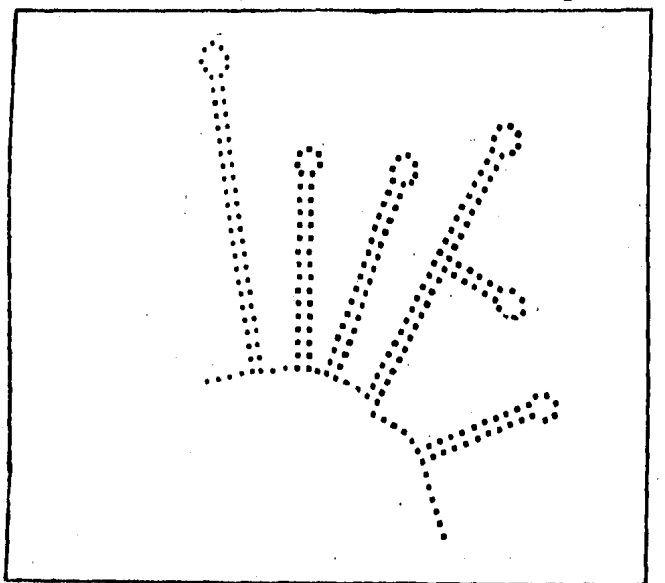
(De Robertis y Robertis: Fundamentos de Biología Celular y Molecular, El Ateneo, Pág. 323, 1982)

Acido Ribonucleico de Transferencia (RNA_t)



(Lehninger, Albert L.: Curso Breve de Bioquímica, C.e.-ga, Pág. 420, 1983)

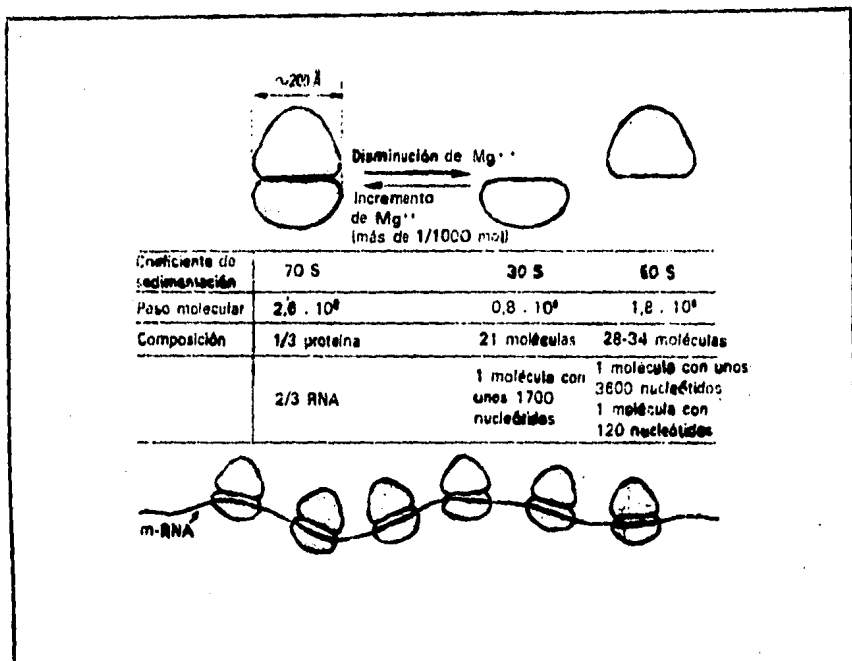
Acido Ribonucleico Ribosomal (RNA_r)



Conformación espacial probable de un RNA ribosómico.

(Louisot, P.: Bioquímica Estructural, Editorial A.C., Pág. 167, 1977)

Ribosomas y Polisomas.

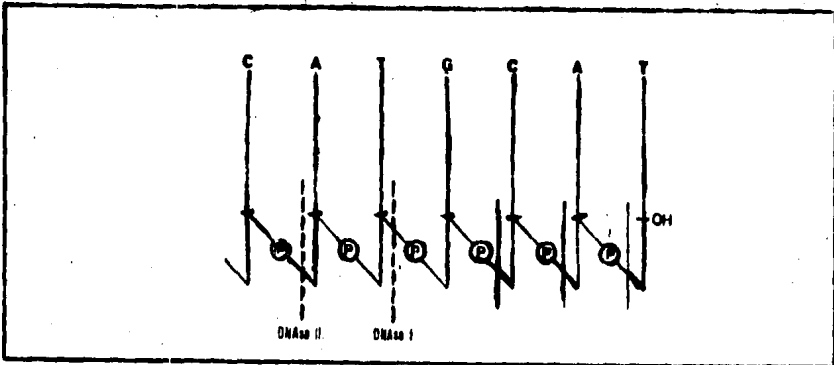


(Giese, C. Arthur: Fisiología General, Interamericana, Pág. 424, 1965)

Especificidad de algunos enzimas que actúan sobre los ácidos nucleicos

Enzima	Acido nucleico	Especificidad
<i>Clase a (3') nucleasas</i>		
Exonucleasa Fosfodiesterasa de veneno de serpiente	DNA y RNA	Parte del extremo 3'
Endonucleasa Desoxirribonucleasa I'	DNA	Algunos enlaces 3'
<i>Clase b (5') nucleasas</i>		
Exonucleasa Fosfodiesterasa de bazo	DNA y RNA	Parte del extremo 5'
Endonucleasas Desoxirribonucleasa II Ribonucleasa I (páncreas)	DNA RNA	Algunos enlaces 5' Enlaces 5' en los que el enlace 3' está establecido con un nucleótido de pirimidina
Ribonucleasa T, (hongos)	RNA	Enlaces 5' en los que el enlace 3' se establece con un nucleótido de guanina

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 329, 1984)



Las enzimas actúan sobre el DNA.

Las endonucleasas atacan a la molécula por la parte externa de sus extremos, liberando los oligonucleosomas. La DNasa I neutra pancreática, realiza cortes a nivel de los hidrógenos 3' que no son esterificados más. La DNasa II ácido esplénico realiza cortes a nivel de los hidrógenos 5' que se transforman en libres. Las fosfodiesterasas cortan sucesivamente los nucleótidos a partir de un extremo, son las exonucleasas.

(Laguna, José: Bioquímica, La Frensa Médica Mexicana, Pág. 454, 1970)

Enzimas empleadas en la ruptura del DNA y del RNA*

I. DNA		
Enzima	Especificidad	Producto
A. Endonucleasas		
Desoxirribonucleasas I DNasa I (páncreas)	Ruptura del enlace 3'- fosfato éster entre Pu y Py —Pu—p—Py— ↑	Nucleótidos con 5'-fosfato terminal
DNasa II	Ruptura del enlace 5'- fosfato éster. Preferiblemente entre Pu y C —Pu—p—C— ↑	Nucleótidos con 3'-fosfato terminal
Fosfodiesterasa	Ruptura del enlace 3'- fosfato éster —X—p—X— ↑	Nucleótidos con 5'-fosfato terminal
B. Exonucleasas		
Fosfodiesterasa I (veneno de serpiente)	Requiere un grupo 5'-fosfato sobre el polinucleótido Ruptura del enlace 3'-fosfato éster —p—X—p—X—	5'-Mononucleótidos
Fosfodiesterasa II (bazo de ternero)	Requiere un grupo 5'-hidroxilo sobre el polinucleótido. Ruptura del enlace 5'-fosfato éster. X—p—X— ↑	3'-Mononucleótidos.

Enzimas empleadas en la ruptura del DNA y del RNA* (cont.)

II. RNA		
Enzima	Especificidad	Producto
A. Endonucleasas		
Ribonucleasas RNasa (páncreas)	Enlace 5'-diéster adyacente a un nucleó- tido de pirimidina —Py—p—Pu—	Oligonucleótidos o nucleótidos con 3'-fos- fato
5'-RNasa	Unión 3'-fosfodiéster —X—p—X— ↑	Nucleótidos con 5'-fosfato terminal
RNasa T1 (tacañestasa)	Unión 5'-fosfodiéster adyacente a un nucleótido de guanina —G—p—X— ↑	Nucleótidos con 3'-guanilato terminal
RNasa T2	Uniones 5'-fosfodiéster adyacentes a nu- cleótidos de adenina —A—p—X— ↑	Nucleótidos con 3'-adenilato terminal
B. Exonucleasas		
Las enzimas reseñadas para el DNA pueden romper también el RNA		

(Barker, R.: Química Orgánica de los Compuestos Biológicos, Alham
bra, págs. 412 y 413, 1975)

Composición de algunos virus.

	Peso de virión (megadaltons)	Acido nucleico	N.º de cadenas	Porcentaje de ácido nucleico	Forma	Dimensión longitudinal, nm
Bacteriófagos de E. coli						
T ₂ , T ₄ , T ₆	~220	DNA	2	61	Renacuajo	18
T ₇	38	DNA	2	41	Renacuajo	6
φX-174	6	DNA	1 ó 2	26	Poliédrico	15
λ	50	DNA	2	64	Renacuajo	20
MS2	3.6	RNA	1	32	Poliédrico	17,5
Virus de plantas						
Mosaico del tabaco	40	RNA	1	5	Varilla	300
Bushy stunt del tomate	10,6	RNA	1	15	Poliédrico	28
Necrosis del tabaco	1,97	RNA	1	20	Poliédrico	21
Virus animales						
Poliomielitis	6,7	RNA	1	28	Poliédrico	30
Polioma	21	DNA	2	13,4	Poliédrico	45
Adenovirus	200	DNA	2	5,0	Poliédrico	70
Vacuna	2000	DNA	?	7,5	Ladrillo	230

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 335, 1984)

VITAMINAS.

NECESIDADES DE VITAMINAS EN LOS ADULTOS

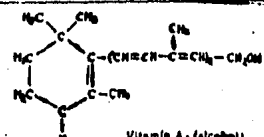
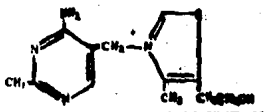
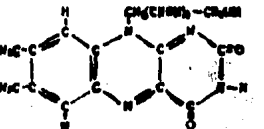

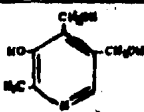
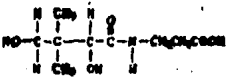
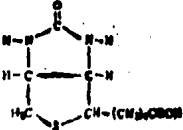
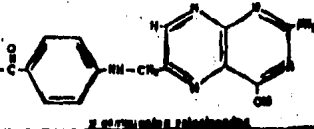
Vitamina ^a	Necesidad diaria	Ingestión recomendada	Cómo quedan cubiertas
A	4-5 000 UI ^a		Debe figurar en la alimentación
D	0 ^a	†	Se sintetiza en el organismo
E	?	12-15	Una alimentación media contiene alrededor de 15 mg
K	Se desconoce		Es sintetizada por las bacterias intestinales
C	45 mg ^a		Debe figurar en la alimentación
B ₁	1.0-1.5 mg ^a		Debe figurar en la alimentación
B ₂	1.1-1.8 mg ^a		Debe figurar en la alimentación
B ₆	Se desconoce	2 mg ^a	Se encuentra en los alimentos
B ₁₂	Se desconoce	3 µg ^a	Se encuentra en los alimentos
Niacina	12-20 mg ^a		La cantidad necesaria en los alimentos depende del contenido de triptófano
Acido pantotínico	Se desconoce	5-12 mg	Se encuentra en los alimentos, y quizá existe también síntesis intestinal
Biotina	Se desconoce		Es sintetizada por las bacterias intestinales
Acido fólico	Se desconoce	400 µg	Puede ser sintetizado por las bacterias intestinales

^a Necesidades diarias recomendadas, revisadas en 1973; Comité para los Alimentos y la Nutrición, Academia Nacional de Ciencias, Consejo Nacional de la Investigación, Estados Unidos de Norteamérica.

† Se recomiendan 400 UI diarias durante el desarrollo del esqueleto; luego no es necesaria en los alimentos.

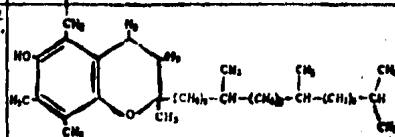
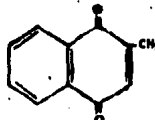
(Toporek, Milton: Bioquímica, Interamericana, Pág. 308, 1977)

Vitaminas esenciales o probablemente esenciales para la nutrición humana. La colina no aparece en la lista porque es sintetizada en el organismo en cantidades adecuadas, excepto en circunstancias especiales. RMD: Requerimientos mínimos diarios, para aquellos que se han establecido

Vitamin	Acción	Síntomas de deficiencia	Fuentes	RMD	Fórmula química
A (A ₁ y A ₂)	Constituyentes de pigmentos visuales. También mantiene los epitelios	Ceguera nocturna, piel seca	Vegetales amarillos y frutos	8,000 UI	 <p>Vitamin A₁ (alcohol)</p>
Complejo B (B ₁)	Coenzima en la ruta de la hexosa-nucleótido	Beriberi, neuritis	Hígado, cereales no refinados	0.3 mg / 1,000 Kcal	
Ácido fólico* (B ₉)	Constituyentes de los flavoproteínas	Glabias, quilibais	Hígado, leche	1.4 mg	
Niacina*	Constituyente del DPN y del TPN	Pelagra	Levadura, carne magra, trigo	20 mg (o 1,200 mg de triptófano)	 <p>Puede ser sintetizada en el organismo a partir del triptófano</p>
Pridaxina (B ₆)	Forma el grupo proestero de ciertos aminoácidos y neurotransmisores. Es coenzima en el grupo en síntesis de piridinas y fármacos de piridinas	Convulsiones, hiperirritabilidad	Levadura, trigo, maíz, hígado	5 mg	
Acido pantotínico	Constituyente de la CoA	Dermatitis, acortamiento, alopecia, leucodermia séptica	Huevos, trigo, levadura		
Biotina*	Cataliza la "fijación" de CO ₂ (en la síntesis de ácidos grasos, etc.)	Dermatitis, acortamiento	Yemas de huevo, hígado, jilbarro		
Grupo del ácido nicotínico	Coenzimas para la transformación de "un carbono"	Erupción, anemia	Vegetales de hojas verdes	500 µg	 <p>o derivados relacionados</p>
Colina	Coenzima en el metabolismo de los aminoácidos. Estimula la neurotransmisión	Anemia perniciosa	Hígado, carne, huevos, leche	1.8 mg	<p>Complejo de 4 unidades piridínicas substituidas alrededor de un núcleo de colina.</p>

*VITAMINAS sintetizadas por las bacterias del colon y absorbidas en cantidades significativas.

continuación...

Vitamina	Acción	Síntomas de deficiencia	Fuentes	RMD	Fórmula química
C	Desconoce: ¿papel en la síntesis de la colágena?	Escorbuto	Frutas cítricas, vegetales de hojas verdes	75 mg	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{C} \quad \text{CO} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} $ <p>Ácido ascórbico (asclerol) en todos los mamíferos, excepto en el cerdo y en el hombre</p>
Grupo D	Aumenta la absorción intestinal del calcio y del fósforo?	Raquitismo	Hígado de pescado	400 UI	Familia de los esteroides
Grupo E	¿Colabora en el transporte de electrones en la cadena de los citocromos?	Neuritis periférica y muerte del ojo en los cerdos; letargo en el hombre?	Leche, huevos, carne, legumbres		 <p>α-Tocoferol: el β- y el γ-Tocoferol también son activos</p>
Grupo K	Cataliza la síntesis de protrombina en el hígado	Fenómenos hemorrágicos	Vegetales de hojas verdes		 <p>Vitamina K₁ en gran número de compuestos orgánicos tienen actividad biológica</p>

(Ganong, William W.: Manual de Fisiología Médica, El Manual Moderno, Pág. 271, 1978)

Vitaminas Hidrosolubles y Coenzimas.

VITAMINAS	COENZIMA	EJEMPLOS DE ENZIMAS	REACCIÓN CATALIZADA
Vitamina B ₁ (tiamina)	Pirofosfato de tiamina TPP	Decarboxilasa de ácidos α cetónicos	$R-CO-COOH \rightarrow R-CHO + CO_2$
Ácido lipicoo	Ácido lipicoo	Oxidasa pirúvica	Decarboxilación oxidativa de los ácidos α cetónicos (con el TPP)
Ácido pantoténico	Coenzima A	Transacetilasa Transacilasa	Transferencia [CH ₂ -CO] Transferencia [R-CO]
Vitamina B ₆ (piridoxal)	Fosfato de piridoxal	Transaminasa	Transferencia del NH ₂ de un aminoácido sobre un ácido α cetónico
		Decarboxilasa de aminoácidos	$R-CH(COOH)NH_2 \rightarrow R-CH_2NH_2 + CO_2$
Bixina	Biotina	Carboxilasa	Fijación del CO ₂ sobre un ácido α cetónico o un acil
Ácido fólico	Ácido tetra-hidrofólico	Transformilasa	Transferencia [CHO] [CH ₂ OH] [CH ₃]
Vitamina B ₁₂ (cobalamina)	Coenzima B ₁₂	Transmetilasa Transformilasa Transmetilasa lipogénesis	Transferencia de radicales monocarbonados
Vitamina PP (nicotinamida)	Nicotinamín-adenín-dinucleótido (NAD) Nicotinamín-adenín-dinucleótido fosfato (NADP)	Deshidrogenasa	Transferencia de hidrógeno
Vitamina B ₂ (riboflavina)	Flavin-mononucleótido (FMN) Flavin-adenín-dinucleótido (FAD)	Deshidrogenasa Deshidrogenasa	Transferencia de hidrógeno Transferencia de hidrógeno

(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 343, 1984)

Las vitaminas en la nutrición

I. Vitaminas liposolubles

Nomenclatura	Funciones	Metabolismo	Fuentes importantes	Estabilidad
Vitamina A (Retinol)	Mantenimiento de la integridad del tejido epitelial. Constituyente de la púrpura visual (rodopsina) de las células retinianas. Especial para el crecimiento, particularmente del esqueleto y otros tejidos conjuntivos	Absorción: En el sistema digestivo, la vitamina A sigue la vía de las grasas; en consecuencia, cualquier defecto en la absorción de las grasas menoscaba la absorción de la vitamina A. Almacenamiento: En el hígado (95%). Deficiencia: Epitelio queratinizado, ojo; ceguera nocturna; xeroftalmia; detención del crecimiento	Aceites de hígado de pescado, hígado, mantequilla, crema, leche entera, queso de leche entera, yema de huevo. Verduras de hojas verde oscuro, verduras y frutas amarillas, margarina fortificada. La fuente principal en los alimentos es la provitamina beta-caroteno. La vitamina como tal ocurre con relativa rareza en los alimentos y está confinada a los lípidos de los tejidos animales	Insoluble en agua; liposoluble. Asociada con los lípidos en los alimentos. Termolabile con los métodos usuales de cocinar. Destruída por oxidación, desecación y temperaturas muy altas
Vitamina D Vitamina D ₂ : ergosterol activado (ergocalciferol) Vitamina D ₃ : 7-dehidrocolesterol activado (colecalciferol)	Incrementa la absorción de calcio y fósforo en el intestino. Especial para la ossificación. Infiere sobre la manipulación del fosfato por los riñones. Forma activa en los tejidos: 1,25-Dihidroxicolecalciferol	Absorción: En el intestino con las grasas, siendo esenciales las sales biliares; puede ser sintetizado en la piel por actividad de la luz ultravioleta sobre la provitamina (D ₂). Almacenamiento: Principalmente en el hígado. Deficiencia: Raquitismo en los niños; convulsiones tetánicas en los lactantes con deficiencia grave	Aceites de hígado de pescado; leche fortificada, esteroides activados, exposición a la luz solar. Cantidades muy pequeñas en la mantequilla, el hígado y las yemas de los huevos	Liposoluble. Relativamente resistente al calor y a la oxidación
Vitamina E Principalmente alfa-tocoferol; también beta-, gamma- y delta-tocoferol	Ejerce un efecto antioxidante protegiendo otras vitaminas en los alimentos. Puede tener función auxiliar en la respiración tisular. En los animales de experimentación, junto con otros factores, impide ciertos tipos de	Absorción: Semejante a la de las otras vitaminas liposolubles. La transferencia por vía placentaria es limitada; la glándula mamaria transfiere mejor; de aquí que la leche materna sea fuente eficaz para los lactantes. Deficien-	Tejidos vegetales; aceites de germen de trigo, germen de arroz, semilla de algodón, legumbres de hojas verdes, nueces, leguminosas, leche, huevos; carnes molidas, pescado	Liposoluble. No es afectada por el calor o los ácidos. Es oxidada en las grasas rancias y en presencia de sales de plomo y de hierro, álcali y luz ultravioleta

Harper, Harold A.: Manual de química fisiológica, 11
Manual Moderno, Ed. 668, 1980

Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, Manual Moderno, Págs. 669, 1980

	<p>necesaria hepática. Ninguna función demostrada en nutrición humana, excepto en algunos lactantes inmaduros, particularmente en prematuros. La necesidad puede estar relacionada con la ingestión de ácidos grasos insaturados</p>	<p>cia: Puede ocurrir en los estados de mala absorción con absorción deficiente de los lípidos</p>		
<p>Vitamina K Vitamina antihemorrágica; vitamina de la coagulación. (Muchos compuestos emparentados con la 2-metil-1,4-naftoquinona tienen algo de actividad de vitamina K)</p>	<p>La acción molecular es catalizar las reacciones de la carboxilación de los átomos del carbono-gamma de los residuos de ácido glutámico en ciertas proteínas. Los residuos carboxilados resultantes permiten a las proteínas afectadas llevar más cationes Ca⁺⁺. Clínicamente la deficiencia de vitamina K se hace muy evidente por la disminución de la producción de protrombina por el hígado. La vitamina también es requerida para la actividad de diversos factores tromboplásticos de la coagulación. También es observable la función catalítica de carboxilación en el hueso y en otros tejidos mineralizados, indicando un papel metabólico más extenso de la vitamina K que sólo en conexión con los factores de la coagulación de la sangre</p>	<p>Absorción: Semjante a la de las otras vitaminas liposolubles. Utilización: Se necesita la presencia de bilis; un defecto en la absorción de las grasas afecta seriamente la absorción de vitamina K. Producida por microorganismos intestinales; por tanto, la terapia antibiótica puede inducir deficiencia de vitamina K. Almacenamiento: Cantidad limitada en el hígado. Deficiencia: Hipo protrombinemia con coagulación sanguínea prolongada; hemorragia incontrolable del recién nacido</p>	<p>Hojas verdes, como las de alfalfa, espinacas, coles; hígado. La síntesis en el intestino, por actividad de microorganismos, es probablemente la fuente más importante. La deficiencia dietética, inverosímil.</p>	<p>Liposoluble. Inestable en alcali y en la luz. Bastante termolabile</p>

II. Vitaminas hidrosolubles

Nomenclatura	Funciones	Metabolismo	Fuentes importantes	Estabilidad
<p>Acido ascórbico Vitamina C Vitamina antiescorbuto</p>	<p>Mantiene normal el material intercelular de cartilago, dentina y hueso. Posiblemente tiene papel específico en la síntesis de colágeno por actividad sobre la hidroxilación de la prolina. Se asocia con los sistemas de oxidación-reducción en los tejidos. Metabolismo de algunos aminoácidos, por ejemplo, tirosina, prolina</p>	<p>Almacenamiento: Gran cantidad en la corteza suprarrenal. Con excepción del músculo, los tejidos con elevada actividad metabólica tienen concentraciones incrementadas. Excreción: Orina. Deficiencia: Ligera -hemorragias petequiales. Grave -aflojamiento de dientes, lesiones de encías, mala cicatrización de heridas, huesos fácilmente fracturables, escorbuto</p>	<p>Frutos cítricos, tomates, fresas, melón, uva, col, brócolos, berza, papas, pimientos verdes, verduras para ensalada</p>	<p>Hidrosoluble. La vitamina más fácilmente destruíble de todas -por el calor, por el aire, por los álcalis, por las enzimas. El ácido inhibe su destrucción. El cobre la acelera. La cocción generalmente reduce el contenido en vitamina C de los alimentos. El consumo de algunos alimentos no cocinados es esencial para asegurar la ingestión adecuada</p>
<p>Tiamina Vitamina B₁ Vitamina antiberiberi</p>	<p>Constituyente de sistemas enzimáticos de los tejidos particularmente conectados con la descarboxilación (por ejemplo, de los ácidos pirúvico y cetoglúterico). La deficiencia afecta principalmente el sistema nervioso periférico, el sistema digestivo y el sistema cardiovascular</p>	<p>Absorción: Fácilmente absorbida de soluciones acuosas tanto en el intestino delgado como en el grueso. Almacenamiento: Limitado; por tanto, se necesita aporte día con día. Excreción: El exceso es excretado hasta cierto punto en la perspiración; también en la orina. Deficiencia: Anorexia, atonía gastrointestinal y constipación, beriberi (incluyendo polineuritis, insuficiencia cardíaca y edema). El requerimiento aumenta con la ingestión elevada de carbohidratos; también con la fiebre, el hipertiroidismo, el embarazo y la lactancia</p>	<p>Carne de cerdo magra; hígado, corazón, riñón; levadura de cerveza, germen de trigo, cereales de grano entero o enriquecidos, así como panes; soja, leguminosas, cacahuates, leche</p>	<p>Hidrosoluble. Estable en solución ligeramente ácida. Destruída rápidamente por el calor en solución neutra o alcalina. El sulfito rápidamente destruye la tiamina</p>
<p>Riboflavina Vitamina B₂ (anteriormente lactoflavina [vitamina G])</p>	<p>Constituyente de los sistemas enzimáticos respiratorios tisulares, así como de algunas enzimas (flavoproteínas) que intervienen en</p>	<p>Absorción: Puede requerir fosforilación en la mucosa intestinal. Almacenamiento: Limitado en el cuerpo. Excreción: El exceso es excreta-</p>	<p>Leche, suero de leche en polvo; hígado, riñón, corazón, carnes; huevos, legumbres de hojas verdes; levadura seca, alimentos enri-</p>	<p>Escasamente soluble en agua. Descompuesta rápidamente por la luz ultravioleta o visible; muy sensible a los álcalis. Relativamente resis-</p>

(Harper, Harold L.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, S.A., CTO, 1960)

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Págs. 671, 1980)

	el metabolismo de los aminoácidos y lípidos	do en la orina. Deficiencia: Queratosis, dermatitis seborreica de la cara, lengua magenta, ciertas perturbaciones funcionales y orgánicas de los ojos	cidos (harina, pan). Cereales bajos; la germinación de la avena, trigo, cebada y maíz incrementa el contenido	tente al calor en medios ácidos
Niacina Ácido nicotínico Niacinamida Vitamina antipelagra (factor preventivo de la pelagra (factor P-P))	Constituyente de 2 coenzimas (NAD, NADH) que actúan como agentes de transferencia de hidrógeno y electrones en la respiración. El triptófano normalmente contribuye al aporte de niacina (60 mg de triptófano equivalen a 1 mg de niacina)	Almacenamiento: Limitado en el cuerpo. Excreción: En la orina, principalmente como derivados metilados. Deficiencia: Pelagra con alteraciones gastrointestinales, cutáneas y neurológicas	Hígado, riñón, carne magra, pescado (salmón), aves; cereales de grano entero o enriquecidos y panes; algunas legumbres de hojas verdes; tomates; cacahuates, levadura de cerveza, triptófano de las proteínas. La mayor parte de legumbres y frutas son malas fuentes de niacina	Hidrosoluble. Relativamente resistente al calor, a la oxidación y a la luz. Relativamente estable en ácido y alcali
Vitamina B₆ Piridoxina Piridoxal Piridoxamina	El fosfato de piridoxal es un grupo prostético de enzimas que descarboxilan la tirosina, la arginina, el ácido glutámico y algunos otros aminoácidos. Esencial para la transulfuración y la conversión del triptófano en niacina; también como coenzima en la transaminación. Participa en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales. Esencial para la síntesis de porfirinas (por ejemplo, del hem para la hemoglobina y los citocromos)	Absorción: Las bacterias intestinales sintetizan algo de piridoxina y es absorbida en el intestino. Almacenamiento: Limitado en el cuerpo. Excreción: En la orina. Deficiencia: Anemia macrocítica hipocrómica, lesiones del sistema nervioso central evidenciadas por convulsiones epileptiformes y cambios electroencefalográficos, particularmente en los lactantes	Germe de trigo; carne, hígado, riñón, cereales de grano entero, frijol soja, cacahuates, maíz, camotes, levadura de cerveza. Síntesis por la actividad de microorganismos	Bastante termostable, pero sensible a la luz ultravioleta y a la oxidación
Ácido pantoténico	Constituyente de la coenzima A que participa en la síntesis y demolición de los ácidos grasos, en la síntesis del colesterol y hormonas esteroides, en la utilización del piruvato y del acetato, en las reacciones de acetilación, en el metabolismo de algunos aminoácidos y en la síntesis del hem para la hemoglobina y los citocromos	Almacenamiento: Limitado en el cuerpo. Excreción: En la orina. Deficiencia: Síntomas gastrointestinales, síntomas cutáneos, anemia y menoscabo de las funciones de la corteza suprarrenal en los animales de experimentación	Visceras (hígado, riñón), carne magra de res; yema de huevo; cacahuates, brócolos, coliflor, col; granos enteros, salvado; leche desnatada; frutas, camotes	Fácilmente destruida por el calor y álcalis. Estable en solución neutra

II. Vitaminas hidrosolubles (cont.)

Nomenclatura	Funciones	Metabolismo	Fuentes importantes	Estabilidad
<p>Acido fólico Folacina Acido pteroilglutámico</p>	<p>Interviene en la transferencia y utilización de la fracción de un solo carbono; participa en la síntesis de las purinas, de la timina y de los grupos metilo; tiene papel específico en el metabolismo de la histidina y papel bien demostrado en la hematopoyesis</p>	<p>Excreción: El exceso tanto en orina como en heces. Deficiencia: Puede producir anemia macrocítica con glositis concurrente, lesiones gastrointestinales, diarrea y malabsorción intestinal (sprue). No es rara la deficiencia en el embarazo</p>	<p>Hígado, riñón, levadura; legumbres frescas de hojas verdes, coliflor. Síntesis por la actividad de los microorganismos intestinales</p>	<p>Fácilmente oxidado en medio ácido y a la luz solar. Termolábil (semejante a la tiamina)</p>
<p>Vitamina B₁₂ Factor antianemia pernicioso Cobalamina</p>	<p>Interviene en el metabolismo de las purinas y pirimidinas, en la síntesis de ácido nucleico (DNA), en la maduración de los eritrocitos, en el metabolismo de la metionina y en la transmetilación. Contiene cobalto del cual, como elemento, es la única función conocida</p>	<p>Absorción: En el ileon, pero requiere del factor intrínseco y del ácido clorhídrico que aporta el estómago. Almacenamiento: Principalmente en el hígado durante largos períodos. Excreción: En las heces (representada sin absorción de vitamina). Deficiencia: Anemia macrocítica o anemia perniciosa con cambios degenerativos en la mucosa gástrica y lesiones características del sistema nervioso (enfermedad de sistemas combinados)</p>	<p>Alimentos de origen animal: hígado, riñón, carne, maeiza, huevos, leche, queso. Cantidades insignificantes en las plantas superiores. Síntesis en el intestino por la actividad de los microorganismos</p>	<p>Lábil al calor, a los ácidos, a los álcalis y a la luz</p>
<p>Biotina Inositol Cetona</p>	<p>Requeridos por varias especies animales, pero de necesidad discutible para los seres humanos. Si efectivamente son necesarios, las cantidades requeridas son muy pequeñas y probablemente sintetizables en los tejidos o suministradas por la flora intestinal</p>			

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 672, 1980)

VITAMINAS DEL COMPLEJO B

Las vitaminas B reconocidas nutricionalmente como importantes son las siguientes:*

1. Tiamina (vitamina B₁, substancia antiliberi, vitamina antineurítica, aneurina).
2. Riboflavina (vitamina B₂, lactoflavina).
3. Niacina (factor P-P de Goldberger, ácido nicotínico).
4. Piridoxina (vitamina B₆, factor antide-matítico de la rata).
5. Acido pantoténico (factor del filtrado factor antidermatítico de los pollos).
6. Acido lipoico (ácido tióctico, protógeno factor reemplazante del acetato).
7. Biotina (vitamina H, factor contra las lesiones producidas por la clara del huevo).
8. Grupo del ácido fólico (factor hepático de *Lactobacillus casei*, vitamina M, factor R de *Streptococcus lactis* (SLR), vitamina B₉, factor del residuo de la fermentación, ácido pteroilglutámico).
9. Inositol (factor antialopécico del ratón).
10. Acido p-aminobenzoico (PABA).
11. Vitamina B₁₂ (cianocobalamina, cobamida, factor contra la anemia perniciosa, factor extrínseco de Castle).

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 178, 1980)

CONTENIDO DE VITAMINAS B EN UNOS CUANTOS ALIMENTOS REPRESENTATIVOS †

Alimentos ‡	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Acido pantoténico ‡	Vitamina B ₆ ‡	Biotina ‡	Acido fólico ‡
Manzana	0.04	0.02	0.2	0.05	0.05	—	—
Piñones	0.09	0.06	0.6	0.18	0.38	—	0.01
Pan							
Blanco (no fertilizado)	0.08	0.13	0.8	0.40	0.30	—	—
Blanco (fertilizado)	0.24	0.15	2.2	0.40	0.20	—	—
Cebola	0.07	0.06	0.3	0.18	0.29	—	0.01
Zanahorias	0.07	0.06	0.3	0.24	0.19	0.002	0.01
Quesos	0.04	0.30	0.1	0.33	0.60	0.002	—
Harina de maíz, desgerminada	0.15	0.06	0.9	—	0.25	—	0.02
Huevos, frescos completos	0.12	0.34	0.1	2.70	—	0.025	0.01
Cereales							
Ave	0.12	0.15	5.2	1.10	0.40	0.004	0.02
Puerca, mulo	1.04	0.20	4.4	1.30	0.60	0.005	0.01
Aves, gallinas o pavos	0.10	0.18	8.0	0.30	0.20	0.01	—
Hígado, de puerca o de res	0.27	2.80	16.1	5.20	0.80	0.1	0.08
Leche, líquida completa	0.04	0.17	0.1	0.30	0.07	0.005	—
Harina de avena	0.65	0.14	1.1	1.30	0.25	—	0.03
Naranjas	0.08	0.08	0.2	0.12	—	—	0.01
Guisantes, frescos	0.36	0.18	2.1	0.60	0.08	0.002	0.03
Cacahuates, tostados	0.20	0.16	16.2	2.5	0.30	—	—
Papas	0.11	0.04	1.2	0.40	0.16	—	0.04
Espinacas	0.12	0.24	0.7	0.7	0.08	0.002	0.10
Tomates	0.06	0.04	0.6	0.37	0.07	0.002	0.01
Nabos	0.08	0.06	0.3	0.25	0.10	0.002	—
Levadura de cerveza, seca	3.69	5.43	34.2	26.00	2.30	0.2	0.7
Trigo, completo	0.58	0.12	5.6	1.30	0.40	0.005	0.06

* Los valores se dan en miligramos por 100 gramos.

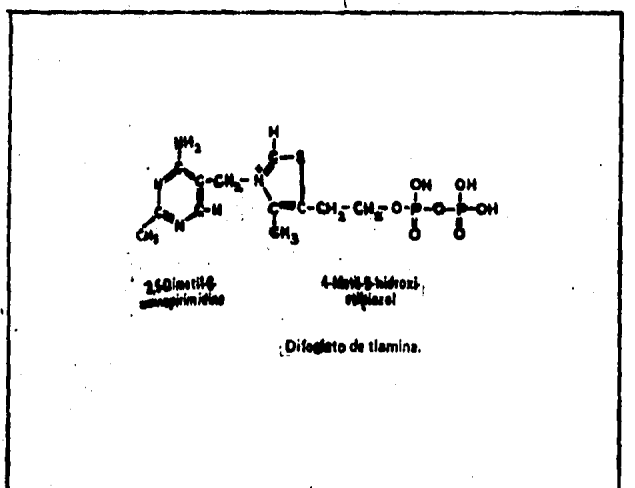
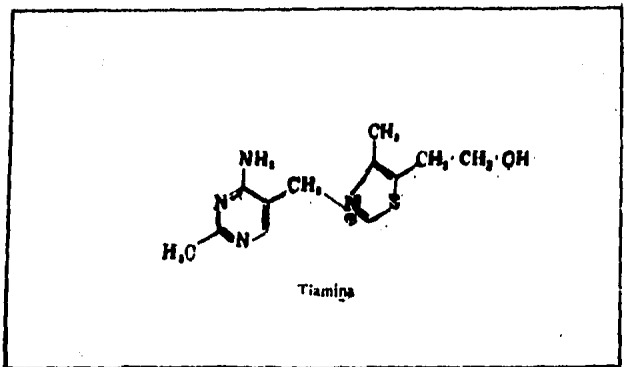
† Porción comestible.

‡ Los valores para ácido pantoténico, piridoxina (vitamina B₆), biotina y ácido fólico se basan en datos de solo un número limitado de muestras. Algunos de los valores pueden ser bajos a causa de liberación incompleta de la vitamina.

(Mazur, A. y Harrow, B. Bioquímica Básica, Interamericana, pág. 606, 1980)

VITAMINA B₁

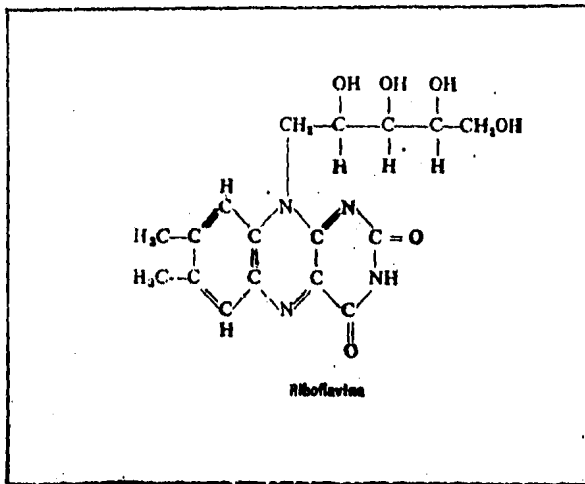
TIAMINA.



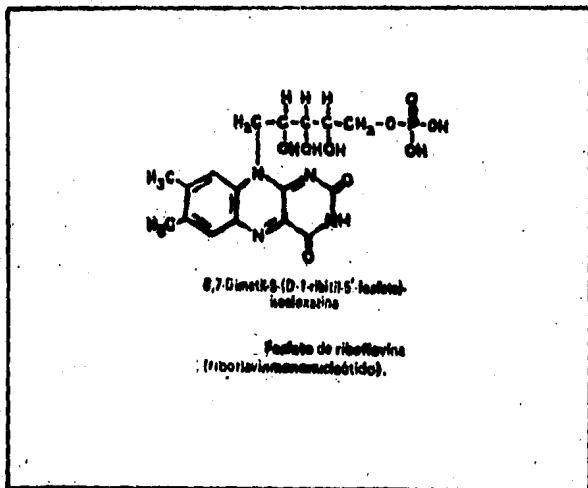
COENZIMA (TPP)

(Miller, Dieter: Bioquímica, UTMA, Pág.
134, 1983)

RIBOFLAVINA.

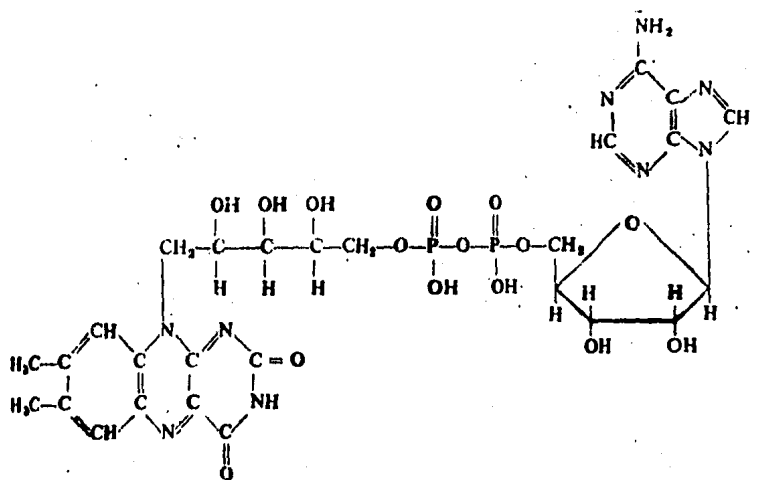


(Harper, Harold A.: Manual Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 180, - 1960)



COCENZIMA (B12)

(Laguna, José: Bioquímica, La Prensa Médica Mexicana, Pág. 476, 1970)

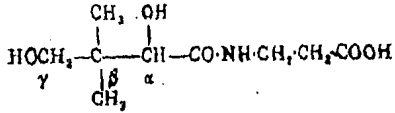


Flavin-adenin-dinucleótido (FAD)

(Lehringer, Albert G. Bioquímica, Omega, Pág. 250, 1984)

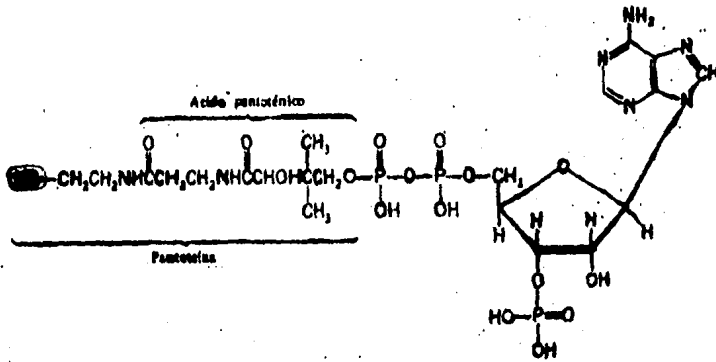
VITAMINA B₅

ACIDO PANTOTEMICO.



[Acido pantoténico
 Acido N-(α,γ-dihidroxi-β,β-di-
 metilbutiril)-β-aminopropiónico

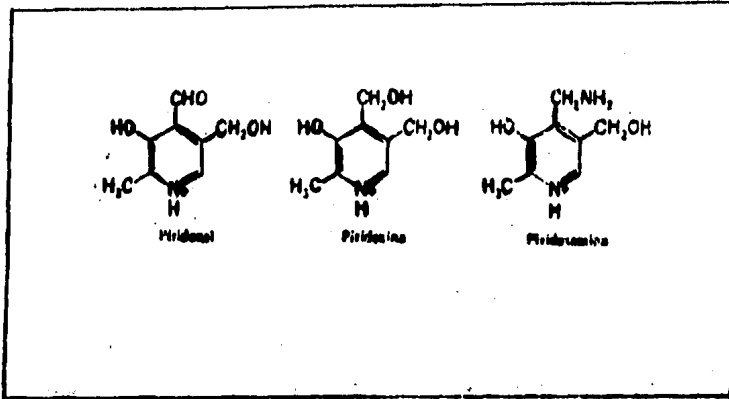
(Nazur, A. y Harrow, B.: Bioquímica Básica, In-
 teramericana, Pág. 369, 1973)



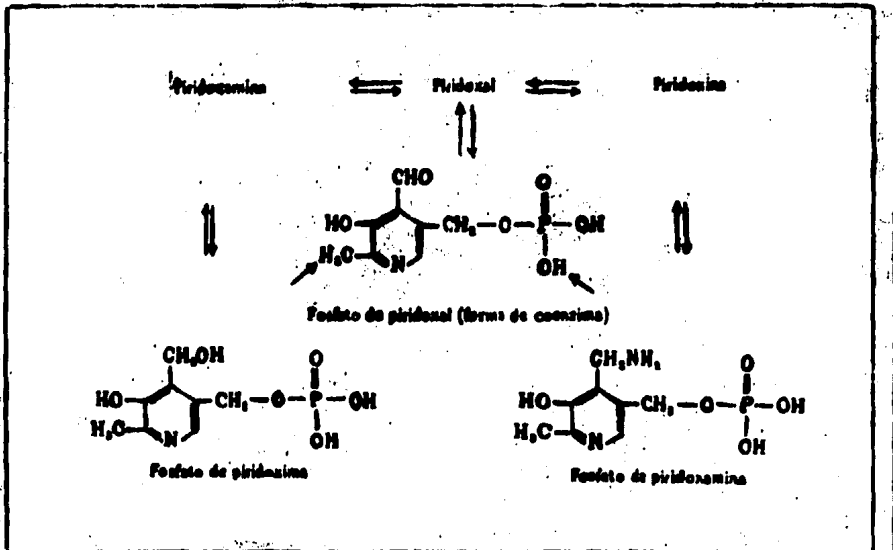
(Conn, Erick F. y Stumpf, P.K.: Bioquímica Fundamental, Lina-
 sa, Pág. 263, 1977)

VITAMINA B₆

PIRIDOXAL.

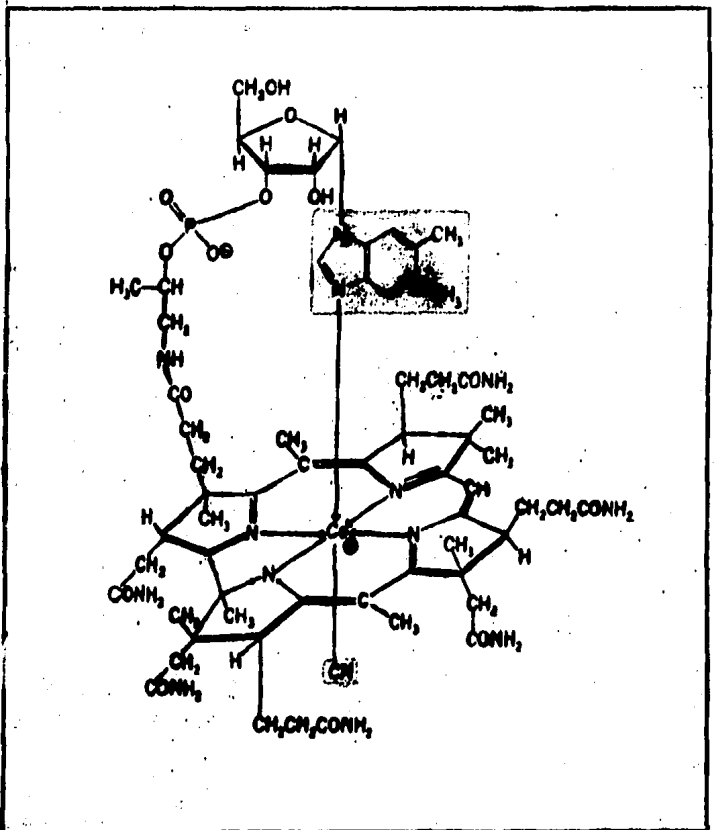


Coenzima.



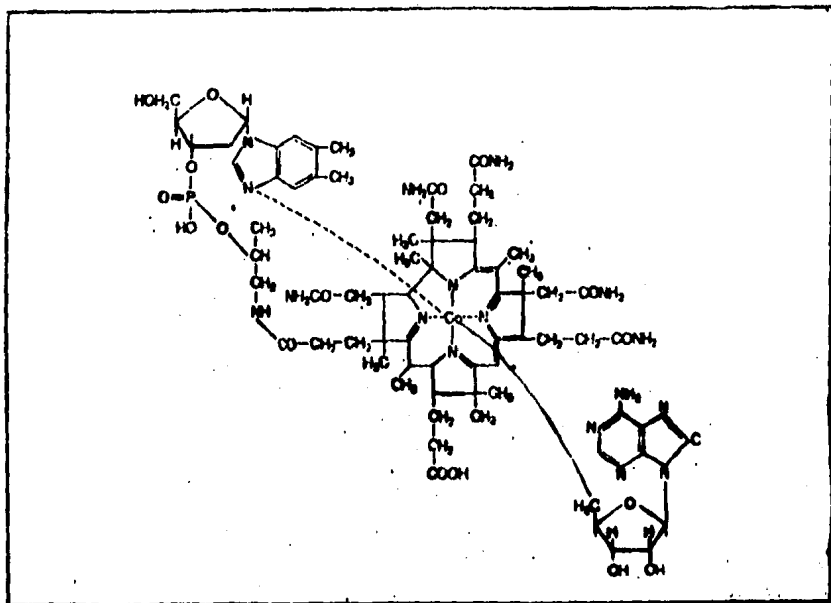
(Miller, Dieter; Bioquímica, UFLA, Pág. 150, 1983)

VITAMINA B₁₂
COBALAMINA



(Conn, Erik E. y Stumpf, P.K.: Bioquímica Funda-
mental, Limusa, Pág. 259, 1977)

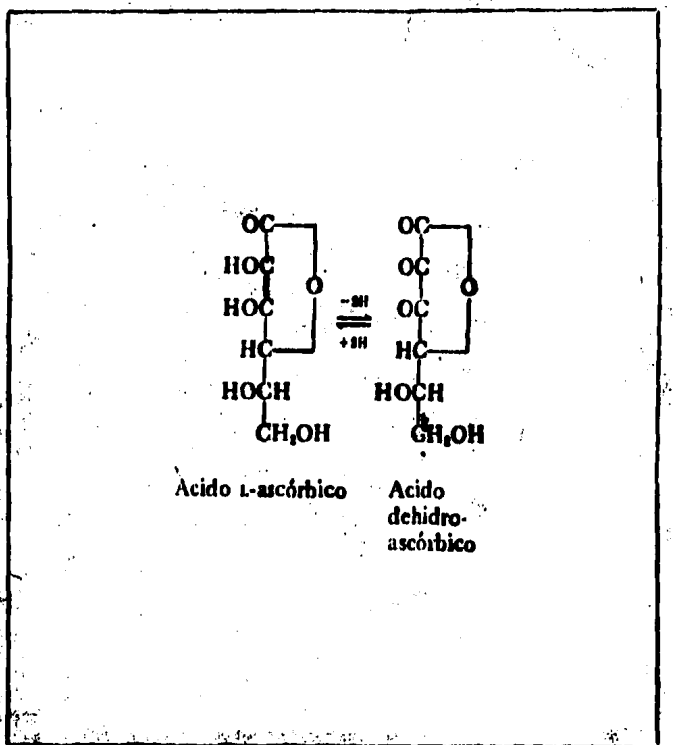
VITAMINA B₁₂



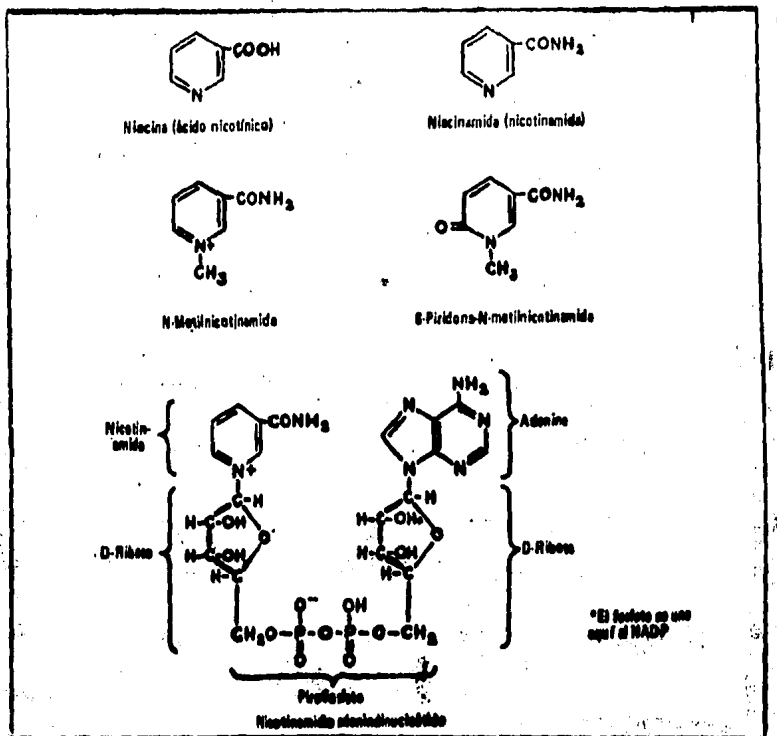
El coenzima B₁₂ deriva de la vitamina B₁₂ por adición de la 5'-desoxiadenosil que reemplaza al grupo hidroxilo. La vitamina B₁₂ o cobalamina se caracteriza por tener un núcleo tetrapirrólico (núcleo corrina), menos regular que el del grupo hemo. Los pteroles están sustituidos por radicales metilo, acetamidas (CH₃-CONH₂), propionamidas (CH₂-CH₂-CONH₂). Un átomo de cobalto está asociado a los cuatro nitrógenos de los pteroles. Durante la preparación de la vitamina se usó el derivado cianuro (-C≡N) que no es más que un artefacto de la preparación. Uno de los radicales propionamidas está combinado con el isopropanol que sustituye al ácido fosfórico de un nucleótido cuya base es el dimetilbenzimidazol, uno de los nitrógenos del núcleo imidazol está también unido al cobalto. La 5'-desoxiadenosil del coenzima está salinamente unida al cobalto. Esta estructura tan compleja ha podido ser determinada gracias al método de difracción de rayos X. La función del coenzima B₁₂ no se conoce exactamente todavía. Aparte de su acción como coenzima de la isomerasa, demuestra una función en las reacciones de transferencia de metilos, como las que tienen lugar durante la síntesis de la metionina. La vitamina B₁₂ es indispensable para la producción normal de glóbulos rojos y de hemoglobina, mediante un mecanismo todavía algo oscuro. Su carencia provoca una anemia característica, la anemia de Biermer. Esta carencia no se debe en general a una deficiencia en los alimentos sino a la ausencia en la mucosa gástrica de una glucoproteína llamada factor intrínseco y que es indispensable para la absorción intestinal de la vitamina B₁₂.

(Suttie, John W.: Fundamentos de Bioquímica, Interamericana, Pág. 262, 1979)

V I T A M I N A C .

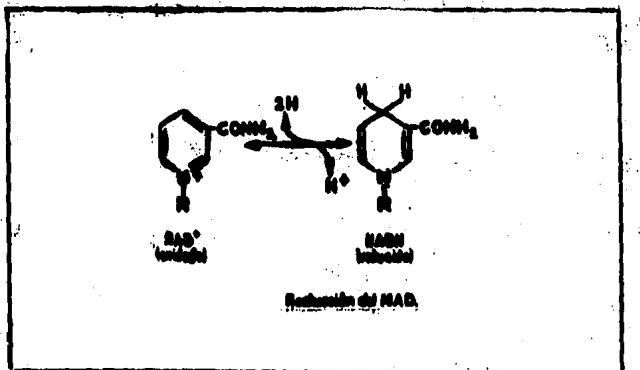


(Thorpe, William V.: Bioquímica, Continental, Pág. 470, 1967)



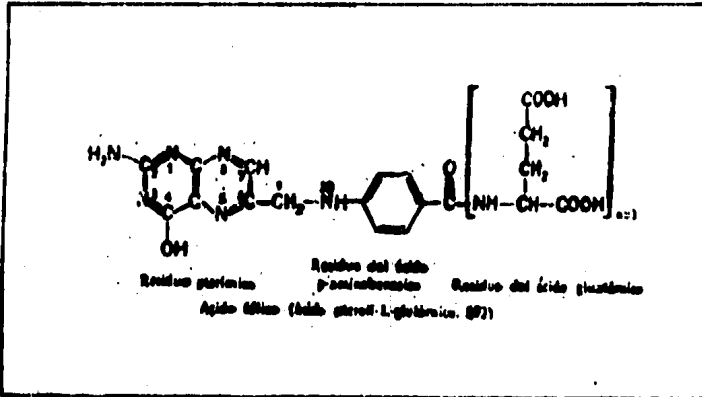
Niacina y sus derivados efícos.

Coenzima.

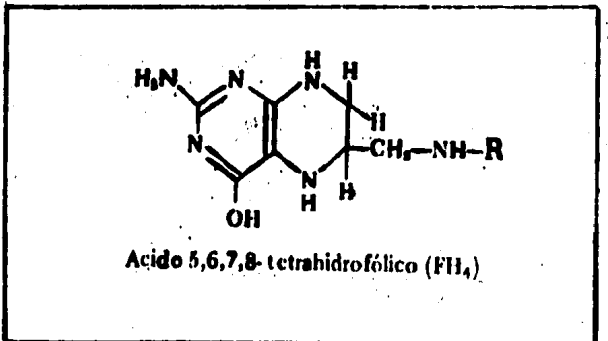


(Miller, Dieter: Bioquímica, UTEHA, Pág. - 178 y 179, 1983)

ACIDO FOLICO.



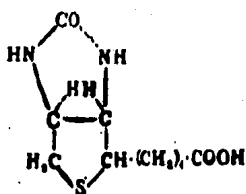
(Shorpe, William D.: Bioquímica, Continental, -
 Pág. 464, 1967)



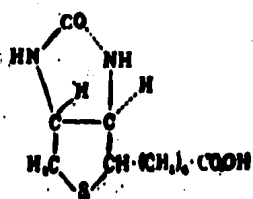
COENZIMA.

(Laguna, José: Bioquímica, La Prensa Médica Mexicana, Pág. 488, 1970)

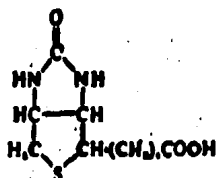
Formas de la Biotina.



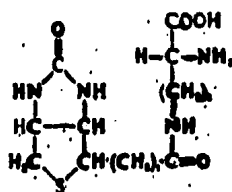
Alabiolina (epalabiolina)



Biotina (epibiotina)



Biotina



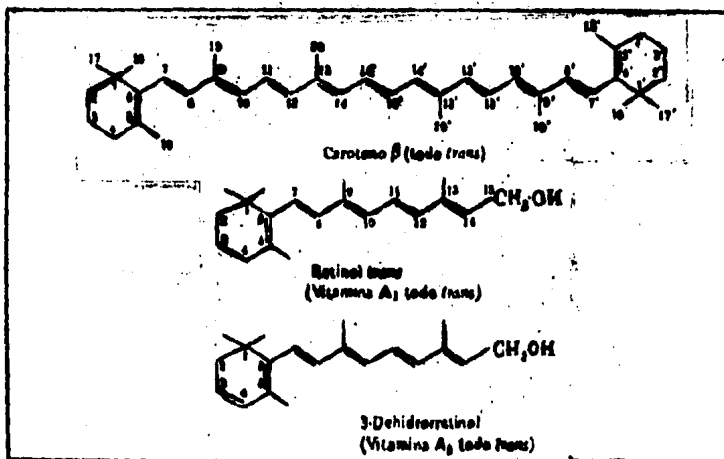
Biotina

(Conn, Erik B. y Stumpf, P.K.: Bioquímica Fundamen
tal, Limusa, Pág. 247, 1977)

Vitaminas Liposolubles.

ALGUNOS CAROTENOIDES, SUS FUENTES Y SU RELACIÓN CON LA VITAMINA A₁

Compuesto	Fuentes	Fórmula	Actividad fisiológica relativa
β -Caroteno	Alfalfa, zanahorias, hojas verdes, aceite de palma roja, mantequilla	$C_{40}H_{56}$	100
α -Caroteno	Aceite de palma roja, hojas de castaño verde, bayas de fresno montañés	$C_{40}H_{58}$	53
Criptoxantina (3-Hidroxicaroteno)	Maíz amarillo, yema de huevo, pasto verde, mantequilla	$C_{40}H_{54}O$	57
Afanina (3-ceto- β -caroteno)	Algas verde-azuladas	$C_{40}H_{54}O$	50
γ -Caroteno	<i>Geoscorium pyrifirne</i> (plantas de las Indias holandesas), hojas de mugetta	$C_{40}H_{56}$	27

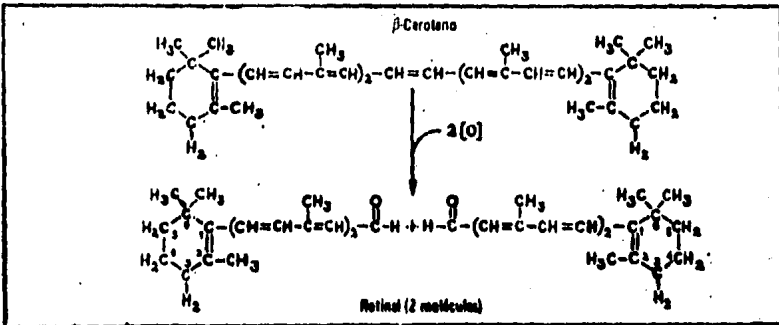


Estructuras de caroteno β , vitamina A₁ y vitamina A₂.

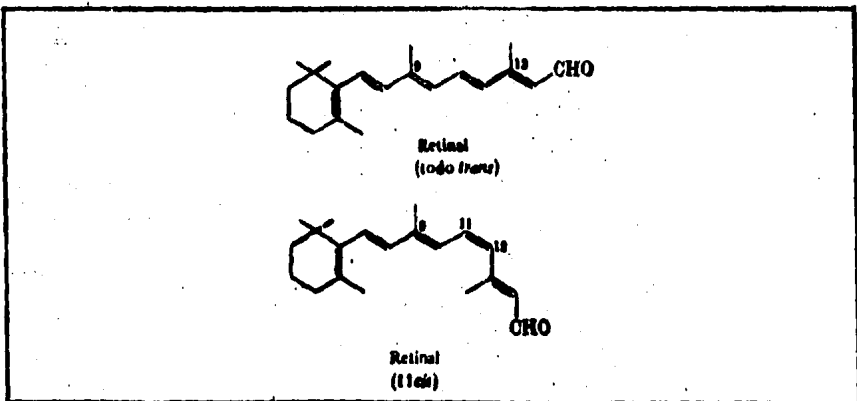
(Miller, Dieter: Bioquímica, UTENA, PÁGS. 179, 180, 1983)

VITAMINA A

RETINAL.



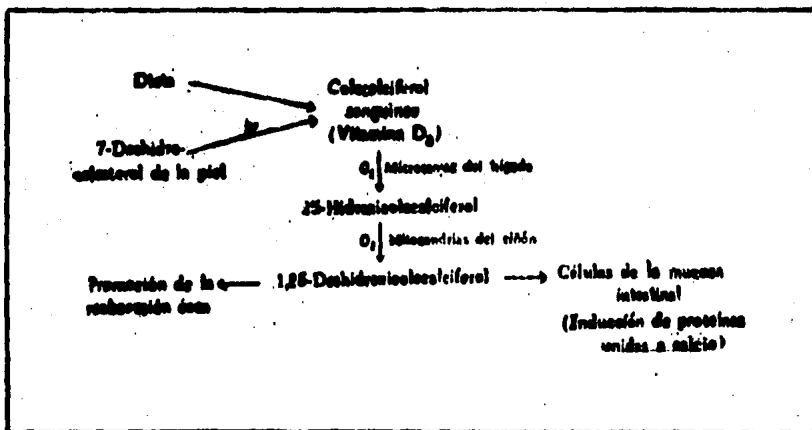
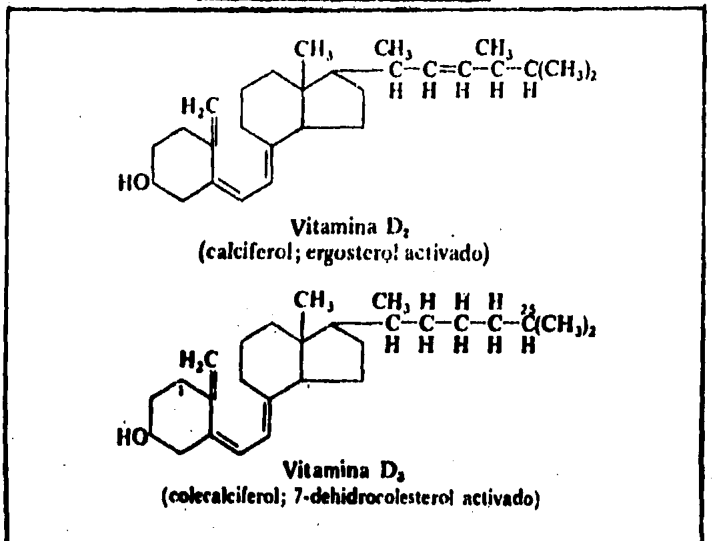
Conversión del β -caroteno en retinal (vitamina A, aldehído).



Estructuras de los retinales (aldehídos de vitamina A) importantes en la visión.

(Miller, Dieter: Bioquímica, UTEHA, Pág. 190 y 191, 1983)

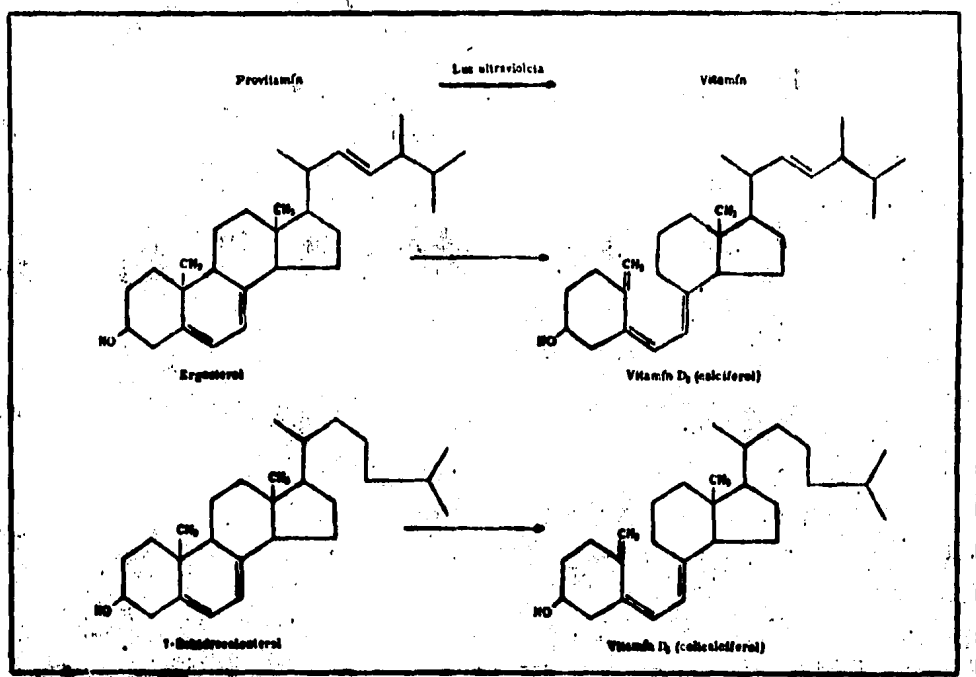
VITAMINA D
CALCIFEROL.



MODIFICACIONES QUIMICAS DE LA VITAMINA D₃.

(Miller, Dieter: Bioquímica, UFFHA, PÁG. 200 y 201, 1983)

VITAMINA D CALCIFEROL.



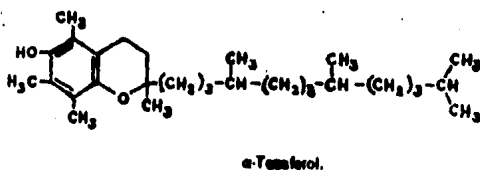
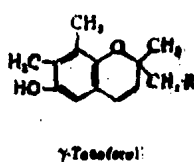
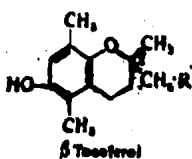
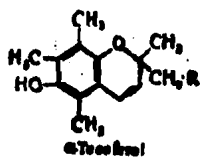
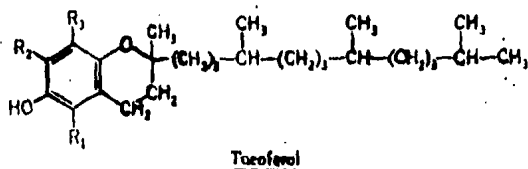
Transformaciones químicas producidas por la luz ultravioleta sobre los dos principales provitamina D para formar vitaminas D₂ y D₃

(Laguna, José: Bioquímica, La Prensa Médica Mexicana, Pág. 226, 1970)

VITAMINA E

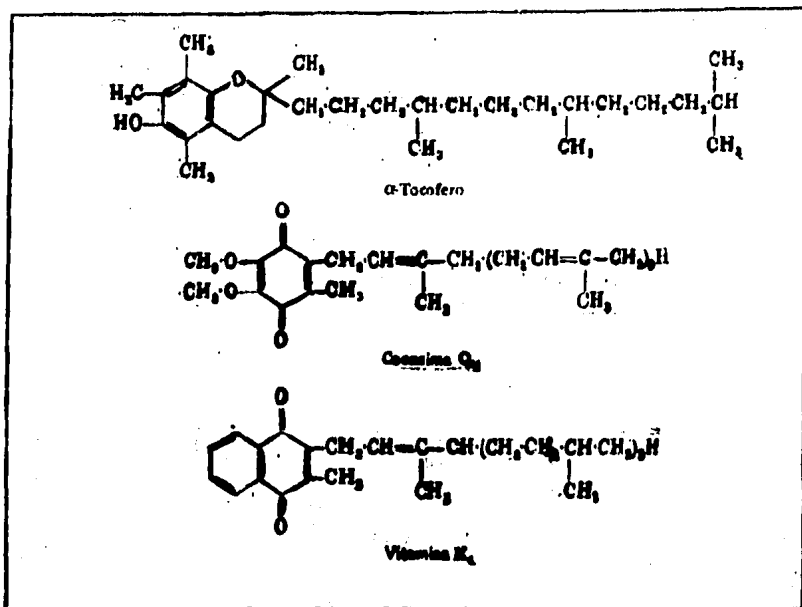
TOCOFEROL

Estructura



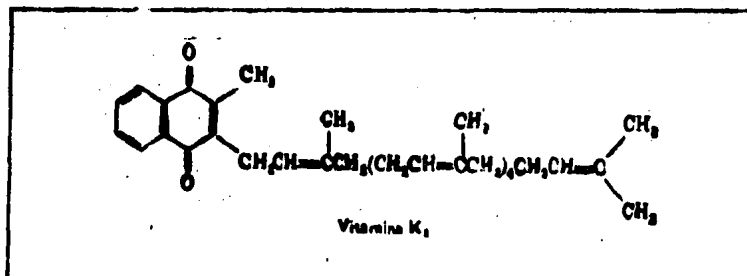
(Miller, Dieter: Bioquímica, UCHIA, Pág. 215. y 216, 1983)

VITAMINA K.

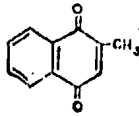


SIMILITUD ESTRUCTURAL ENTRE -TOCOPEROLO, COENZIMA Q₁₀ Y LA VITAMINA K₁.

VITAMINA K₂. MENADIOLINA.

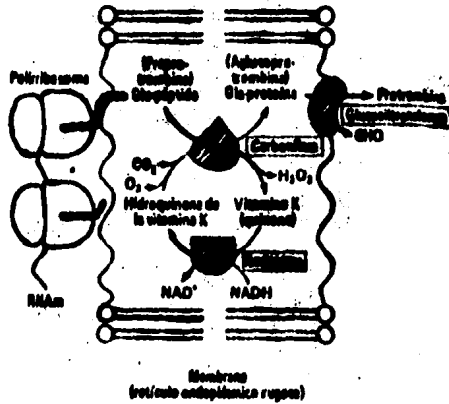


(Mazur, A. y Harrow, B.: Biología Básica, Interamericana, Págs. 602 y 603, 1980)



Vitamina K₃; menadiol
(2-metil-1,4-naftoquinol)

Análisis molecular de la vitamina K. Una porción del retículo endoplásmico rugoso se muestra con los ribosomas insertados traduciendo RNAm a proprotrombina. El péptido que empieza a nacer penetra la membrana, en donde sufre la carboxilación dependiente de la vitamina K de los residuos glutamato (Glu) seleccionados, para formar residuos de ácido γ -carboxiglutámico (GCa) en la proteína. Se requiere oxígeno, CO₂ y la hidroquinona de la vitamina K en la reacción, formando pérdida de hidrógeno y vitamina K. La vitamina K formada (una quinona) es reducida de nuevo a hidroquinona de vitamina K para completar e iniciar otro ciclo. La glucoproteína carboxilada es glucosilada uniéndose al ácido sérico para rendir la protrombina terminada, la cual es finalmente secretada en el interior del plasma.



CAPITULO IV.

METABOLISMO.

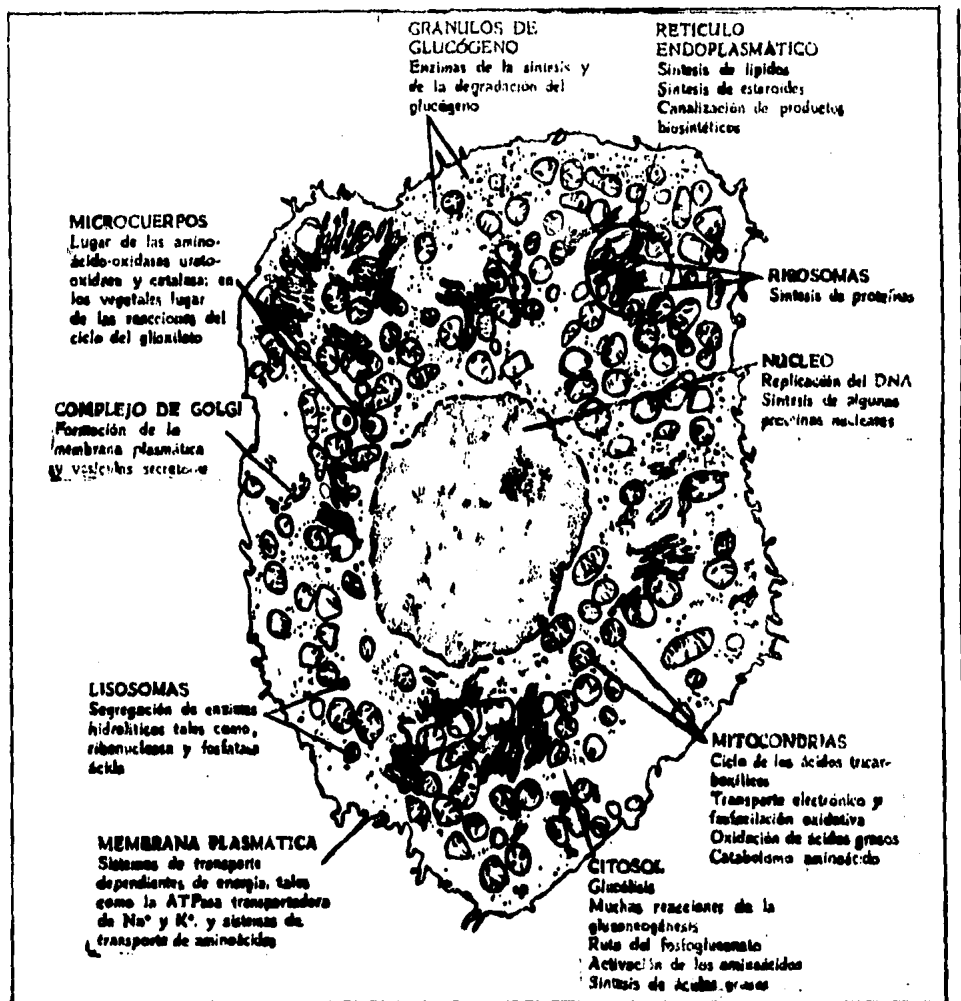
Los organismos vivos (3), constituyen sistemas abiertos en continuo intercambio con el medio exterior, y están en un permanente cambio químico que comprende su metabolismo (9).

Dentro de las rutas metabólicas, los requerimientos energéticos están íntimamente relacionados con la naturaleza de los sistemas que reaccionan y de los productos de las reacciones (12). La comprensión del metabolismo requiere del conocimiento de la química de las moléculas participantes, las reacciones a las cuales se someten, las enzimas que participan en las reacciones actuando como biocatalizadores (9) y los mecanismos reguladores, muchos de los cuales son dados por vitaminas y hormonas determinándose de este modo las velocidades de las reacciones.

Esta serie de etapas da lugar a un proceso metabólico, y - la actuación de los múltiples procesos metabólicos y su función constituyen el metabolismo (9). Por lo tanto, el metabolismo total se manifiesta como la energía liberada, la cual proviene de una diversidad de reacciones químicas que permiten el movimiento, respiración, reproducción, crecimiento y respuesta a los estímulos que diferencian a la célula viva de las estructuras no vivientes.

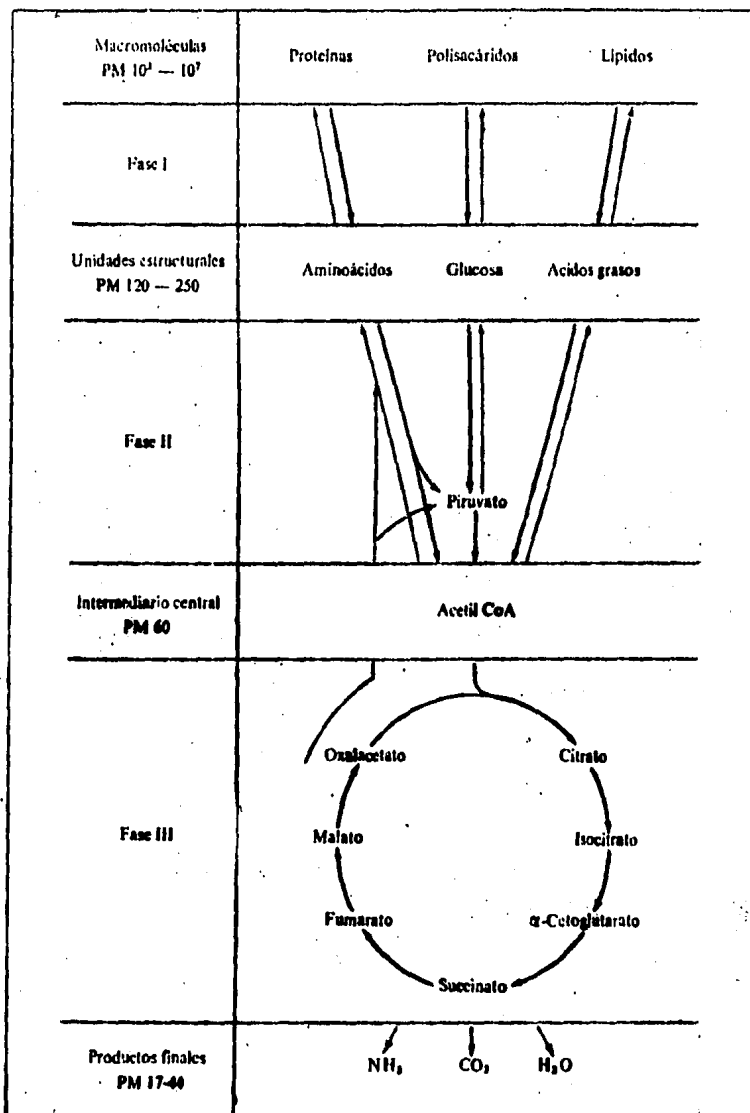
Esta energía liberada en forma de ATP proviene de las oxidaciones biológicas de carbohidratos, lípidos y aminoácidos (25) y es utilizada en forma concreta para mantener la homeóstasis celular.

Localización de algunas reacciones metabólicas.



(Lehninger, Albert L: Bioquímica, Omega, Pág. 391, 1984)

Fases del Metabolismo Intermedio.



(Lehninger, Albert, L.: Bioenergética, Fondo Educativo - Interamericano, Pág. 126, 1975)

METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS.

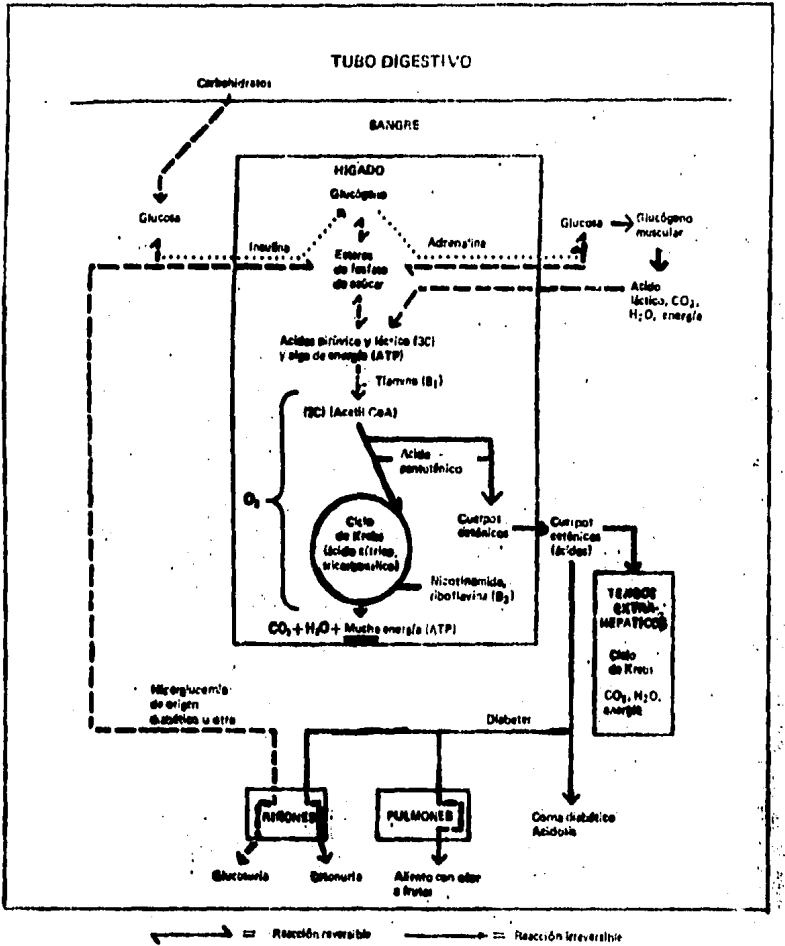
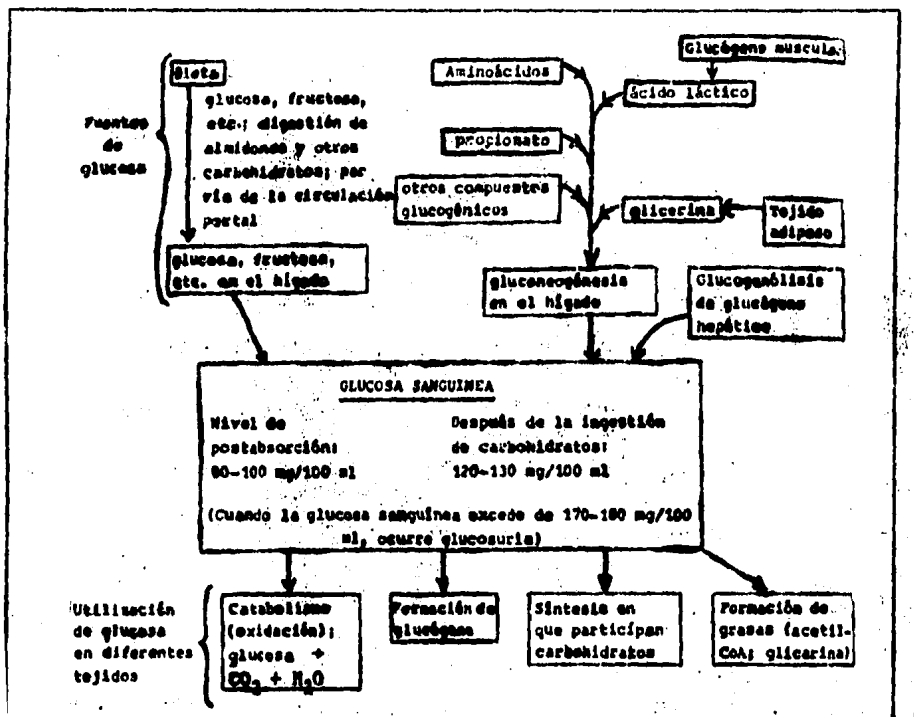


Diagrama de flujo del metabolismo de carbohidratos. (Vías: ~~comunes~~ = carbohidratos comunes).

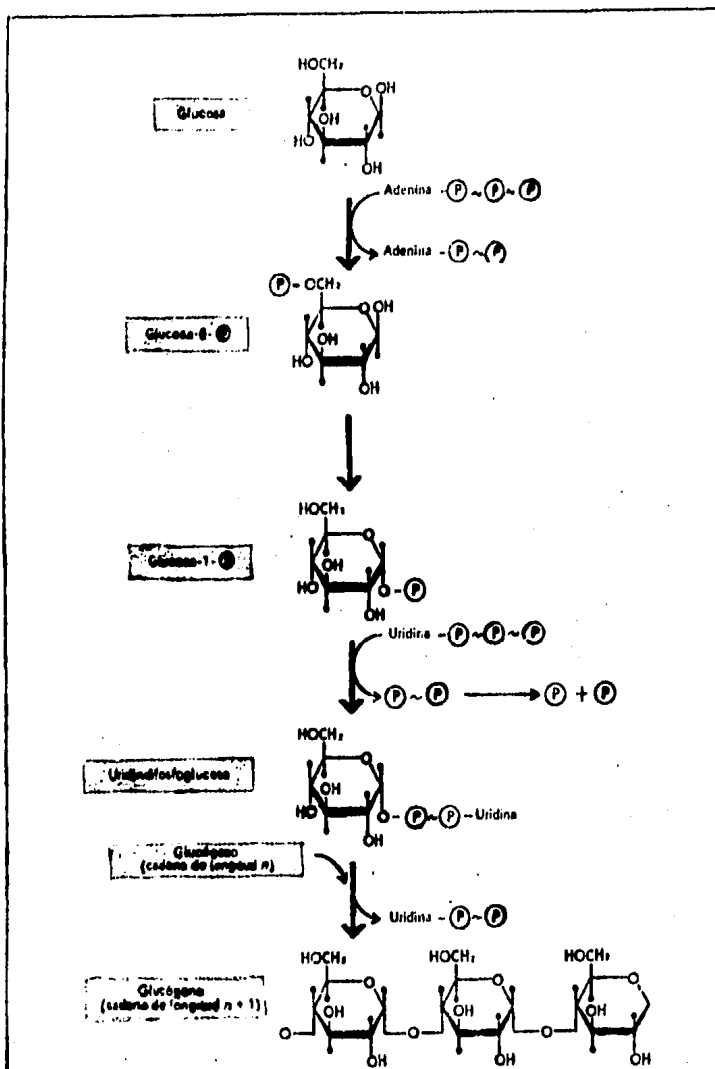
(Toporek, Milton: Bioquímica, Interamericana, Pág. 173, 1977)

Factores que afectan los niveles de glucosa sanguínea.



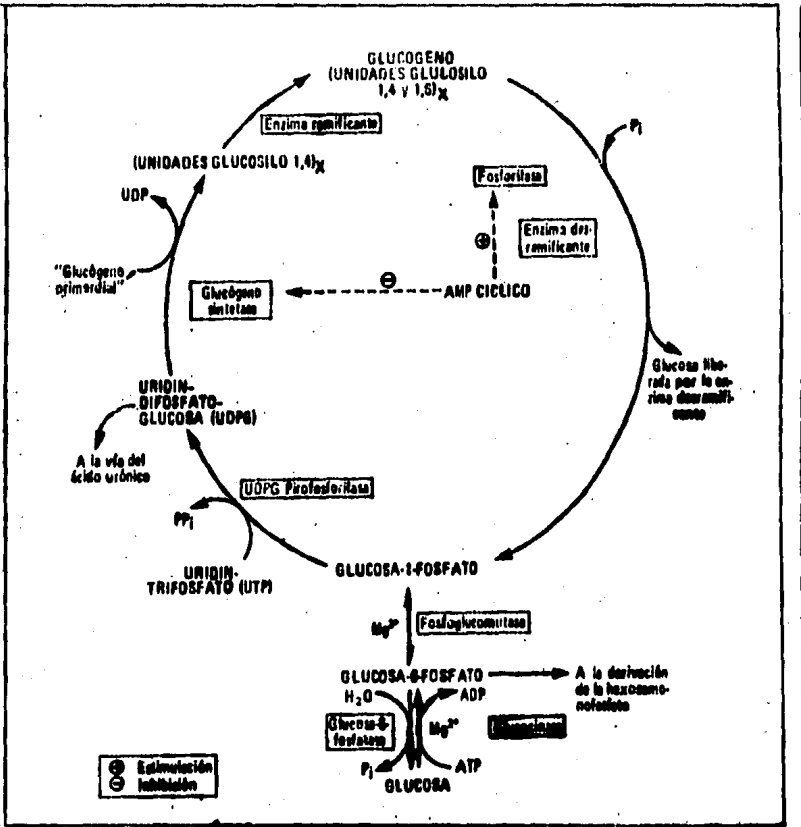
(Bhagavan, N.V., Bioquímica, Interamericana, Pág. 262, 1982)

La biosíntesis del glucógeno
a partir de la glucosa.



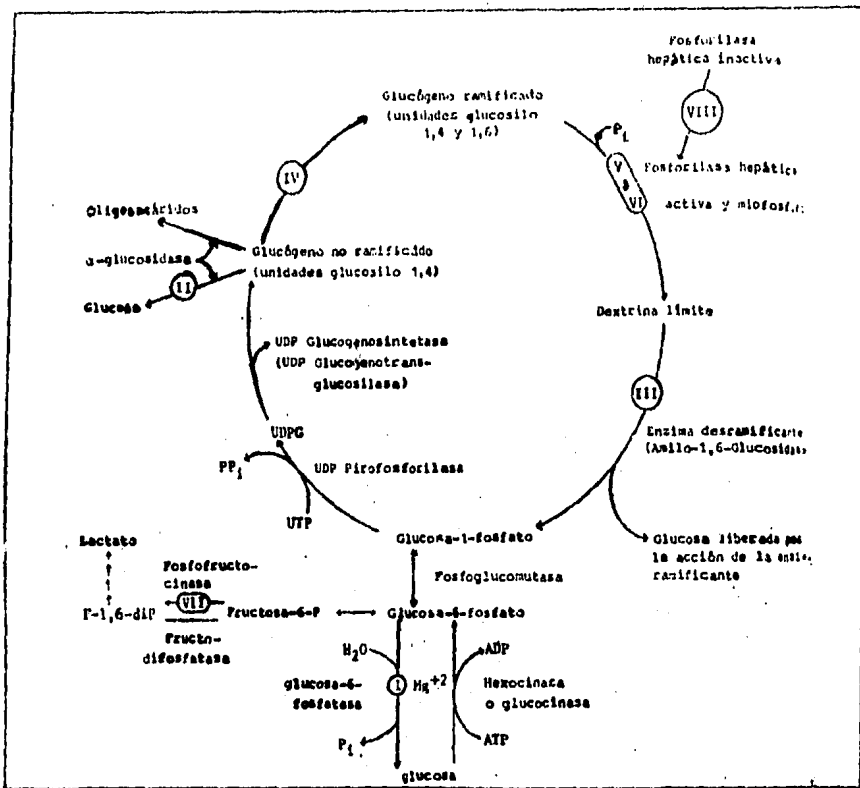
(Lehninger, Albert L.: Bioenergética, Fondo Educativo, Interamericano, Pág. 127, 1975)

Vía de la síntesis y de la liberación de glucógeno en el hígado.



(Harper, Harold A.; Manual de Química Fisiológica, Editorial Moderna, Pág. 321, 1980)

Enfermedades por almacenamiento de glucógeno.



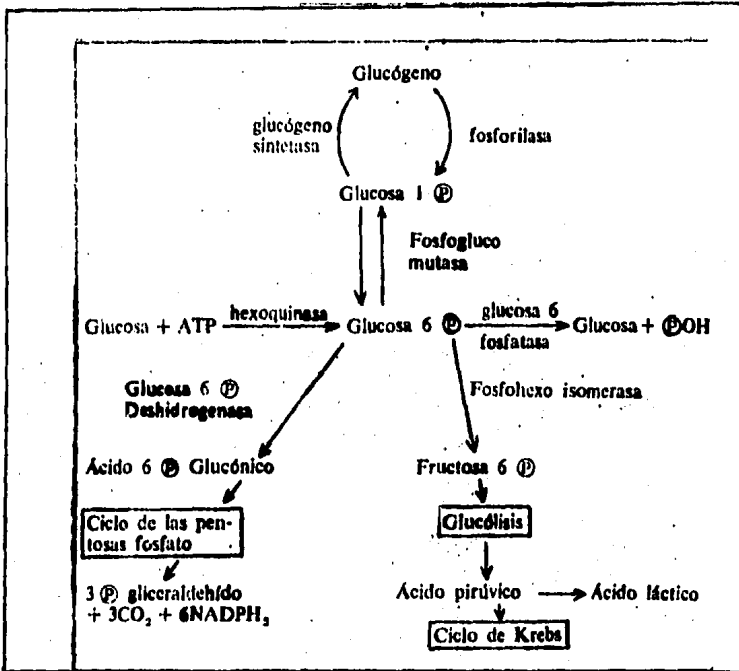
Los números indican el tipo Cori de la enfermedad por almacenamiento de glucógeno.

Tipo Cori	Nombre	Deficiencias
I	de von Gierke	Glucosa-6-fosfatasa
II	de Pompe	α -1,4-glucosidasa (obra probablemente según muestra el diagrama)
III	de Cori	Amilo-1,6-glucosidasa (enzima desramificante)
IV	de Andersen	(1,4 \rightarrow 1,6)-transglucosilasa (enzima ramificante)
V	de McArdle	Miofosforilasa
VI	de Hers	Fosforilasa hepática (y otras quizá)
VII	----	Fosfofructocinasa
VIII	----	Defosfofosforilasa cinasa hepática

Resumen sobre la glucogénesis y la glucoenólisis:

Bhagavan, N. V.: Bioquímica, Interamericana, Pág. 234, 1983

Esquema general del metabolismo de la glucosa 6-P.

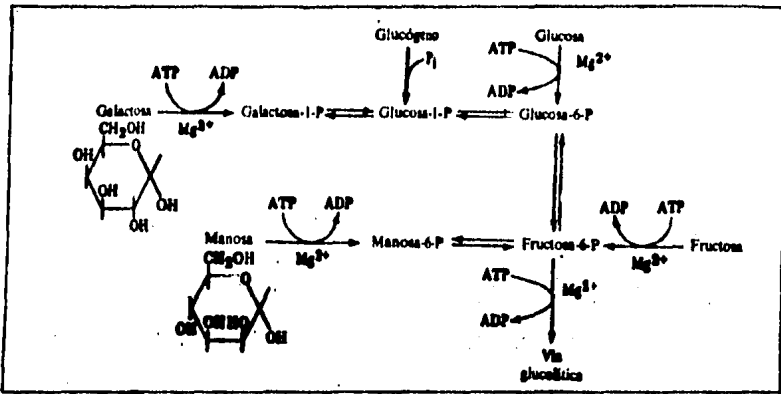


La glucosa llega al hígado y al músculo. Mediante la acción de una hormona, la insulina, puede transformarse en glucógeno. El glucógeno es degradado bajo la influencia de la adrenalina (músculo), de la adrenalina y del glucagón (hígado) en glucosa 1-P y después en glucosa 6-P. La glucosa 6-P en el músculo se cataboliza. En el hígado es fundamentalmente hidrolizada a glucosa.

La glucosa 6-P es un compuesto muy importante, procede directamente de la fosforilación de la glucosa y puede seguir cuatro vías metabólicas:

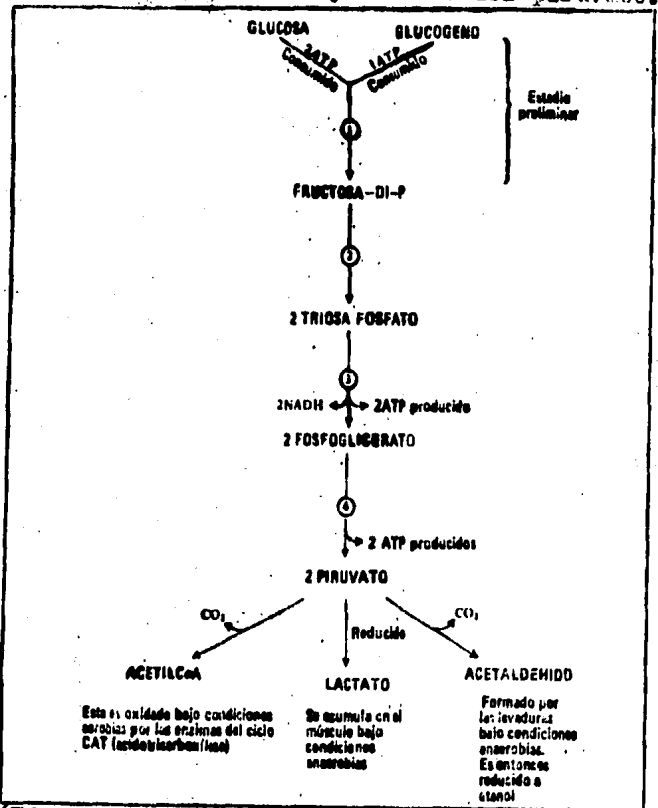
- 1 - Formación de glucógeno y posterior transformación en glucosa 1-P
- 2 - Hidrólisis, dando glucosa y ácido fosfórico
- 3 - Glucólisis, transformándose en fructosa 6-P
- 4 - Vía de las pentosas fosfato después de oxidarse mediante la glucosa 6-P deshidrogenasa.

(Toporek, Milton: Bioquímica, Interamericana, Pág. 154, 1977)



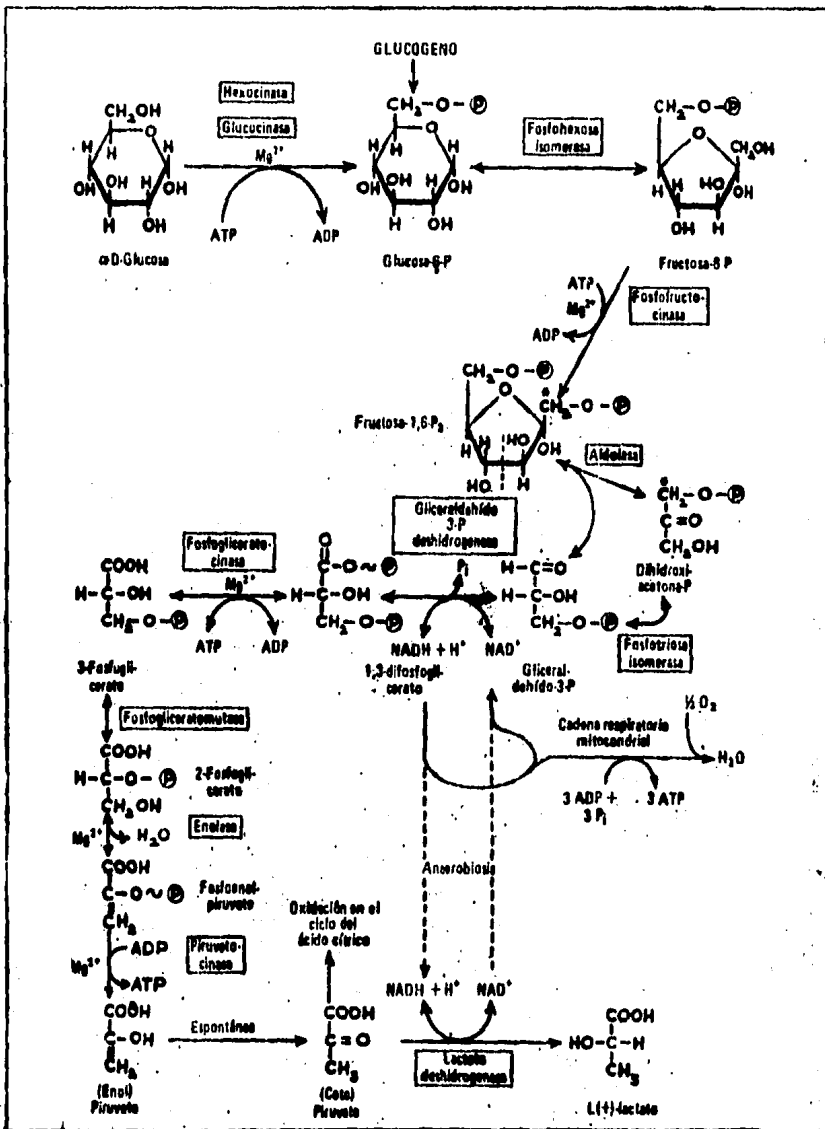
(Edwards, M.A. y Hassall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno, Pág. 200, 1976)

Fases de la glucólisis y destino del piruvato.



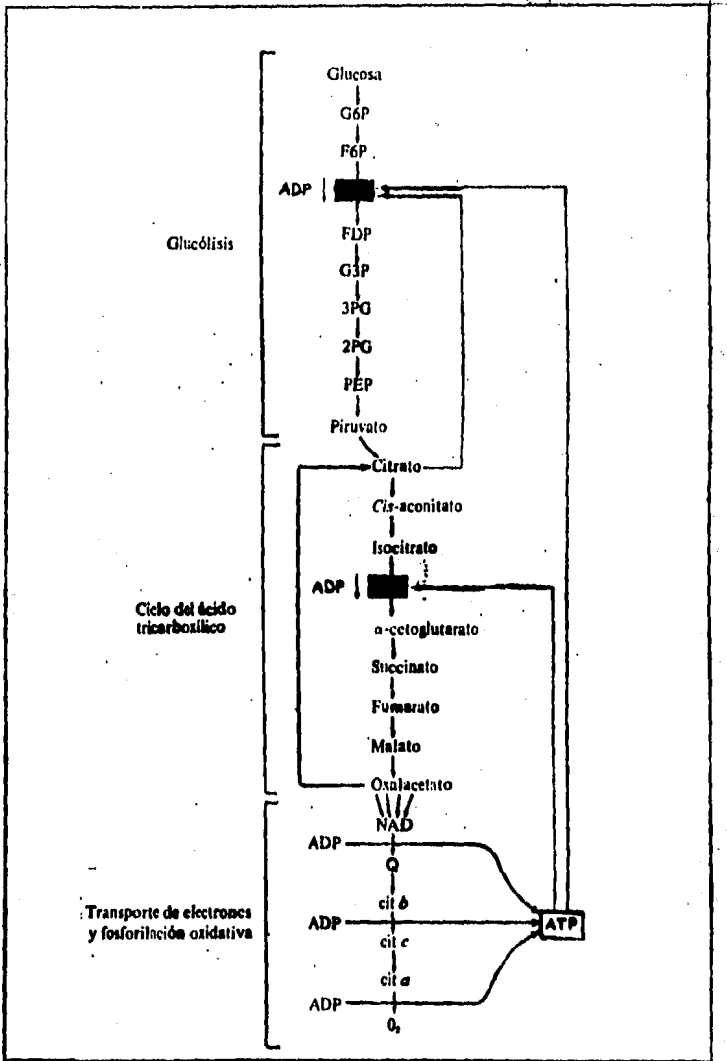
(Edwards, M.A. y Hassall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno, Pág. 202, 1976)

Vía glucolítica de Embien-Keyerhof.



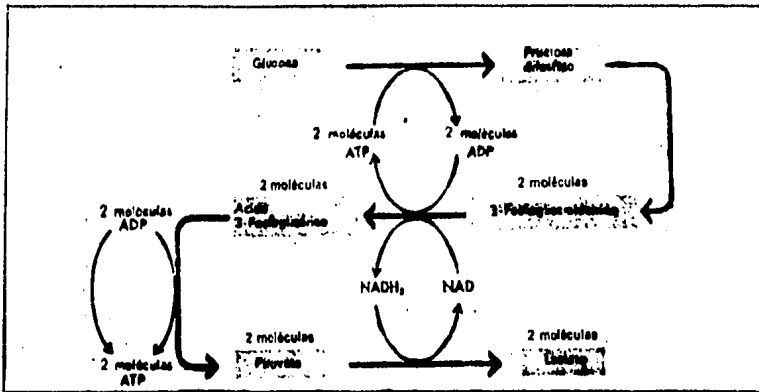
(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, PÁG. 330, 1980)

Regulación de la glucólisis y de la respiración.



Regulación de la glucólisis y de la respiración mediante retroinhibición por ATP y citrato y modulación positiva por ADP.
 (Lehninger, Albert L.: Bioenergética, Omega, Pág. 88, 1983)

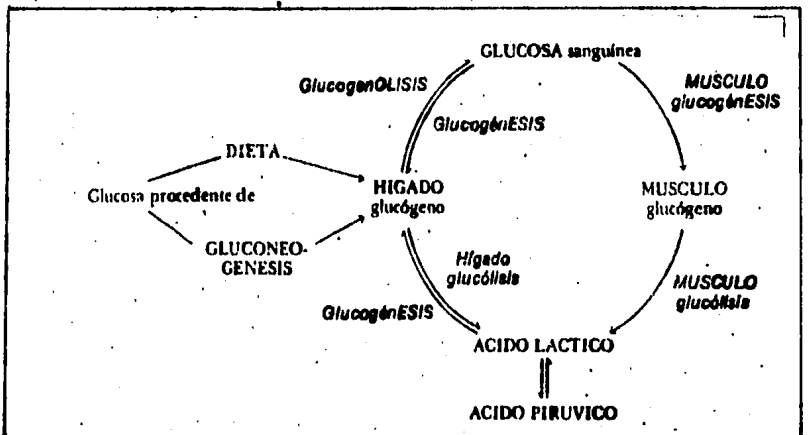
Producción de Lactato.



La fermentación de glucosa para producir lactato. Aquí, el NADH₂ producido durante la formación de piruvato se oxida para reducir piruvato a lactato. Cuando el oxígeno está presente, el NADH₂ se oxida a través de la cadena respiratoria y no se produce lactato.

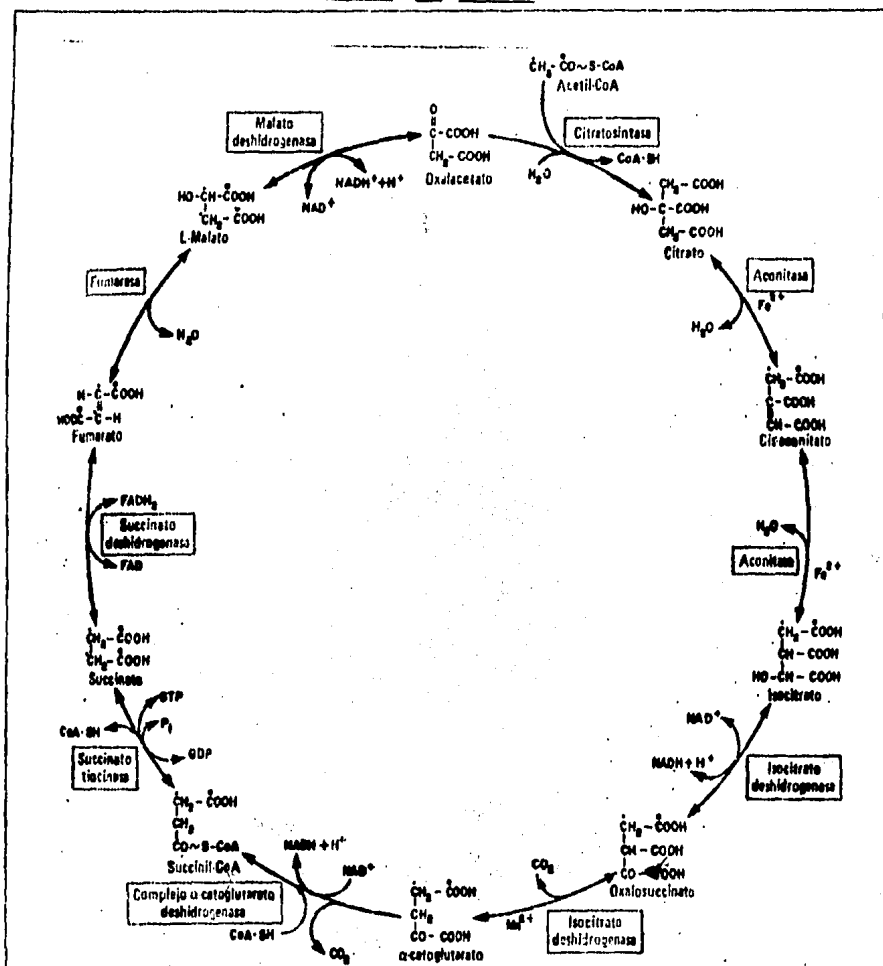
(Watson, James: Biología Molecular del - Gen, Fondo Educativo Interamericano, - Pág. 43, 1980)

El ciclo del ácido láctico.



(Laguna, José: Bioquímica, La Prensa Médica Mexicana, Pág. 5-29, 1970)

CICLO DE KREBS.



El ciclo del ácido cítrico (de Krebs). La oxidación del NADH y del FADH₂ en la cadena respiratoria conduce a la generación de ATP a través de la fosforilación oxidativa. * y ° indican el destino correspondiente de los carbonos de acililo de acetil-CoA.

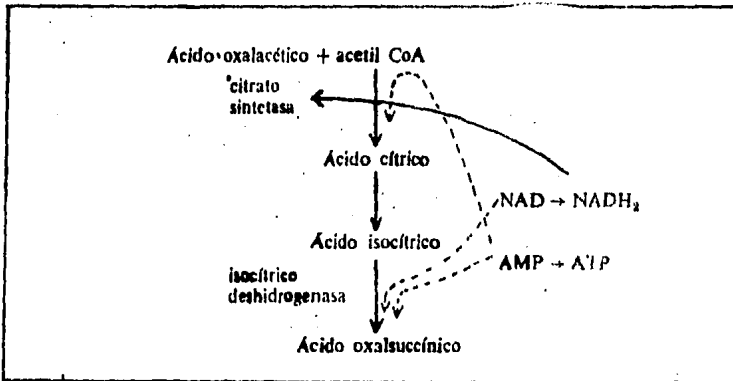
(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 332, 1980)

Generación de enlaces del fosfato de alta energía en el ciclo del ácido cítrico

Reacción catalizada por	Método de producción de ~P	Número de ~P formados
Isocitrato deshidrogenasa	Oxidación del NADH en la cadena respiratoria	3
α -Cetoglutarato deshidrogenasa	Oxidación del NADH en la cadena respiratoria	3
Succinatotioconasa	Oxidación a nivel de sustrato	3
Succinato deshidrogenasa	Oxidación del FADH ₂ en la cadena respiratoria	2
Malato deshidrogenasa	Oxidación del NADH en la cadena respiratoria	3
		Neto 11

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, S.A. - 324, 1980)

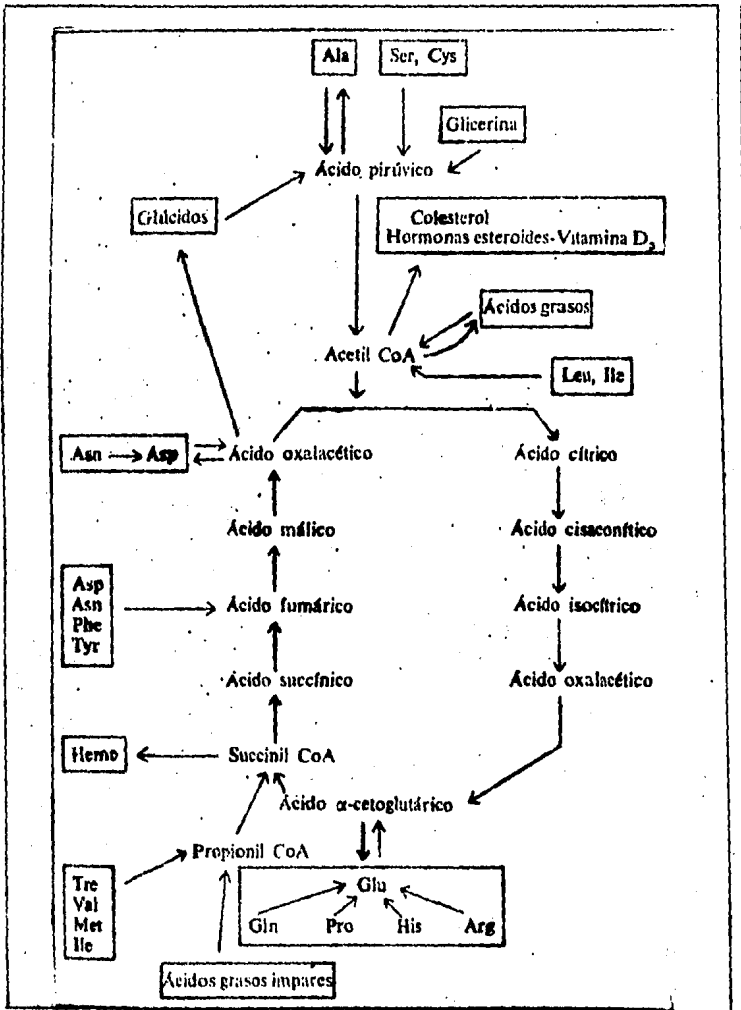
Regulación alostérica del ciclo de Krebs.



Los inhibidores están indicados en trazos continuos y los activadores mediante trazos punteados.

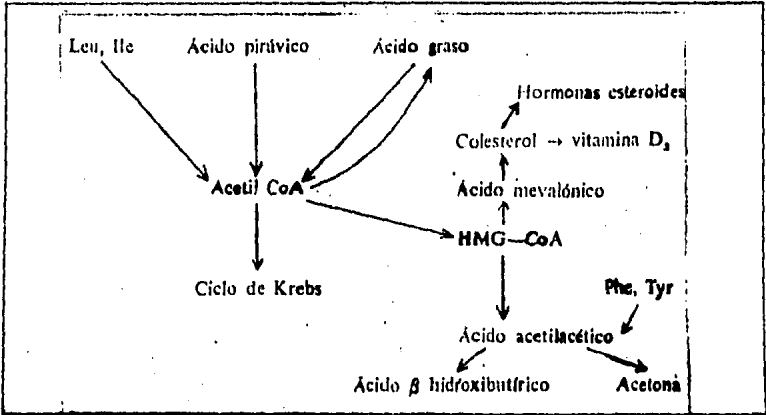
(Kruh, Jacques: Bioquímica Estudios Médicos y - Biológicos, Omega, Pág. 465, 1975)

Interrelaciones metabólicas del ciclo de Krebs.



(Baharavan, H.V.: Bioquímica, Interamericana, Pág. 457, 1983)

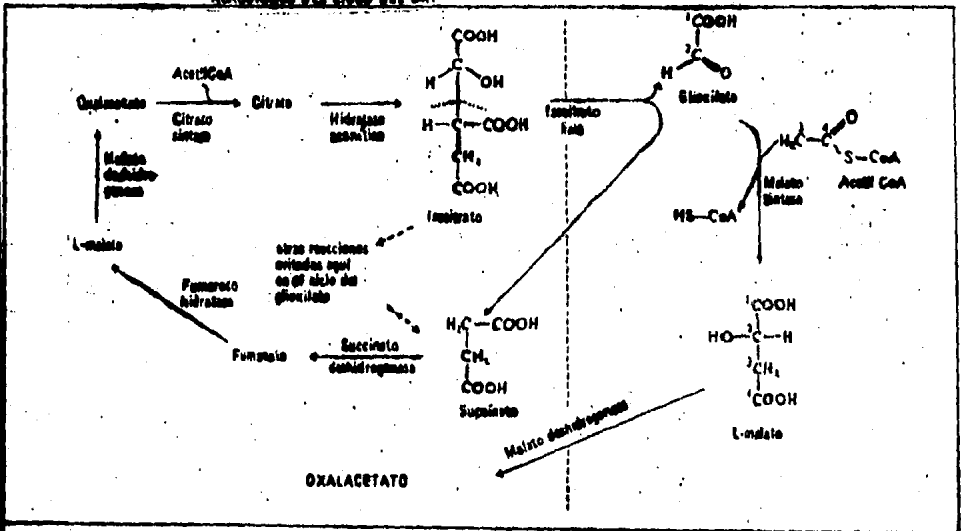
Acetil CoA.



(Lehninger, Albert L.: Bioquímica, Omega, Pág. 581, 1984)

REACCIONES DEL CICLO DEL CAT

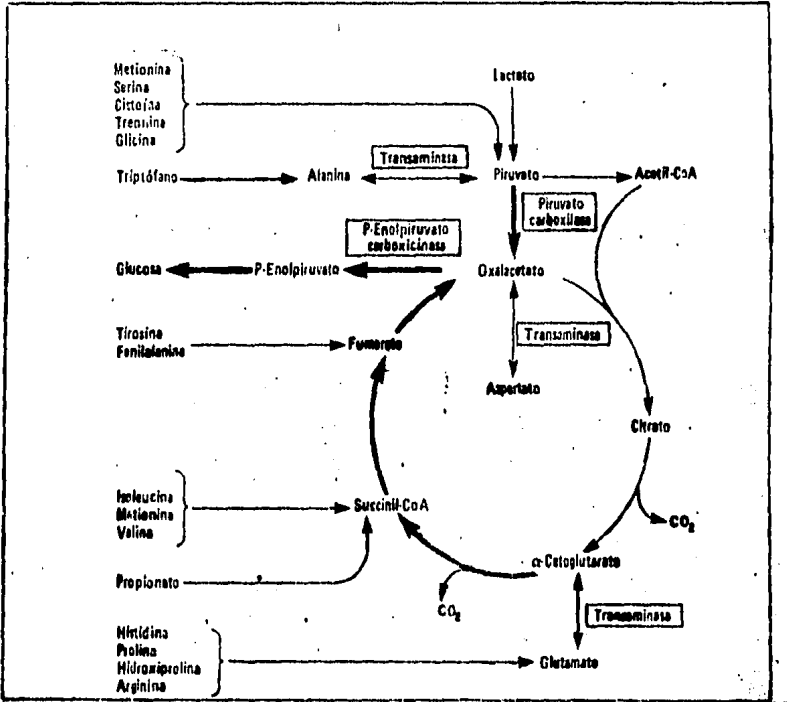
REACCIONES UNICAS DEL CICLO DEL GLIOXILATO



El ciclo del glioxilato. (En este ciclo, la reacción fundamental es 2 acetil CoA → 1 oxalacetato, la mayoría de las reacciones ocurren también en el ciclo del CAT. 2 enzimas la isocitrato liasa y la malato sintasa, ocurren en el ciclo del glioxilato pero no en el ciclo del CAT).

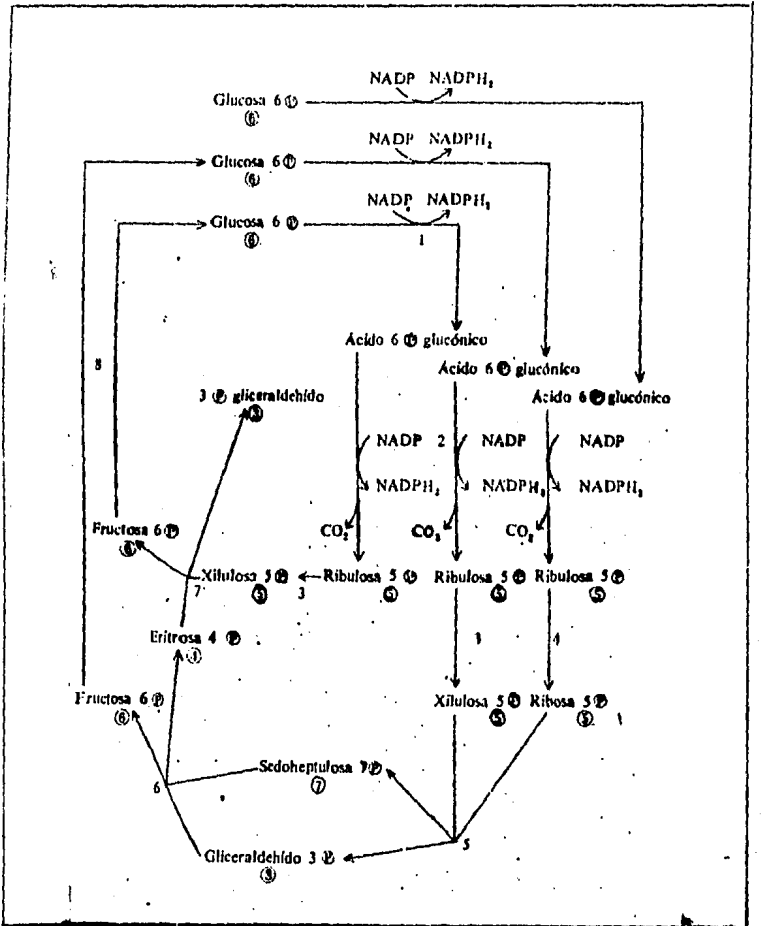
(Miller, Dieter: Bioquímica, UTEHA, Pág. 245, 1983)

Participantes del ciclo del ácido cítrico en la transaminación y en la gluconeogénesis.



(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 325, 1980)

El ciclo de las pentosas fosfato.

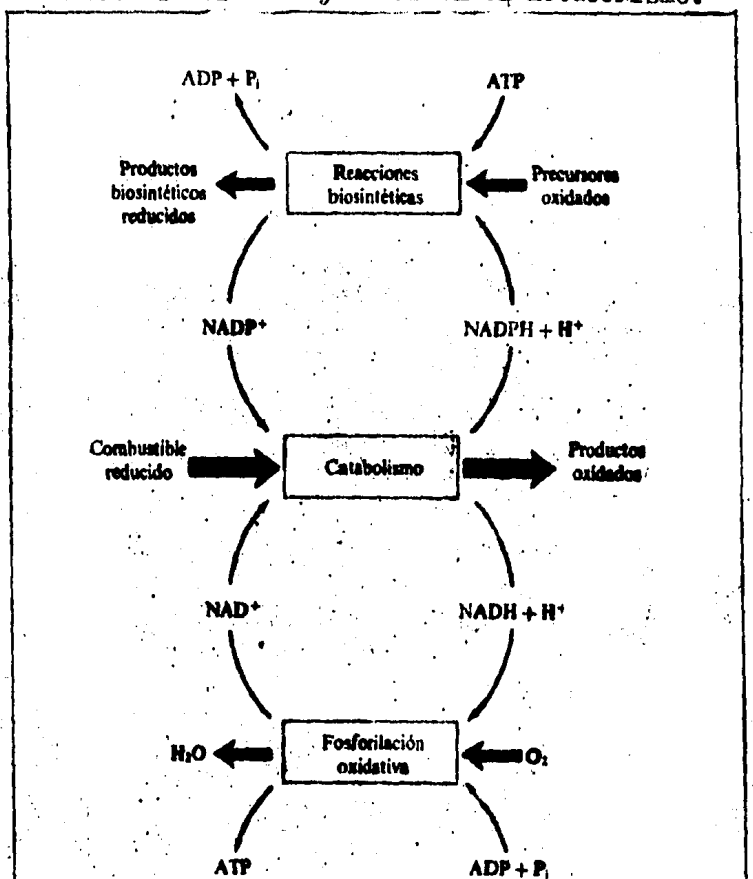


Las cifras rodadas con un círculo indican el número de carbonos de los compuestos.

Las cifras que no están rodadas con un círculo indican el orden de las reacciones tal como han sido estudiadas.

(Pérez Tamayo, Ruy: Patología Molecular, Subcelular y Celular, La Prensa Médica, Pág. 182, 1975)

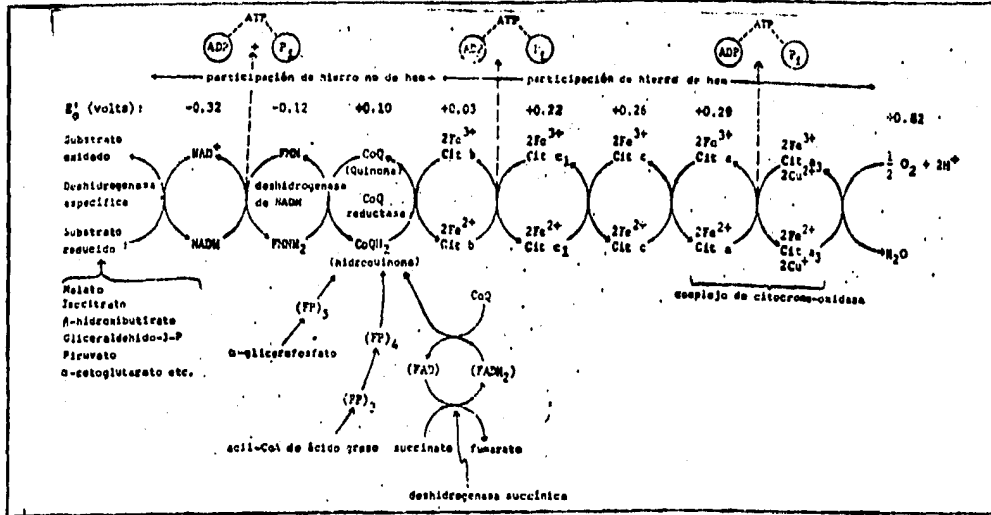
Funciones del NADH y NADHP en el metabolismo.



(Suttie, John W.: Fundamentos de Bioquímica, Interamericana, Pág. 201, 1979)

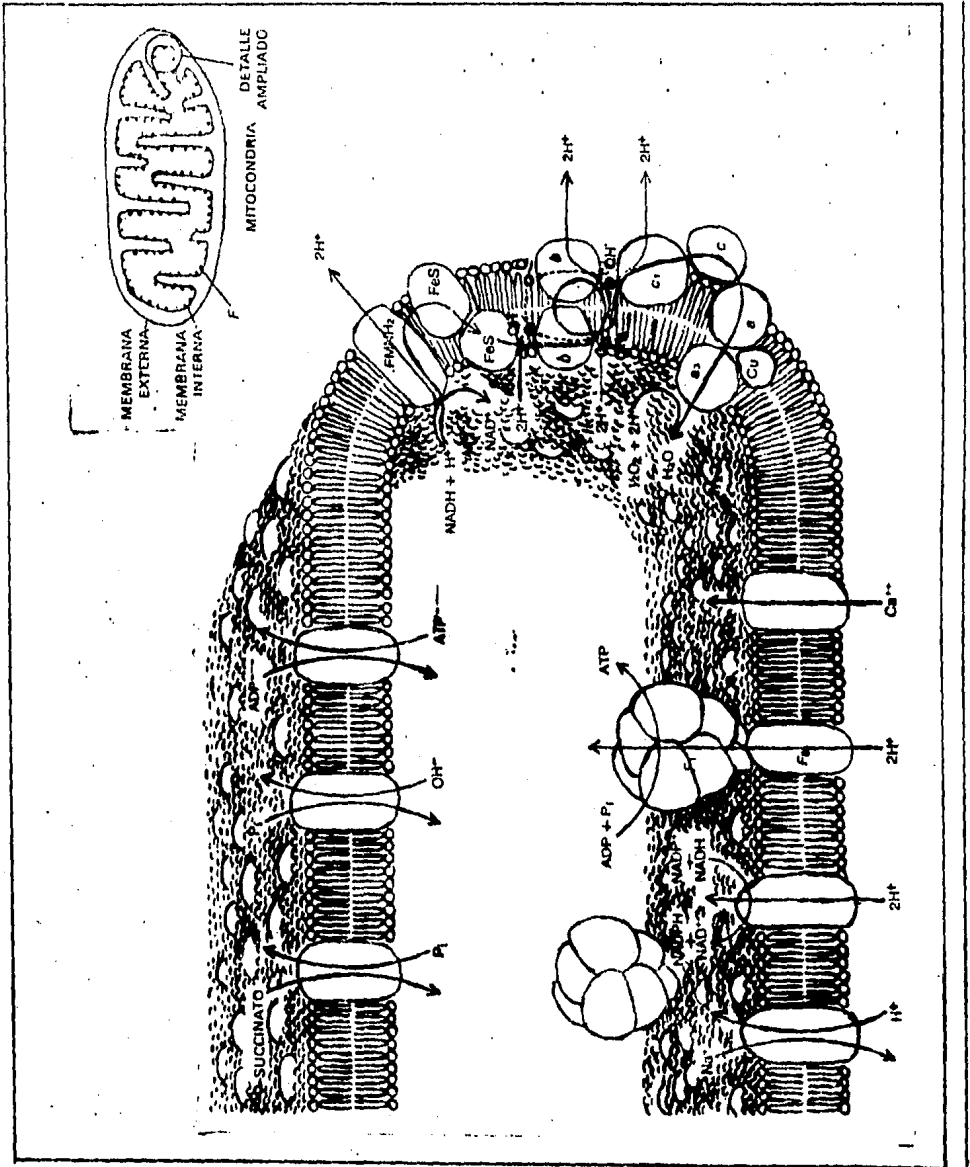
CADENA RESPIRATORIA

(EMERSON, J.V.: *Biología, Interamericana, Pág. 198, 1983*)



- Nota: 1) FP = flavoproteína. Hay varias de estas designadas (FP)₃, (FP)₄, etc. Todas contienen flavina o algún derivado de ella como coenzima.
- 2) La posición relativa de la CoQ con respecto al citocromo b no es segura. El valor E° para la CoQ se determinó en etanol del 95 por 100, una situación muy artificial.
- 3) La mayor parte de los valores de E° dados son para las enzimas mitocondriales del músculo cardíaco. Existen variaciones considerables en cuanto a valores comunicados debido a diferentes métodos de preparación y medidas.

Sistema de transporte electrónico mitocondrial.



(Hinkle, Peter C. y Mc.Carty, Richard E.: Cómo fabrican ATP las células, Investigación y Ciencia, 20:65. 1978)

(Lehninger, Albert L.: Bioenergética, Fondo Educativo Interamericano, Págs. 72, 1975)

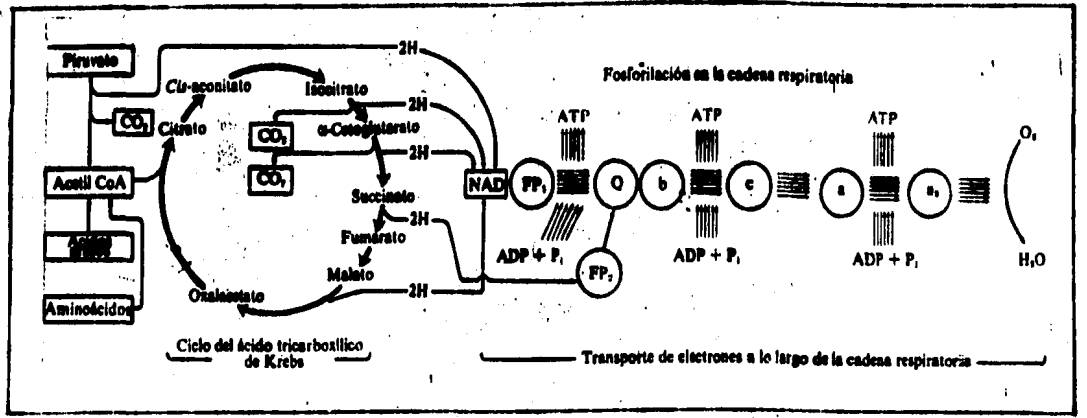
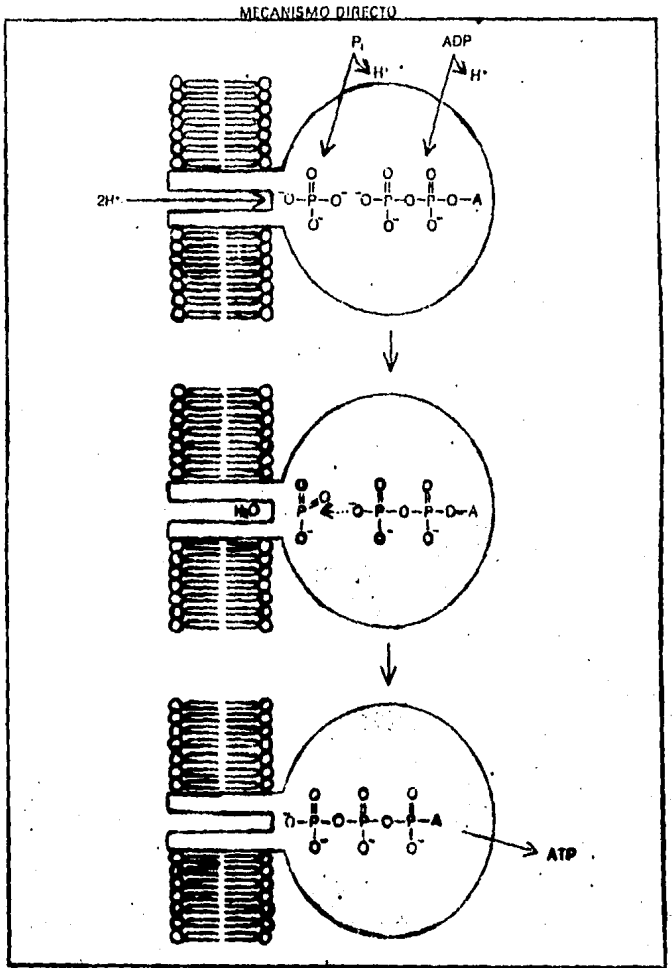


Diagrama de la oxidación de los hidratos de carbono, ácidos grasos y aminoácidos. Los símbolos **FP₁** y **FP₂** representan las deshidrogenasas del NADH y del succinato, **Q** es la coenzima Q y **b**, **c**, **a**, y **a₃** representan los citocromos.

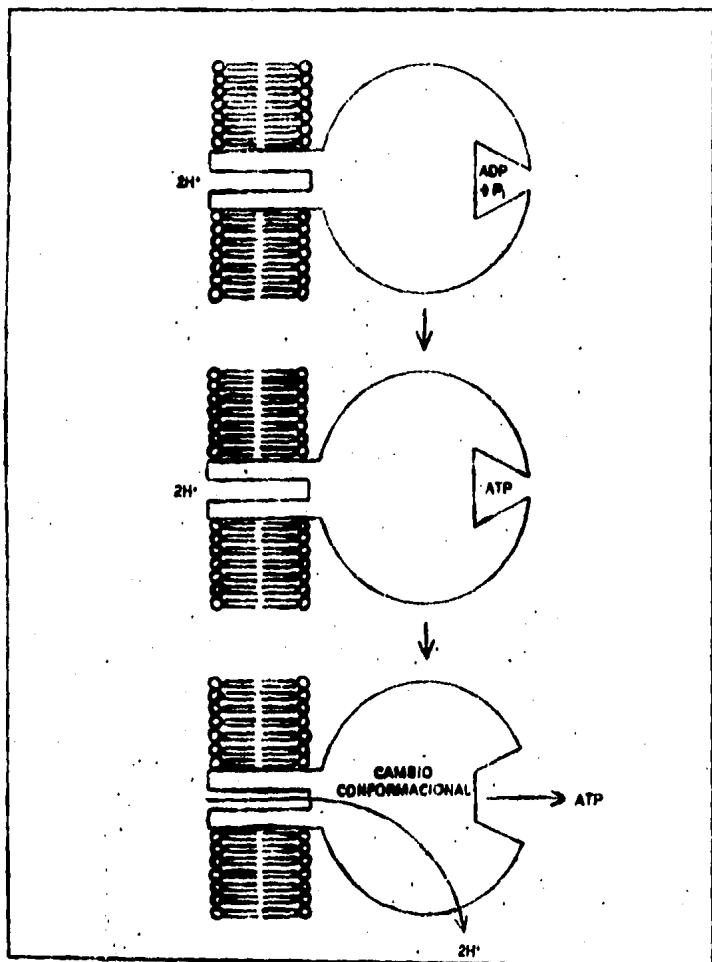
POSFORILACION
OXIDATIVA.



LOS POSIBLES MECANISMOS de la fosforilación que tiene lugar en el complejo F_1F_0 pueden separarse en dos categorías, denominadas directa e indirecta. En el mecanismo directo (a la izquierda), se une primero un ion fosfato y el ADP a la parte F_0 del complejo enzimático. Los protones se trasladan a través de un canal de la parte F_0 y atacan entonces uno de los oxígenos del fosfato, que es separado para formar una molécula de agua. Finalmente, un oxígeno del ADP ataca el átomo de fósforo dando lugar al ATP.

(Hinker, Peter C. y Mc.Carty, Richard E.: -
Cómo fabrican ATP las células, Investigación y Ciencia, 20:74. 1978)

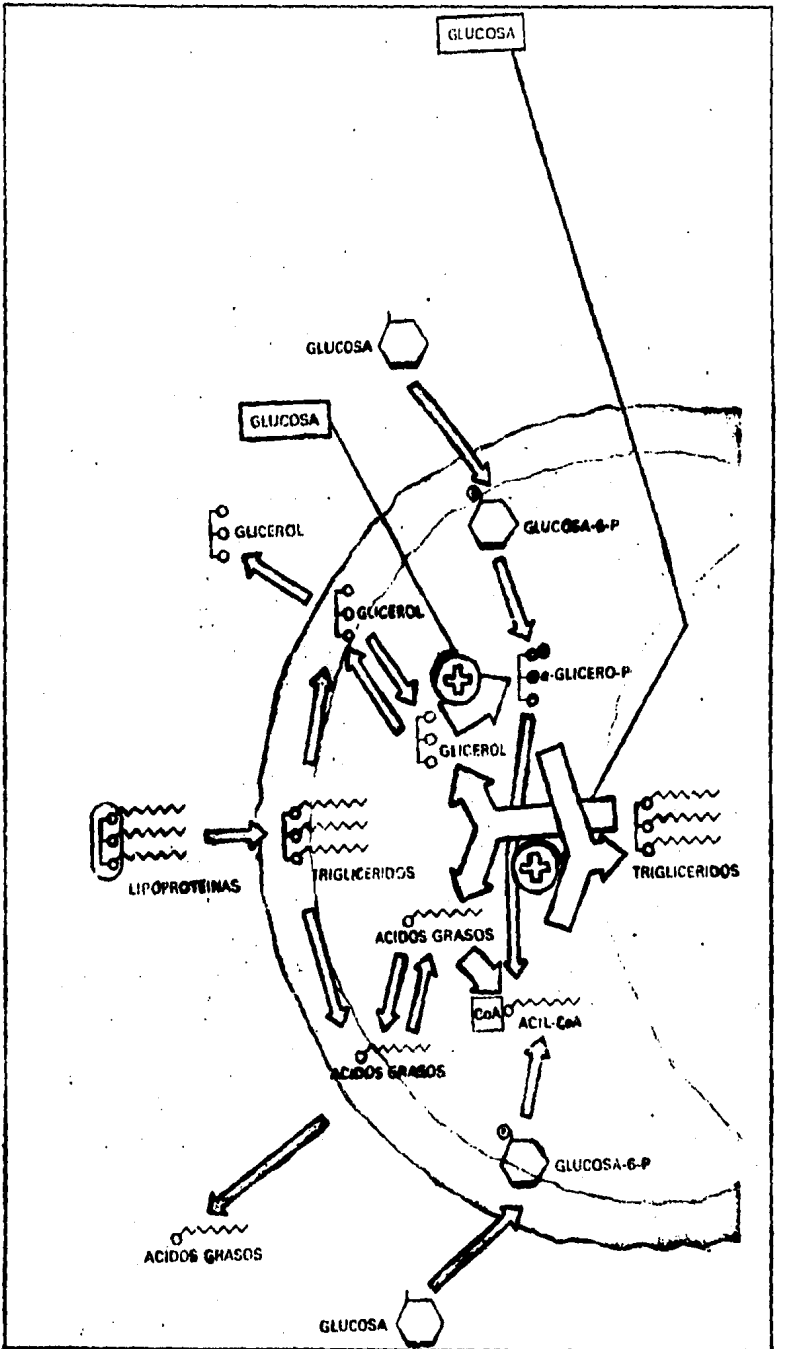
MECANISMO INDIRECTO



La molécula de ATP se separa entonces del enzima. Es posible toda una variedad de métodos indirectos; un ejemplo de ellos se muestra aquí (a la derecha). En el locus activo del enzima podría ser que el ADP y el fosfato inorgánico se combinaran espontáneamente sin la adición de energía libre. La molécula de ATP resultante quedaría, sin embargo, firmemente unida al enzima, y sería necesario aplicar energía para liberarla. La energía podría suministrarla los protones, uniéndose al enzima en una posición distinta del locus activo. Los protones serían luego liberados a la solución por la parte F₀ de la membrana.

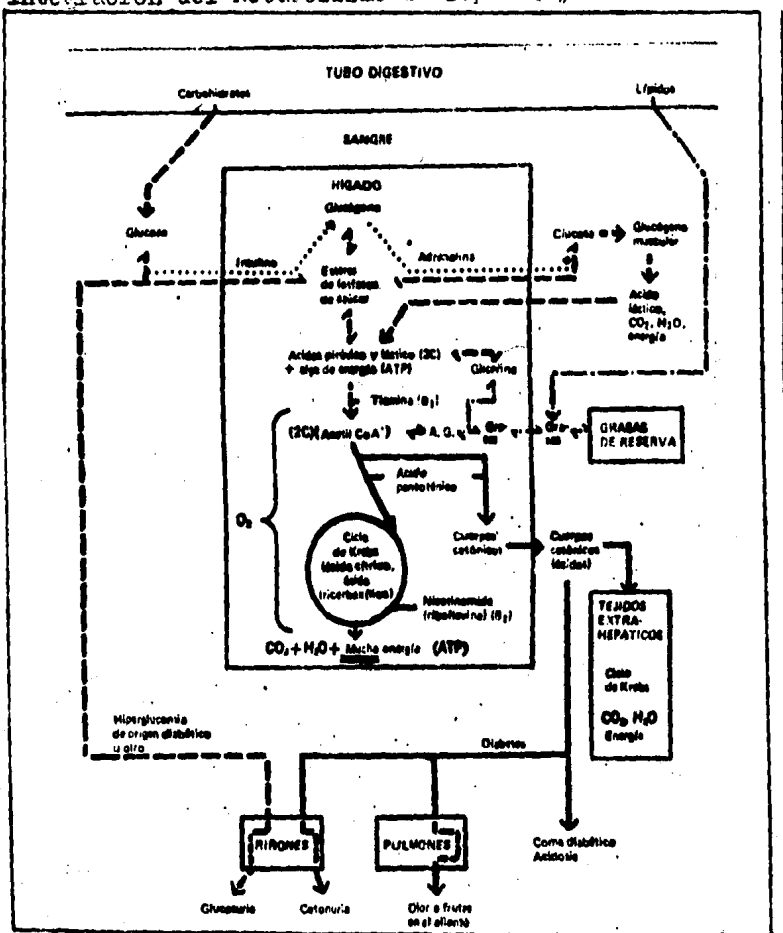
(Hinkle, Peter C. y Mc. Garty, Richard E.: ¿Cómo fabrican ATP las células, Investigación y Ciencia, 20:74. 1978)

Metabolismo del tejido adiposo.



(Herrera, Emilio: Metabolismo de los glicéridos en el tejido adiposo, Investigación y Ciencia, 4:25. 1977)

Interacción del Metabolismo de Lípidos y Carbohidratos

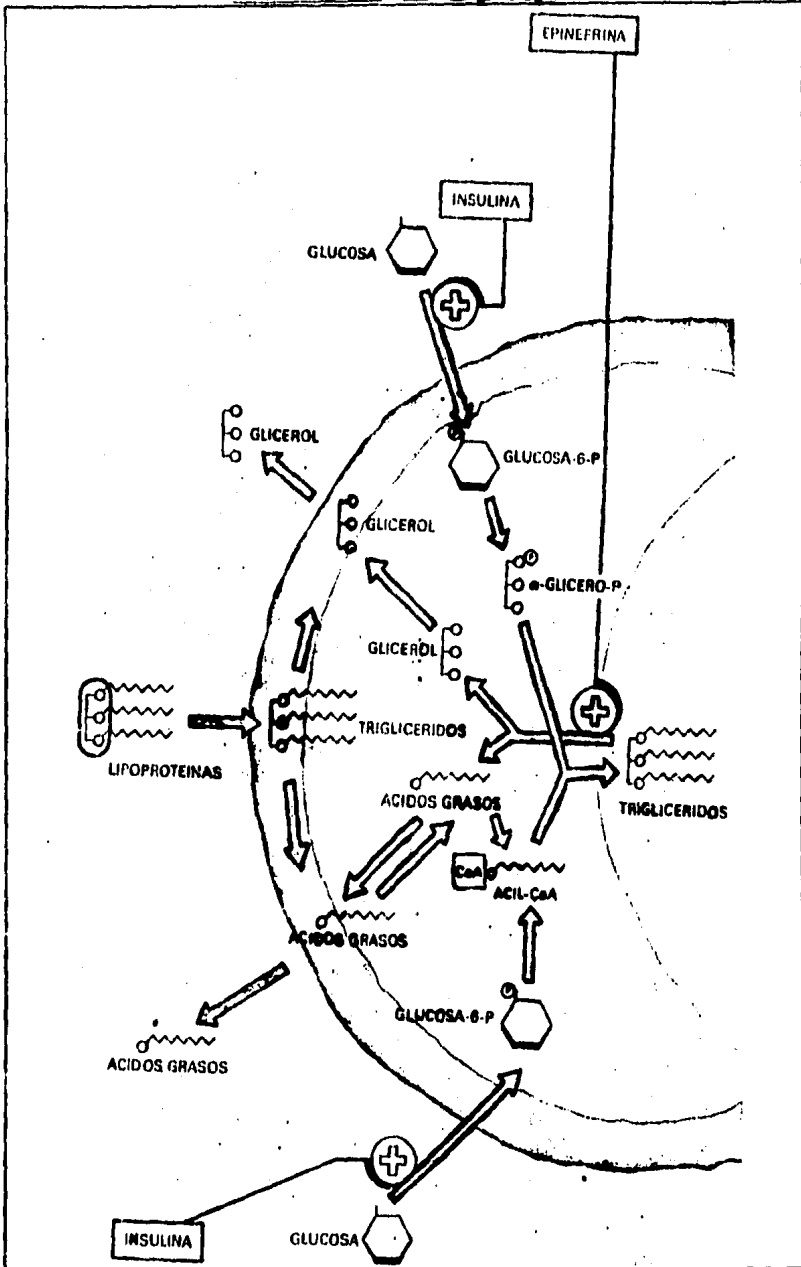


↔ Reacción reversible → Reacción irreversible

Diagrama del flujo que muestra las reacciones mutuas entre metabolismos de carbohidratos y lípidos. (Vías: - - - - - = carbohidratos; - · - · - = lípidos; ——— = comunes.)

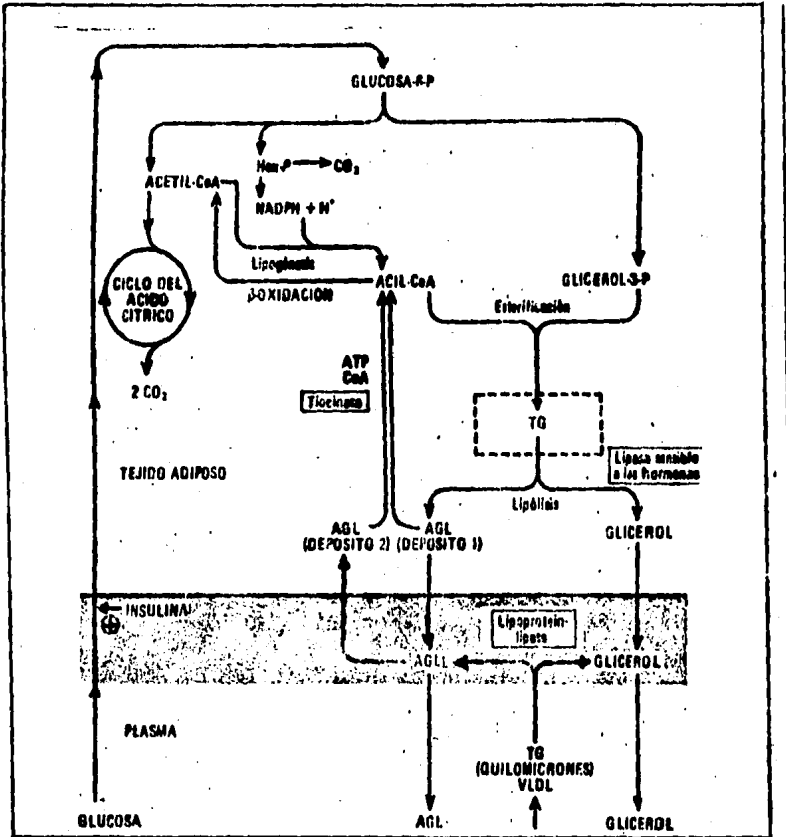
(Toporek, Milton: Bioquímica, Interamericana, Pág. 196, 1977)

Metabolismo de Lípidos.



(Herrera, Emilio: Metabolismo de los glicéridos en el tejido adiposo, Investigación y Ciencia, 4:34. 1977)

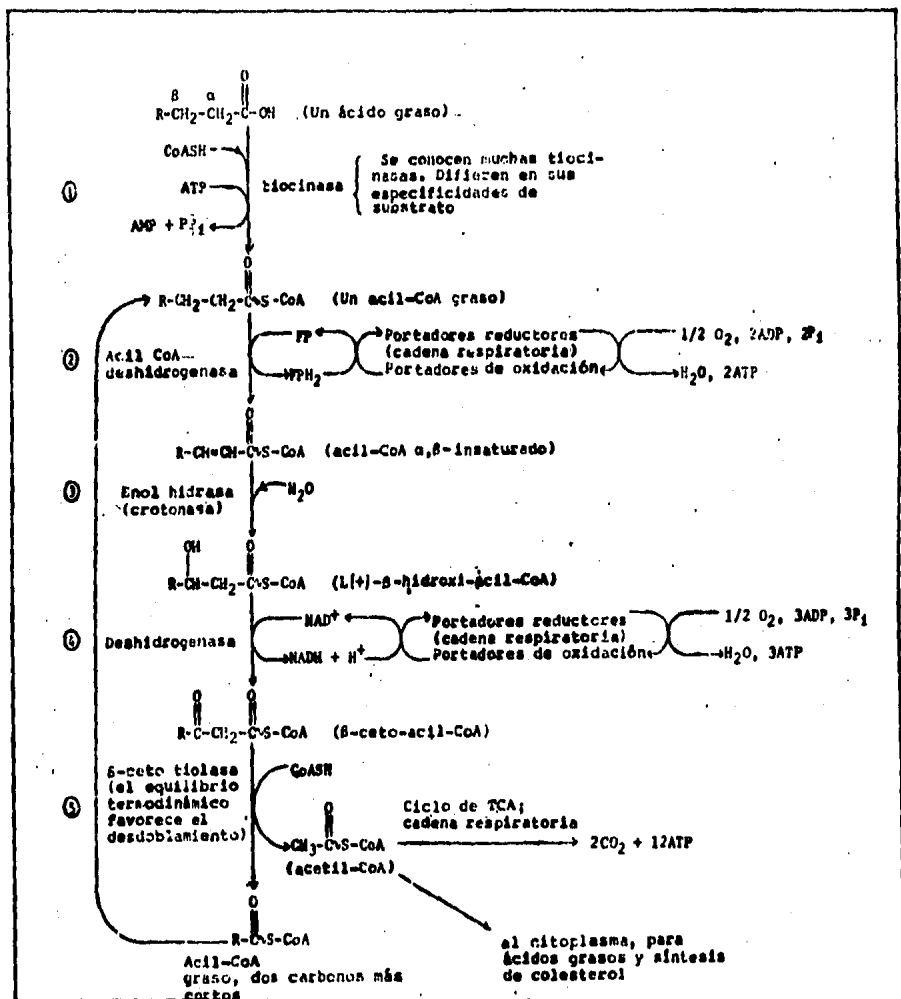
Metabolismo del tejido adiposo.



La lipasa sensible a las hormonas es activada por la ACTH, la TSM, el glucagón, la adrenalina, la noradrenalina y la vasopresina e inhibida por la insulina, la prostaglandina E₂ y el ácido nicotínico. El área sombreada representa la región de la lipoproteín-lipasa de la pared del capilar. (Hex-P, derivación de la hexosano fosfato; TG, triglicéridos; AGL, ácidos grasos libres; VLDL, lipoproteínas de muy baja densidad).

(Harper, Harold A.: Manual de química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 380, 1980)

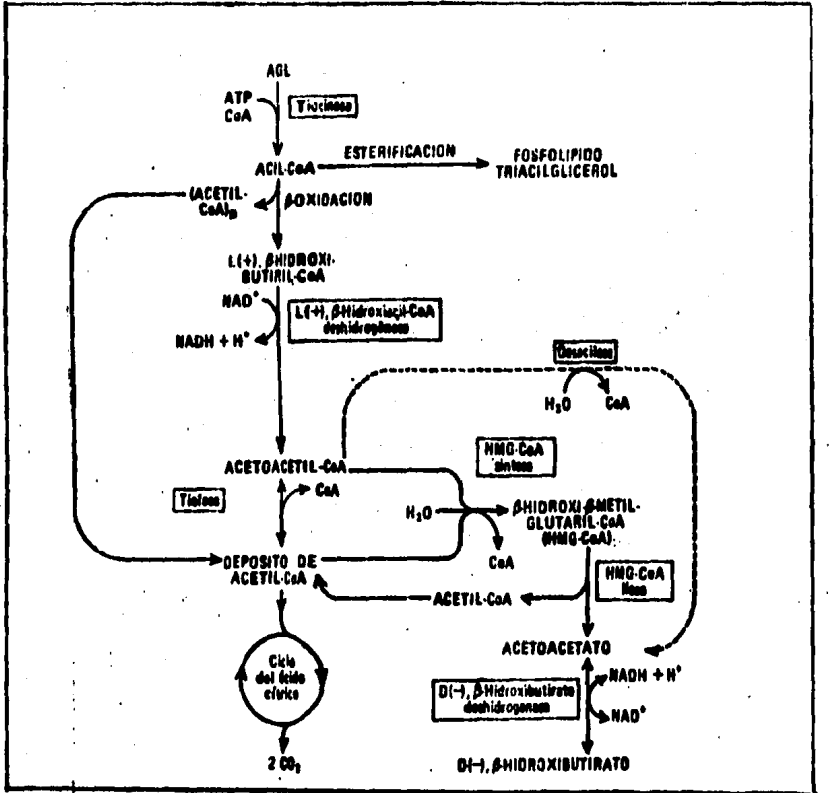
β-oxidación de ácidos grasos.



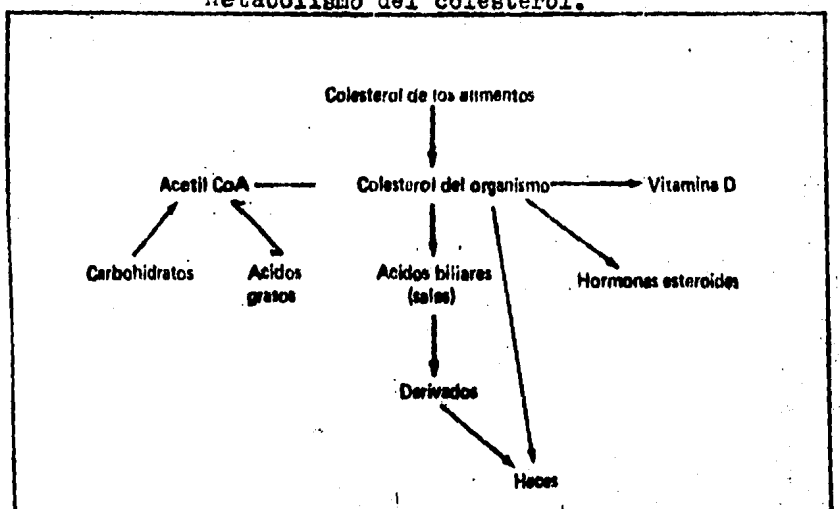
Obrévese que el acil-CoA graso, acortado, de un ciclo, se oxida además en pasos sucesivos hasta que se convierte completamente en acetil-CoA. Los ácidos grasos con número impar de átomos de carbono que se estudiarán posteriormente producen una molécula de propionil-CoA. Ox. = oxidado; Red. = reducido; cadena respiratoria = fosforilación oxidativa y transporte de electrones; "..." = un enlace rico en energía.
 {FP: flavoproteína.

(Bhagavan, .V.: Bioquímica, Interamericana, Pág. 729, 1963)

Vías de la cetogénesis en el hígado.

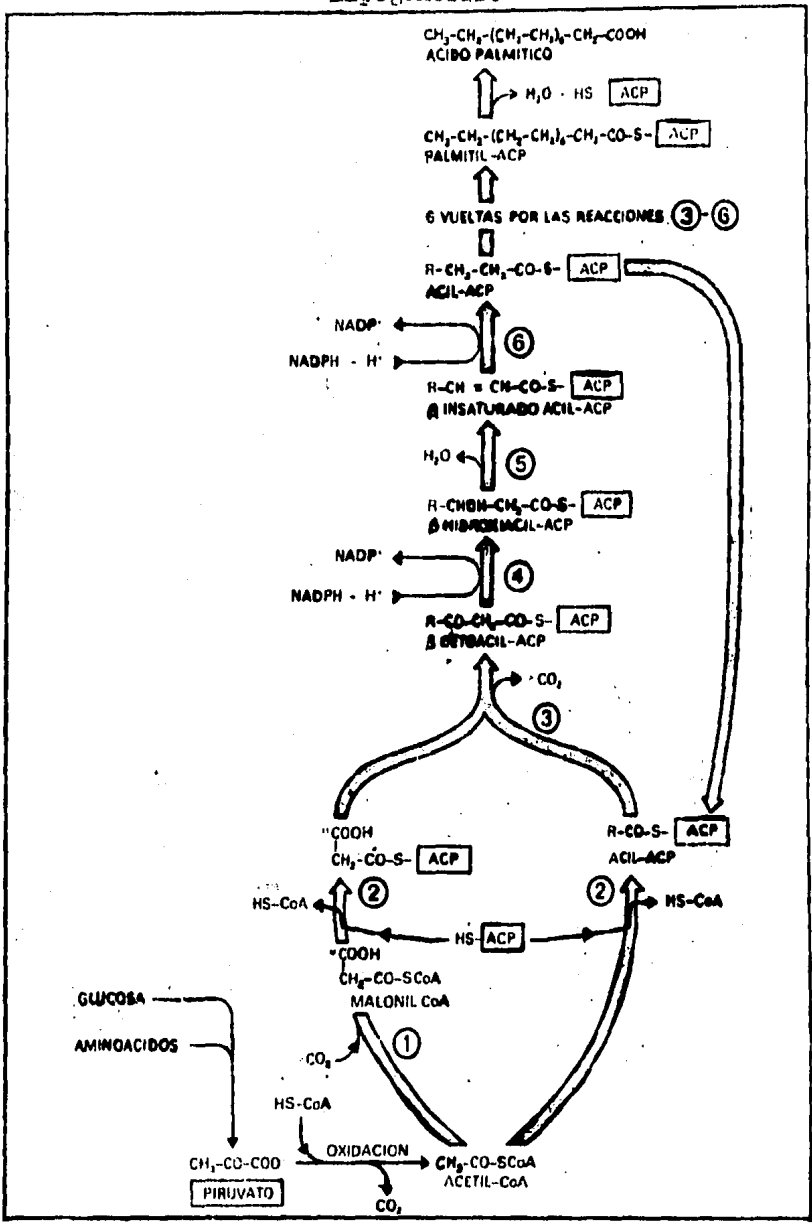


(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 396, 1980)

Metabolismo del colesterol.

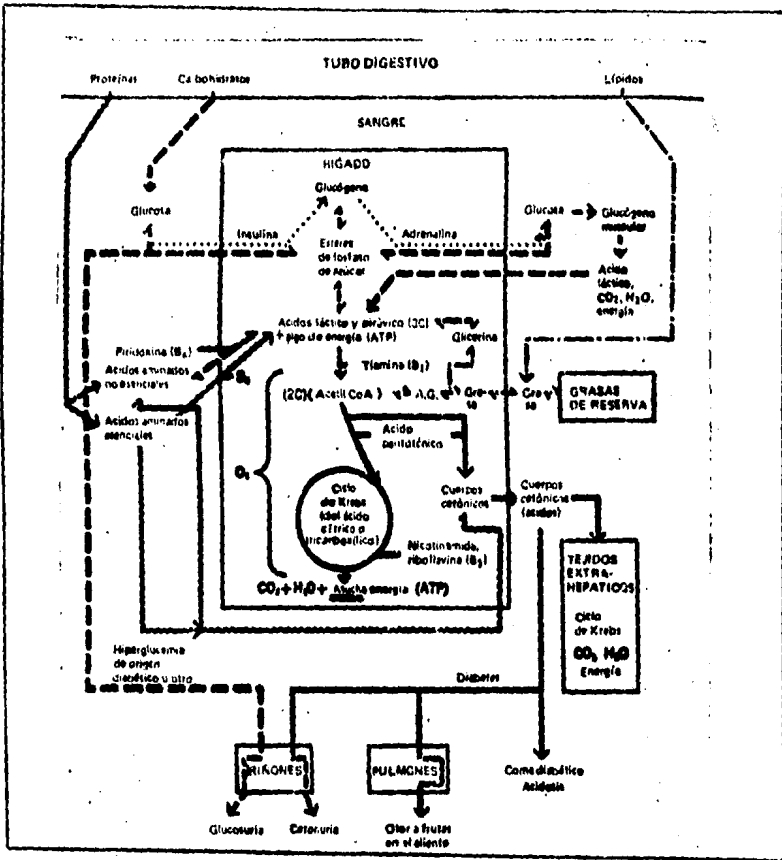
(Toporek, Milton: Bioquímica, Interamericana, Pág. 193, - 1977)

Lipogénesis.



(Herrera, Emilio: Metabolismo de los glicéridos en el tejido adiposo, Investigación y Ciencia, 4:30. 1977)

Integración del metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas.

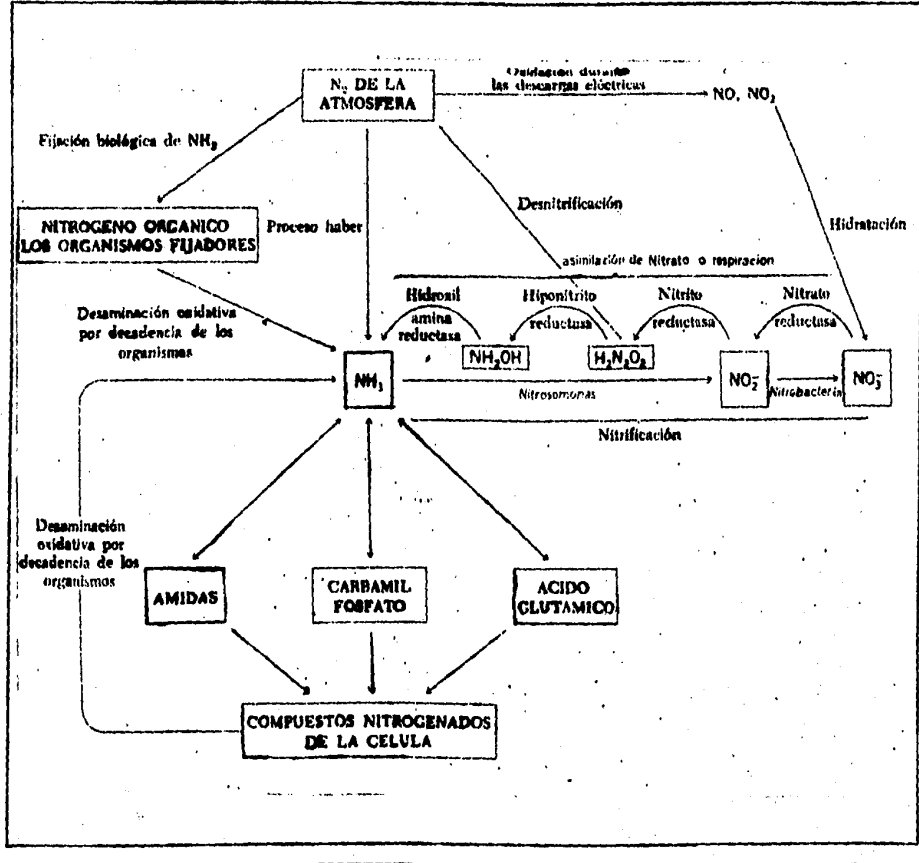


→ Reacción reversible → Reacción irreversible

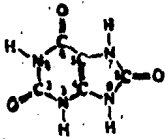
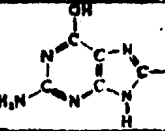
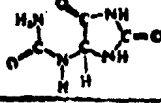
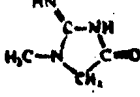
Diagrama de flujo resumiendo las relaciones mutuas entre los metabolismos de carbohidratos, lípidos y proteínas (vías: - - - - - = carbohidratos; - · - · - = lípidos; - · - · - = proteínas; - - - - - = vías comunes).

(Toporek, Hilton: Bioquímica, Interamericana, Ed. 242, 1977)

(Cont. Erik L. y Stumpf, F.H.: Bioquímica Fundamental, I.-
 Ense, Ed. 481, 1977)

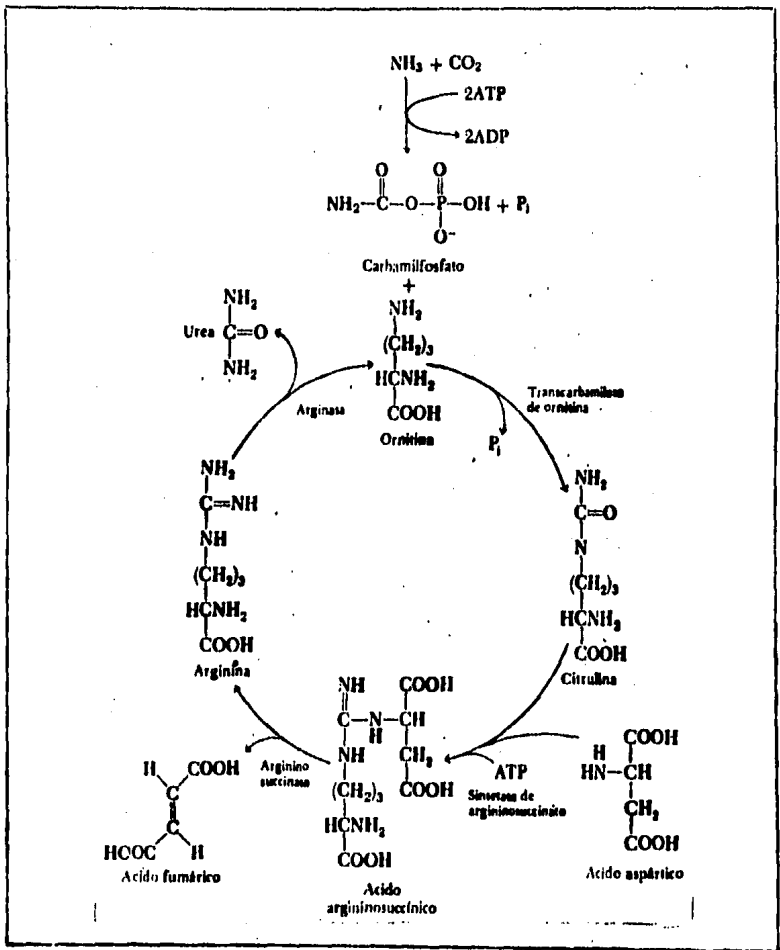


Productos de excreción nitrogenados de los animales

Compuestos		Animales que excretan el compuesto
Ion de amonio	NH_4^+	La mayoría de los invertebrados acuáticos, también excretada por las agallas de los peces óseos
Urea	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$	Feces cartilaginosas, anfibios y mamíferos
Trimetilamina oxidada	$(\text{H}_3\text{C})_3\text{N} \rightarrow \text{O}$	Excretada por los rifones de los peces óseos marinos
Ácido úrico		Insectos, moluscos terrestres, reptiles terrestres y pájaros. En muchos mamíferos, el ácido úrico es el producto final de las purinas, pero no del metabolismo de los aminoácidos.
Guanina		Arañas
Allantoína		Producto del catabolismo de las purinas en muchos mamíferos (ejemplo el perro). Una enzima, la uricasa, oxida el ácido úrico removiendo el átomo de carbono número 6 para producir allantoina.
Creatinina		Vertebrados. Es un producto de la degradación del fosfato de creatina, almacén energético de los moluscos.

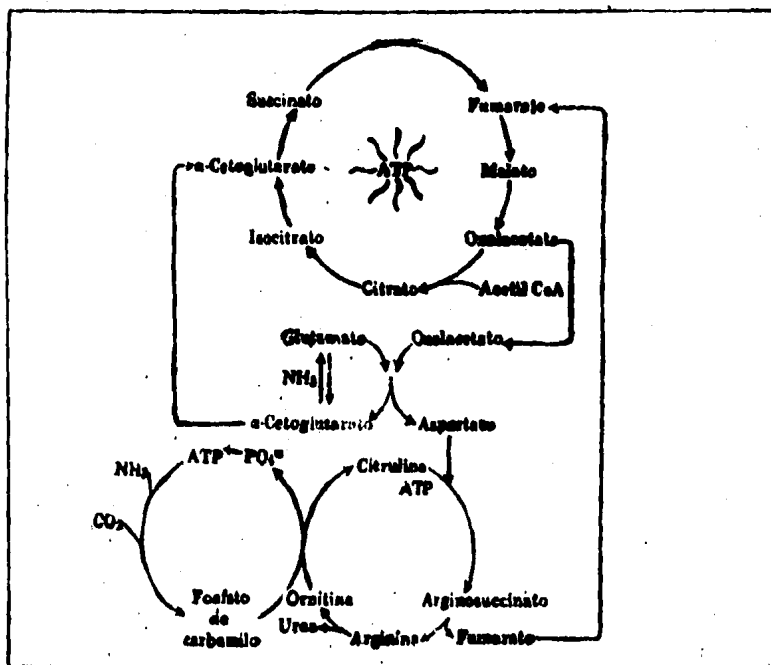
(Edwards, M.A. y Hassall, K.A.: Bioquímica y Fisiología Celulares, El Manual Moderno, Pág. 285, 1976)

Ciclo de la Urea.

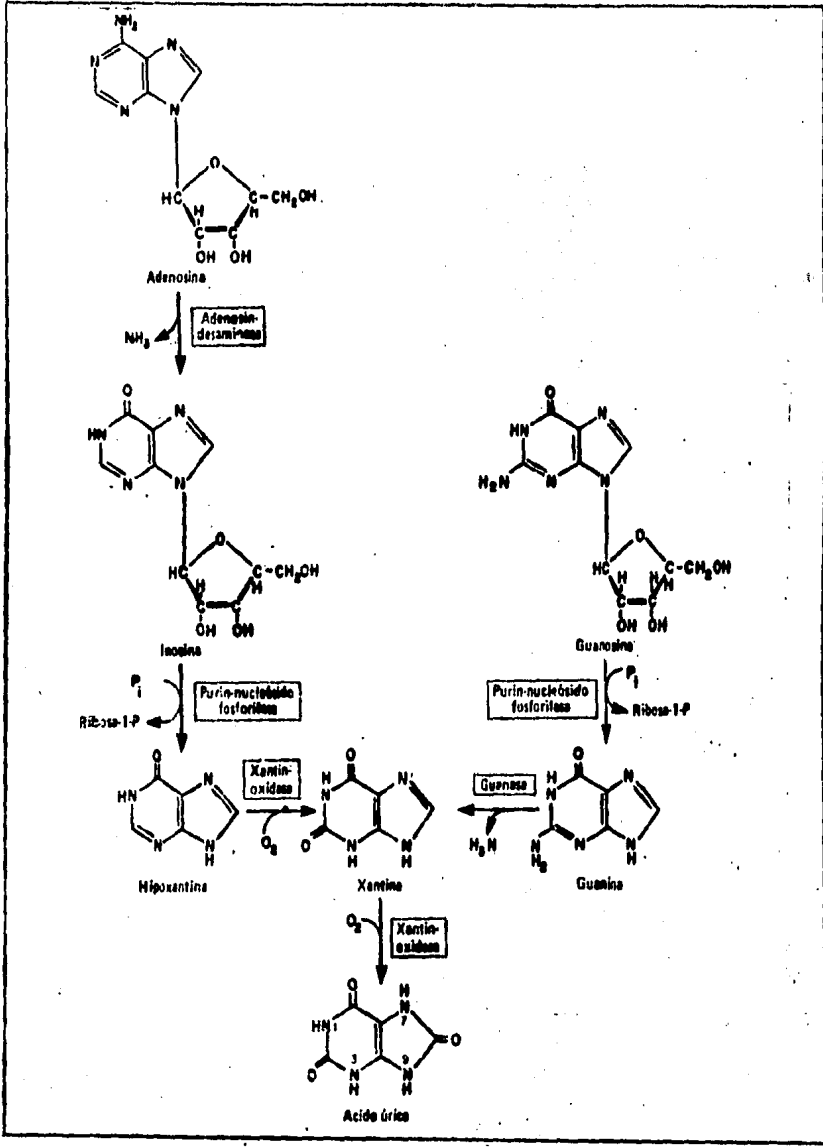


(Lehninger, Albert L.: Curso Breve de Bioquímica, Omega, 267, 1963)

Relación entre la síntesis de urea y el ciclo de los ácidos tricarboxílicos ó ciclo de Krebs.



(Mazur, A. y Harrow, B.: Bioquímica Básica, Interamericana, Pág. 466, 1980)



Generación de ácido úrico a partir de los nucleótidos purínicos por la vía de las bases purínicas hipoxantina, xantina y guanina.

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El - Manual Moderno, Pág. 466, 1980)

CAPITULO V.

BIOLOGIA MOLECULAR.

En el último cuarto de siglo se descubrió que el fundamento molecular de la reproducción, desarrollo y evolución de los seres vivos es el DNA. El hallazgo de la estructura molecular del DNA mostró la posible base estructural de sus dos funciones básicas: su autoreproducción y el control de la estructura proteica (8).

Uno de los grandes triunfos científicos ha sido descubrir que la información genética esta almacenada en pequeños segmentos de DNA (los genes) (19).

Cada uno de estos segmentos determina la estructura de un ácido ribonucleico complementario (12) el RNA, para de esta (el RNA mensajero) determina la estructura de las proteínas que constituyen o sintetizan los tejidos del organismo (15); el resto del RNA (RNA ribosomal y RNA de transferencia) intervienen en la síntesis de proteínas.

Para que se lleve a cabo este mecanismo, se necesita de un código genético que no es en sí mismo el mensaje, sino el diccionario utilizado por la célula para traducir el lenguaje de cuatro letras del ácido nucleico al lenguaje de veinte letras de las proteínas (10).

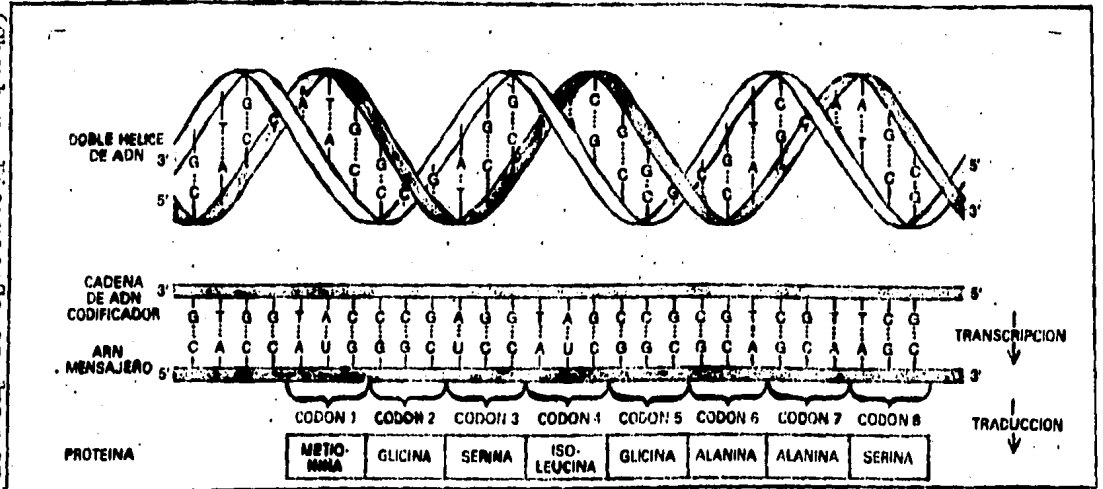
Los genes son la base de la especificidad de la síntesis, determinan que tareas bioquímicas puede la célula llevar a cabo y - cual será su futuro (13).

Todo esto se ha ido conociendo debido a que se comenzaron a desarrollar métodos que permiten purificar genes individuales de función conocida.

Por lo tanto, la genética también ayuda a la medicina en enfermedades que no son de etiología externa al organismo. Por ejemplo: aquellos cuya causa está en los mismos genes del organismo enfermo. Las enfermedades hereditarias en su mayoría aún no pueden ser tratadas eficazmente pero se pueden tratar de prevenir, si se detecta el daño genético en los padres.

Transmisión de la información genética.

(Chambon, Fierre: Genes, Proteínas y
 todos, Investigación y Ciencia,
 58:24, 1981)

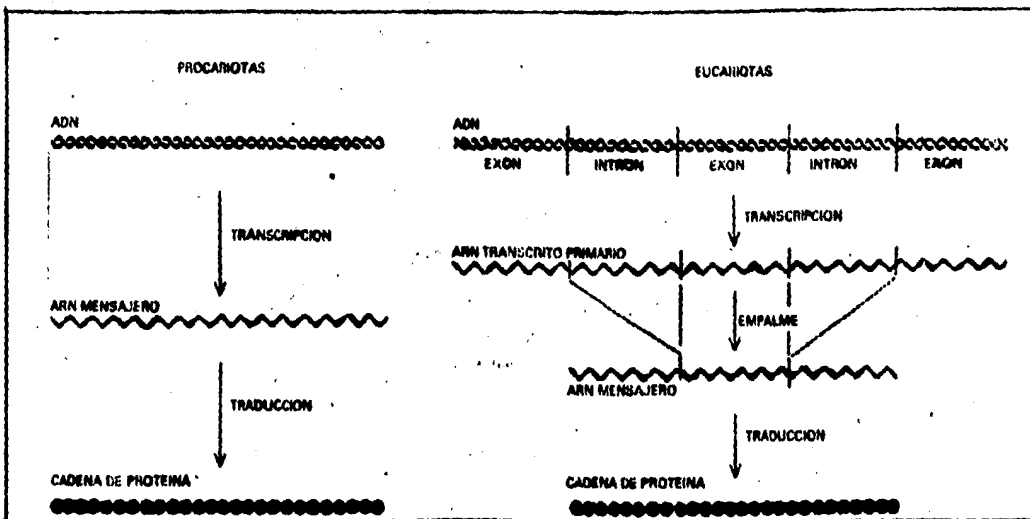


LA INFORMACION GENETICA se transmite de ADN a ARN y de éste a proteína. Se almacena en los genes, segmentos de la doble hélice de ADN. La información viene codificada por una determinada secuencia de los cuatro grupos químicos conocidos como bases, que caracterizan a los nucleótidos que constituyen el ADN. Las bases son: adenina (A), guanina (G), timina (T) y citosina (C). Las dos cadenas de la hélice están unidas por puentes de hidrógeno (líneas punteadas) entre dos bases complementarias; A se aparea siempre con T y G, con C. Cada cadena de ADN tiene un extremo 5' y otro 3' y las dos cadenas poseen polaridades opuestas. La información se traduce en proteína de forma indirecta. En primer lugar, a partir de una de las cadenas de ADN (color claro) se transcribe una cadena complementaria de un ácido nucleico

similar, el ARN. Ahora, A no aparece con U (que uracilo, que es, en el ARN, la base correspondiente a la timina del ADN) y G con C. A continuación, el ARN se traduce en proteína. Cada "codón" (tres bases sucesivas) determina la incorporación de un aminoácido particular a la cadena de proteína (en el esquema, los ocho primeros aminoácidos de la ovalbúmina). En las bacterias, el ARN que se transcribe directamente del ADN es el mismo que se traduce en proteína. En los organismos superiores hay un paso intermedio que no se especifica aquí: la molécula de ARN precursora, que se fabrica en el núcleo de la célula, se modifica (madura) antes de ser enviada como ARN mensajero al citoplasma. En este paso es donde se eliminan las secuencias correspondientes a los intrones y se unen las correspondientes a los exones.

Transmisión de la información genética en Eucariotes y Procariontes.

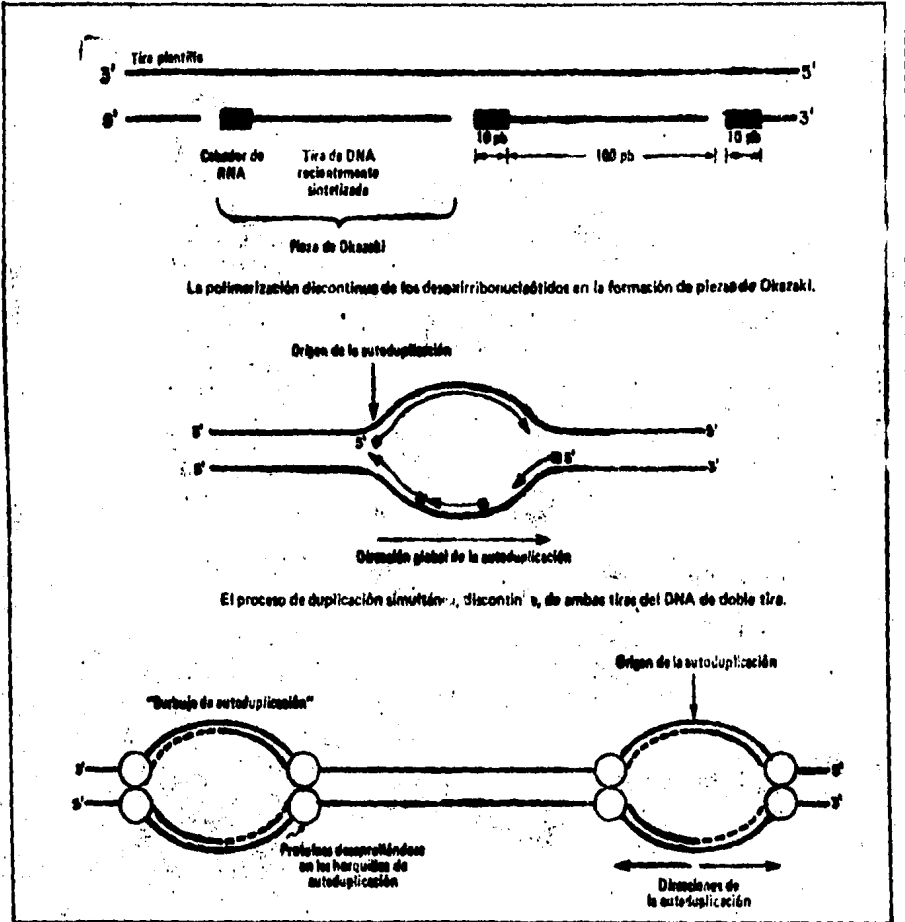
(Hopwood, David A.: Programación Genética, Investigación y Ciencia, 62:84, 1981)



El ADN SE EXPRESA en los procariontes (bacterias) de un modo distinto que en los eucariotes (organismos superiores). En los primeros, la información genética, codificada en un segmento continuo de la doble hélice del ADN que constituye un gen estructural, se transcribe directamente en ARN mensajero, cuya traducción da lugar a una proteína. En los organismos eucarióticos, por

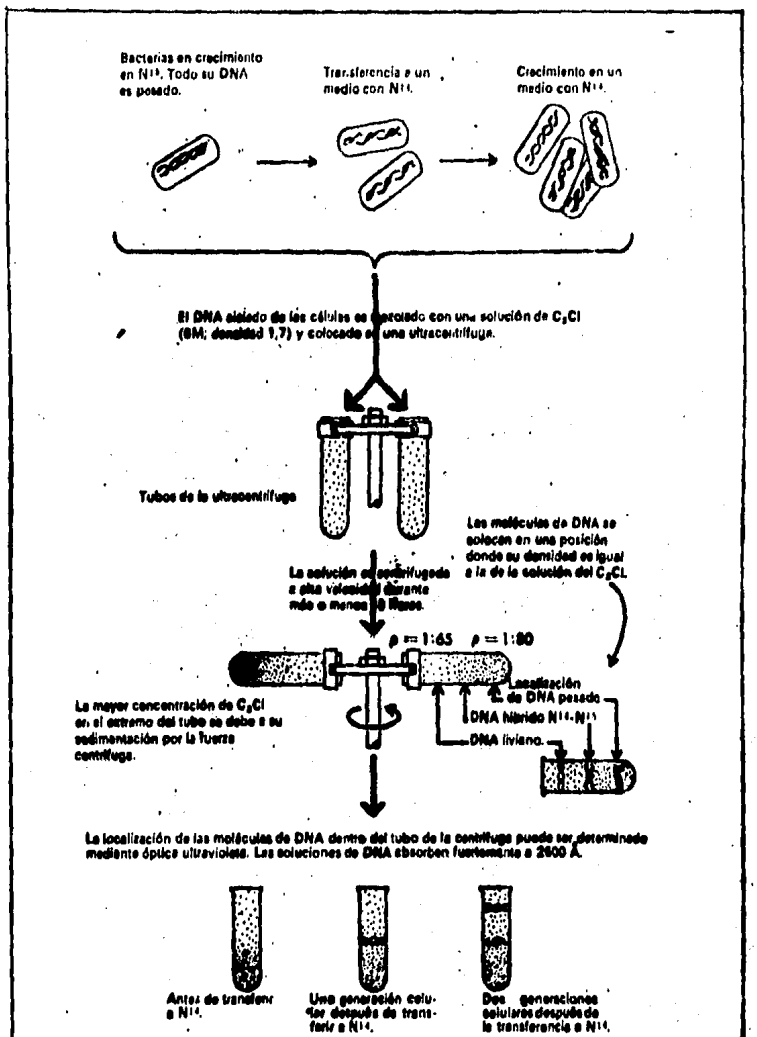
otro lado, algunos genes estructurales (la mayoría de ellos en eucariotas superiores) están divididos: las secuencias codificadoras ("exones") están separadas por secuencias no codificadoras intercaladas ("intrones"). El gen entero se transcribe en ARN primario. Después, los transcritos intrónicos se eliminan y los exónicos se empalman, constituyéndose el ARN mensajero maduro.

DUPLICACION DEL DNA.



La generación de "burbujas de duplicación" durante el proceso de síntesis del DNA. Están representadas la duplicación bidireccional y las posiciones propuestas de las proteínas que se desmenuan en las bifurcaciones de duplicación.

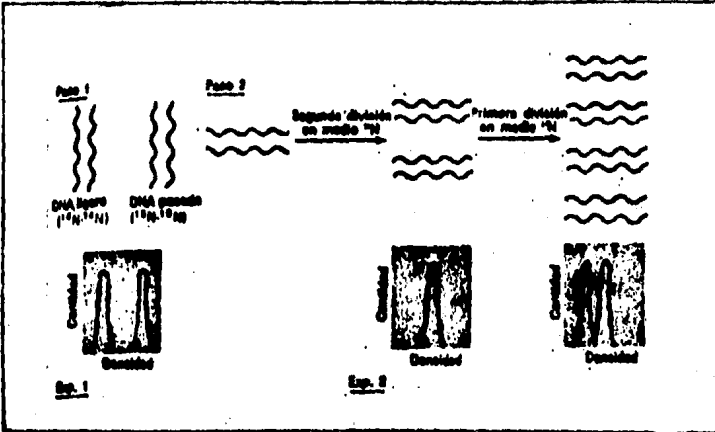
(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 515, 1980)



Utilización de un gradiente de densidad de cloruro de cesio en la demostración de las separaciones de hebras complementarias durante la duplicación del DNA.

(Watson, James: Biología Molecular del Gen, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 216, 1981)

Experimento de Meselson y Stahl.



Demonstración de la replicación del DNA, de acuerdo con el experimento original de MESLSON y STAHL.

Paso 1: Calibrado: a) Crecimiento de *E. coli* en NH_4 - ^{15}N ; obtención del DNA («DNA pesado»). b) Crecimiento (paralelo) de *E. coli* en NH_4 - ^{14}N ; obtención del DNA («DNA ligero»).

Paso 2: Replicación: Crecimiento de células sobre NH_4 - ^{14}N (como arriba) en un cultivo sincronizado (todas las células se dividen aproximadamente al mismo tiempo); obtención de las células recientemente divididas, lavado, y a), transferencia de las células a un medio que contiene NH_4 - ^{15}N y permitir el crecimiento y una división celular; obtención del DNA de una parte de las células, y b), permitir a las células restantes experimentar una segunda división y recoger el DNA. Experimento 1: Montar una centrifugación en gradiente de densidad, utilizar 1, a) y 1, b) para calibrar y localizar la posición de equilibrio de los DNA «pesado» (^{15}N) y «ligero» (^{14}N).

Experimento 2: A continuación centrifugar con DNA de 2, a), 2, b), etc., y determinar su distribución de densidad.

Los experimentos muestran que, después de una división, no hay esencialmente nada del DNA original de doble cadena ^{15}N - ^{15}N . En su lugar aparece una nueva especie, de densidad intermedia entre los DNA ligero y pesado, que debe tener la composición ^{14}N - ^{15}N . Después de una segunda división se encuentran cantidades aproximadamente iguales de DNA ^{14}N - ^{14}N (ligero) y DNA ^{14}N - ^{15}N (pesado) mostrando que las cadenas originales aún están intactas. Este experimento demuestra claramente el mecanismo semiconservativo de la replicación *in vivo*, ilustrado en la figura. (Un mecanismo conservativo habría sido uno en el que el DNA ^{15}N - ^{15}N original de doble cadena hubiera permanecido intacto, y un mecanismo no conservativo uno en el que cada cadena fuera fragmentada durante la replicación.)

(Lehninger, Albert L.: Pionerética, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 157, 1975)

Mutaciones, reversiones y mutágenos

Mutaciones			
	Grupo	Fenotipo	
		Secuencia de aminoácidos	Proteína producto
Tipo salvaje (a^+)	DNA: ACT CAG GAC mRNA: ACU CAG GAC	thr-glu-asp	Enzima activa
Mutación con delección (a^0)	DNA: ACAGGAC mRNA: ACAGGAC	thr-gly? thr-(terminación?)	Incompleta o errónea
Mutaciones puntuales (a^{-})	DNA: GCT CAG GAC mRNA: GCU CAG GAC	ala-glu-asp	Proteína activa completa o inactiva dependiendo de la importancia de thr
(Silenciosa) (a_1^{-})	DNA: ACT CAG GAT mRNA: ACU CAG GAU	thr-glu-asp	Enzima activa. Esta mutación no se observa ya que los codones del tipo salvaje y del mutante codifican asp

(a^+ , a^0 , a_1^{-} , a_2^{-} son alelos diferentes = formas diferentes del mismo gen)

Reversiones. Los cambios por mutación pueden «revertir» al fenotipo salvaje normal de tres formas:

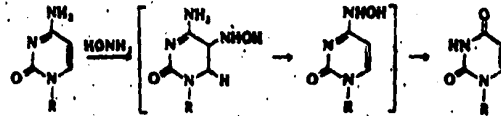
1. Mutación hacia atrás (verdadera reversión genotípica). Reversión del cambio original (en a_1^{-} arriba, a mutación hacia atrás A).
2. Mutación supresora. Una segunda mutación neutraliza el efecto de la primera de forma que se produce el producto normal (fenotipo). (Probablemente hay un gran número de posibilidades para la mutación supresora: produciendo un cambio en la especificidad de tRNA, produciendo un cambio en otro aminoácido para «complementar» el primer cambio, etc).
3. Complementación. Dos mutantes con el producto del gen inactivo pueden producir juntos una enzima activa. (Enzima activa = ab. mutante I sintetiza = bien y b mal; mutante II, mal a, bien b. Los productos juntos son complementarios y originan bien a y b = enzima activa.)

(Smith, P.F.: Genética, Estructura y Función, Publicaciones Culturales, Págs. 182, 1979)

Mutaciones, reversiones y mutágenos

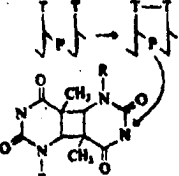
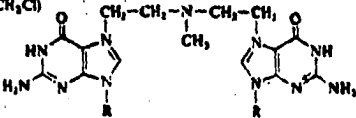
Diferentes tipos de mutágenos*

Tratamiento	Cambio en el DNA	Efecto
4. 2-Amino purinas (AP) (8 az-guanina y 6-tioguanina son similares)	Es incorporada al DNA. Puede aparearse con las bases T o C	Replicación y transcripción equivocadas (mutaciones puntuales)
5. 5-Bromo uracilo (BU) (también se utilizan 5 cloro- y 5 yodo-U)	Es incorporada al DNA. Puede aparearse con las bases A o G	Replicación y transcripción equivocadas (mutaciones puntuales)
6. Ácido nítrico	1. Desaminación: R-NH ₂ + HONO → ROH + N ₂ + H ₂ O C → U G → xantina (aparece con las bases C y T/U) A → hipoxantina (aparece con la base C) 2. Diazotación y uniones cruzadas Convierte específicamente C en U	Replicación y transcripción equivocadas (mutaciones puntuales)
7. Hidroxicina		Mutaciones puntuales

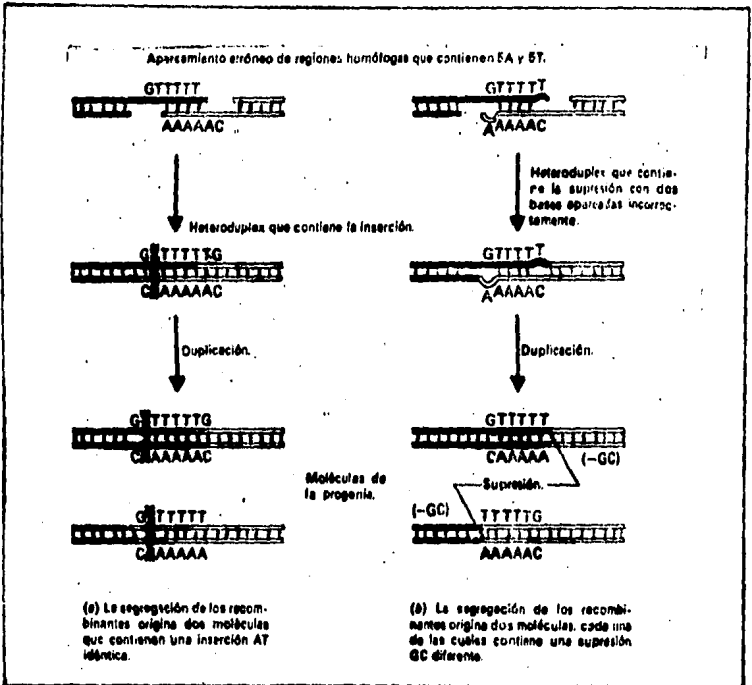


(Smith, P.K.: Genética, Estructura y Función, Publicaciones Culturales, Mc. 183, 1979)

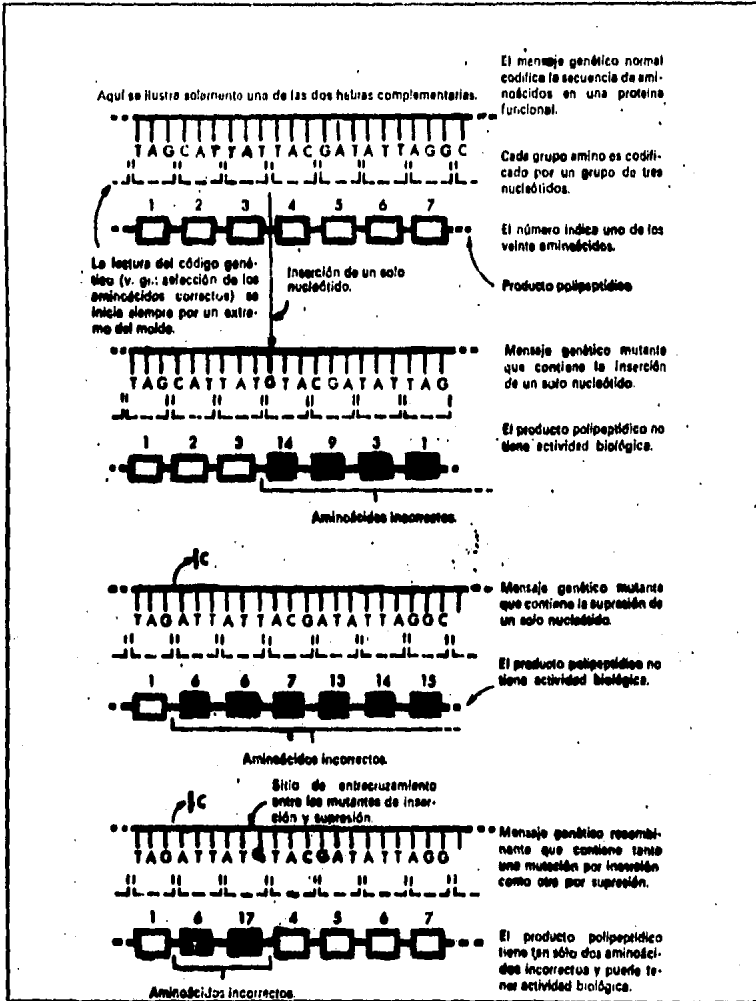
Diferentes tipos de mutágenos*

Tratamiento	Cambio en el DNA	Efecto
1. Irradiación de elevada energía (la más comúnmente usada es la radiación UV)	<p data-bbox="676 288 840 304">Formación del dímero</p> 	No hay replicación de la región del dímero. ¿Deleción del dímero?
2. Reactivos bifuncionales (p. ej., mostaza nitrogenada)	<p data-bbox="684 514 898 549">Enlaces cruzados en residuos de guanina</p> 	No hay replicación de la región del dímero. ¿Deleción del dímero?
3. Colorantes de acridina	Unión al DNA mediante «amon- tonamiento» o «intercalamiento» no covalente entre las bases	Conduce a deleciones o inserción a causa de la distorsión

(Smith, P.K.: Genética, Estructura y
Función, Publicaciones Cultural, Pág.
184, 1979)



(Watson, James: Biología Molecular del Gen, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 272, 1981)





Las mutaciones que añaden o suprimen una base producen el efecto de alterar la lectura del mensaje genético.

(Watson, James: Biología Molecular del Gen, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 276, 1981)

CODIGO GENETICO.

Diccionario de las palabras del código genético para los diferentes aminoácidos. Estos codones se leen en el sentido 5' ———> 3'. Los codones sin señalido, cuya función conocida actualmente es la de servir como señales de terminación.

	U	C	A	G
U	UUU Phe UUC Phe	UCU Ser UCC Ser	UAU Tyr UACTyr	UGU Cys UGC Cys
	UUA Leu UUG Leu	UCA Ser UCG Ser		 UGG Trp
C	CUU Leu CUC Leu	CCU Pro CCC Pro	CAU His CAC His	CGU Arg CGC Arg
	CUA Leu CUG Leu	CCA Pro CCG Pro	CAA Gln CAG Gln	CGA Arg CGG Arg
A	AUU Ile AUC Ile	ACU Thr ACC Thr	AAU Asn AAC Asn	AGU Ser AGC Ser
	AUA Ile AUG Met	ACA Thr ACG Thr	AAA Lys AAG Lys	AGA Arg ACG Arg
G	GUU Val GUC Val	GCU Ala GCC Ala	GAU Asp GAC Asp	GGU Gly GGC Gly
	GUA Val GUG Val	GCA Ala GCG Ala	GAA Glu GAG Glu	GGA Gly GGG Gly

(De Robertis y Robertis: Fundamentos de Biología Celular y Molecular, El Ateneo, Pág. 323, 1982)

Cambios en el orden de sucesión de aminoácidos originados por mutación

Mutación	Cambio en el mRNA	Codón antiguo	Codón nuevo	Cambio en la proteína
G → A (transición)	A → G	CU A	CU G	Leu → Leu (sin cambio)
		U A G	U G G	Tern → Trip (sin terminación; se lee el gen siguiente)
		A U G	G U G	Met → Val (puede dar por resultado la pérdida del sitio de iniciación o aminoácidos incorrectos en la proteína)
A → T (transversión)	U → A	U U A	U A A	Leu → Ter (terminación prematura de cadenas)
		AG U	AG A	Ser → Arg (si Ser es el sitio activo, como ocurre en muchas enzimas, tiene lugar la pérdida de actividad)
		U U A	A U A	Leu → Ile (probablemente no hay cambio en la estructura)

(Mahgavan, H.V.: Bioquímica, Interamericana, Pág. 351, 1983)

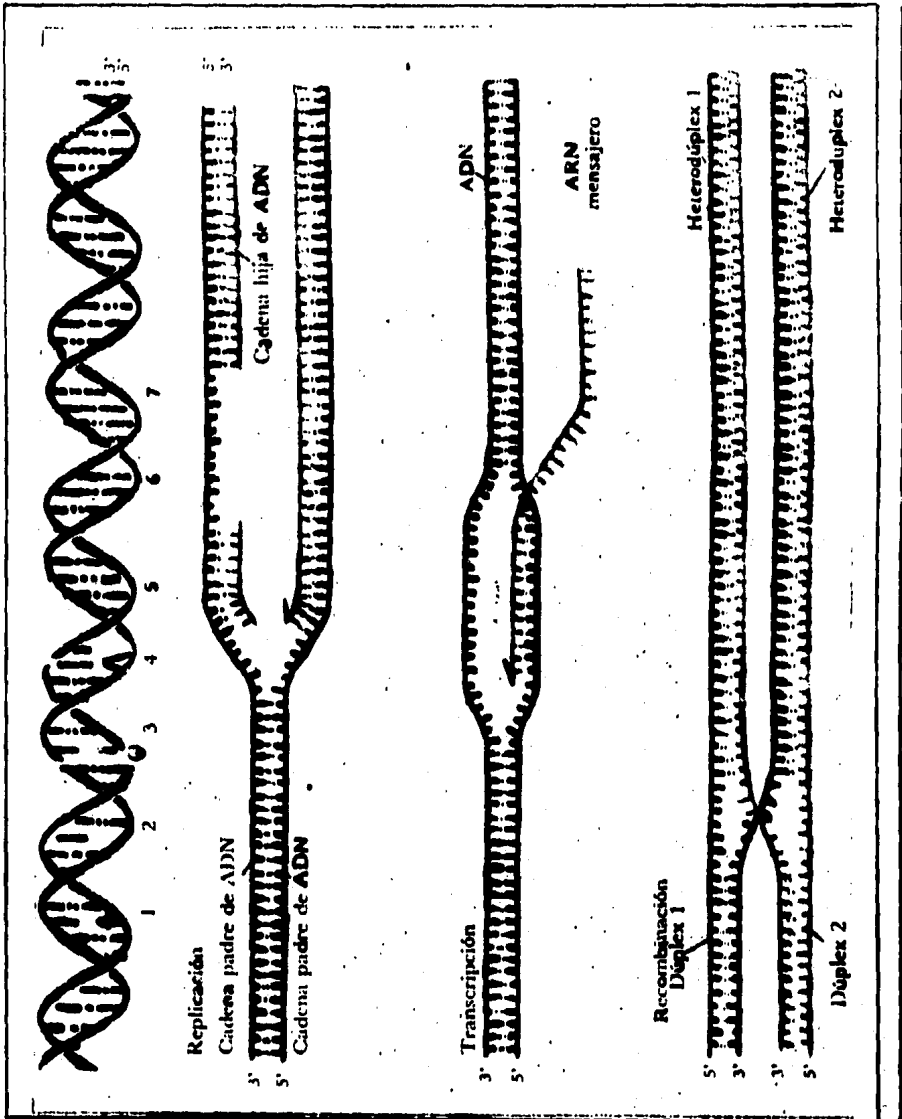
ALGUNAS HEMOGLOBINAS ANORMALES, REEMPLAZAMIENTOS
DE AMINOÁCIDOS Y CAMBIO EN LA CLAVE*

Hemoglobina	Posición	Cambio de aminoácido		Cambio de clave	
		De	A	De	A
<u>Cadena α</u>					
J Toronto	3	ala	asp	GCU	GAU
J Ouferti	13	gli	asp	GGU	GAU
I	16	lis	glu	AAA	CAA
Memphis	23	glu	gln	GAA	CAA
G Audhali	23	glu	val	GAA	GLA
Chad	23	glu	lis	GAA	AAA
Torino	42	fen	val	UUU	GUU
Umi	47	asp	gli	GAU	GGU
Saaly	47	asp	his	GAU	CAU
J Sardegna	50	his	asp	CAU	GAU
Norfolk	57	gli	asp	GGU	CAU
M Boston	58	his	tir	GAU	UAU
<u>Cadena β</u>					
S	6	glu	val	GAA	GUA
C	6	glu	lis	GAA	AAA
Porto Alegre	9	ser	cis	UCU	UGU
Saga	14	leu	arg	CUU	CGU
G Saskatoon	22	glu	ala	GAA	GCA
Dbofar	38	pro	arg	CCU	CGU
M Emory	63	his	tir	CAU	UAU
Zunch	63	his	arg	CAU	CGU
M Saskatoon	63	his	tir	CAU	UAU
M Milwaukee-1	67	val	glu	GUA	GAA
KMn	98	val	met	GUG	AUG
Kansas	102	asn	tre	AAU	ACU
<u>Cadena γ</u>					
F Texas 1	3	glu	lis	GAA	AAA
F Texas 2	6	glu	lis	GAA	AAA
F Alexandria	12	tre	lis	ACA	AAA
F Hull	121	glu	lis	GAA	AAA
<u>Cadena δ</u>					
A ₁ Sphakia	2	his	arg	CAU	CGU
A ₁ NYU	12	asn	lis	AAU	AAA
A ₁ o B ₁	16	gli	arg	CGA	AGA
A ₁ Flatbush	22	ala	glu	GCA	GAA
Babinga	136	gli	asp	GGU	GAU

* Se han subrayado las bases que intervienen en cambios.

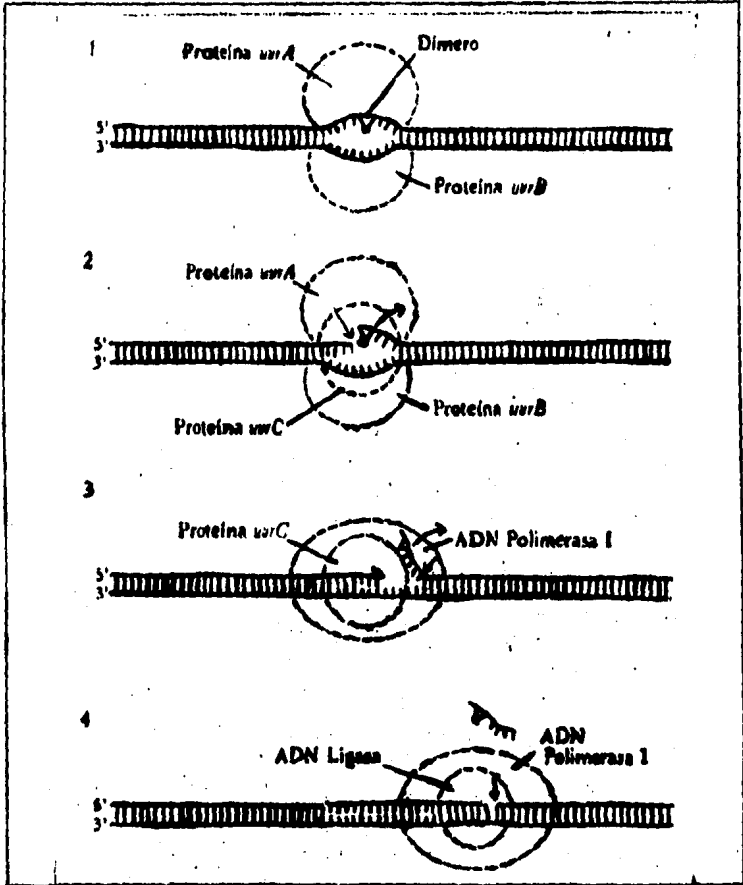
(Pérez Tamayo, Ruy: Patología Molecular, Subcelular y Celular, La Prensa Médica Mexicana, Pág. 50, 1975)

lesiones del D.N.A.



(Howard-Flanders, Paul: Reparación Inducida del D.N.A., Ciencia y Desarrollo, 44:92. 1982)

Reparación del DNA.

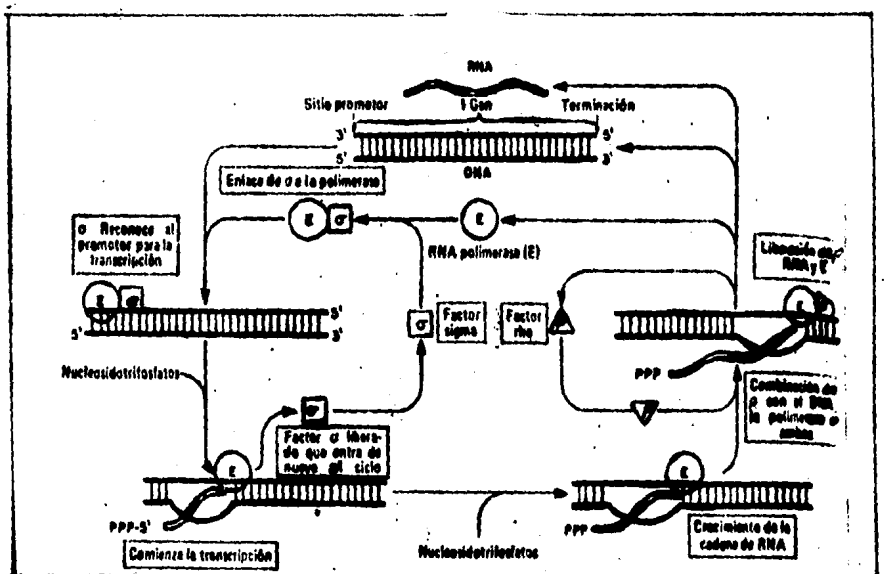


La reparación por excisión remueve los dímeros de pirimidina y algunas otras lesiones de bases del ADN en un proceso de corte y remiendo. Tres enzimas especiales codificadas por los genes *uvrA*, *uvrB* y *uvrC* participan, junto con las enzimas ADN polimerasa I y ADN ligasa. Primero se unen al lugar dañado las proteínas *uvrA* y *uvrB* (1).

Tal vez con la ayuda de la proteína *uvrC* hacen una muesca (flecha) en la punta 3' de la región dañada (2). En presencia de la proteína *uvrC*, la ADN polimerasa I se une con la muesca y añade nucleótidos a la punta 3' de acuerdo con las reglas de apareamiento de bases. La polimerasa hace una segunda muesca en la cadena para liberar la región dañada (3); puede seguir discipiendo nucleótidos para reponerlos uno por uno, trasladando la muesca hacia la derecha (4). Finalmente, la muesca (flecha oscura) se cierra por medio de la ADN ligasa, completando la reparación.

(Howard-Flanders, Paul: Reparación Inducida del DNA.,
Ciencia y Desarrollo, 44:92. 1982)

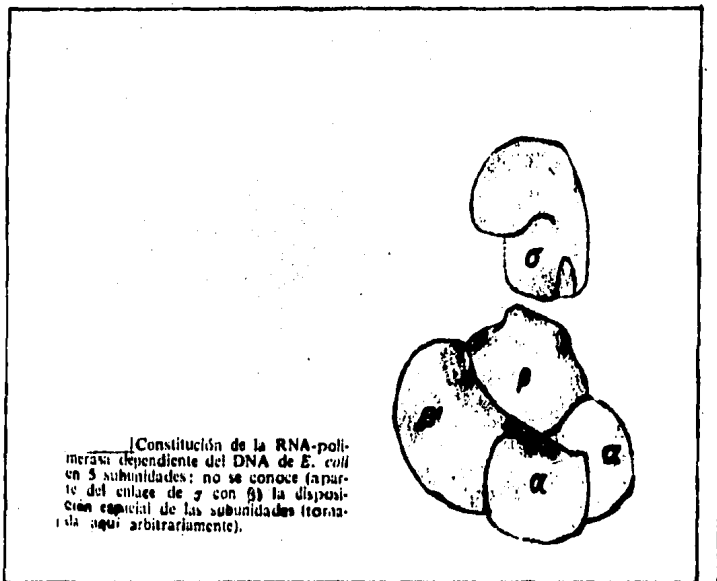
TRANSCRIPCIÓN.



El Proceso de la síntesis del RNA. Comienza en la porción superior izquierda con la unión de sigma a la polimerasa para formar un complejo que reconoce al promotor para la transcripción. El proceso se completa cuando la RNA transcriptasa es liberada del gen y todos los componentes catalíticos están libres para reciclarse.

(Watson, James: Biología Molecular del Gen, Fondo Educativo - Interamericano, Pág. 299, 1981)

RNA-Polimerasa dependiente del DNA.

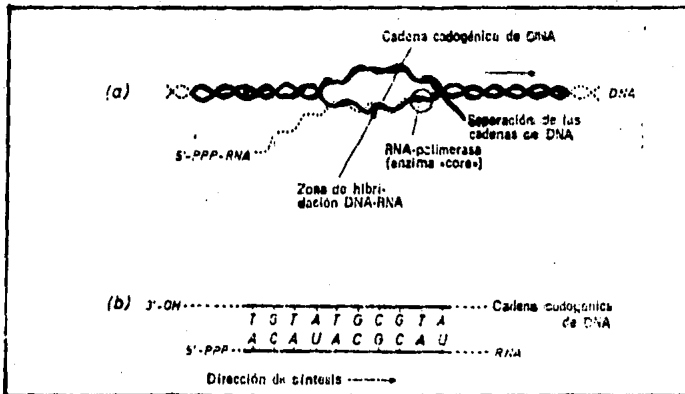


(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 523, 1978)

Nomenclatura y localización
de las RNA polimerasas dependientes del DNA

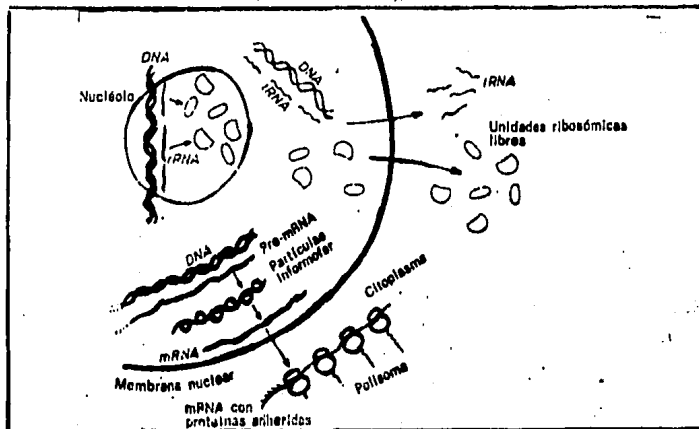
Clase de enzima	Sensibilidad a la α -amanitina	Productos	Localización principal
I (A)	Insensible	RNAr	Nuclear
II (B)	Sensible a baja concentración (10^{-8} - 10^{-9} M)	RNAh (RNAs)	Nucleoplásmica
III (C)	Sensible a concentración elevada	RNAi y RNA 5S	Nucleoplásmica

(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 524, 1980)

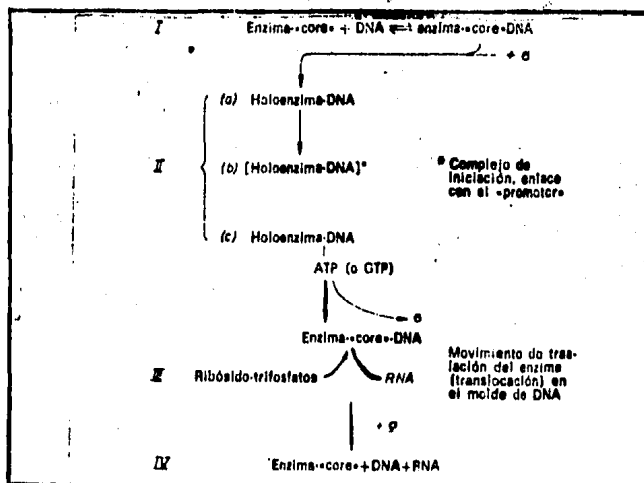


a) Esquema del modo de acción de la RNA-polimerasa dependiente de DNA (aquí del enzima de *E. coli*); la flecha horizontal señala la dirección del movimiento a lo largo del molde de DNA. Debido a la desnaturalización local se forma una bolsa de transcripción, que recorre la molécula de DNA.
b) Tipos de pares de bases al copiar a la cadena codogénica de DNA.

(Harders, Eberhard: Ácidos Nucleicos Bioquímica y Funciones, Omega, Pág. 164, 1978)



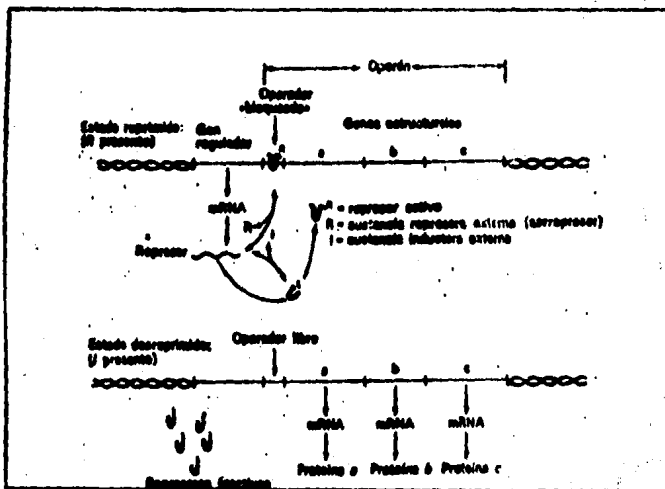
Esquema de la síntesis de RNA en el núcleo celular y el sucesivo desplazamiento del RNA al citoplasma. El mRNA recién formado pasa al citoplasma en forma de complejo RNA-proteína (inifosoma) y también se utiliza así, como molde en el poliosoma durante la traducción. En este esquema, las relaciones de tamaño (sobre todo la relación de las longitudes del Pre-mRNA y el mRNA) no se han tenido en cuenta.



Esquema simplificado de los pasos de la síntesis del RNA por la RNA-polimerasa dependiente del DNA de *E. coli*.

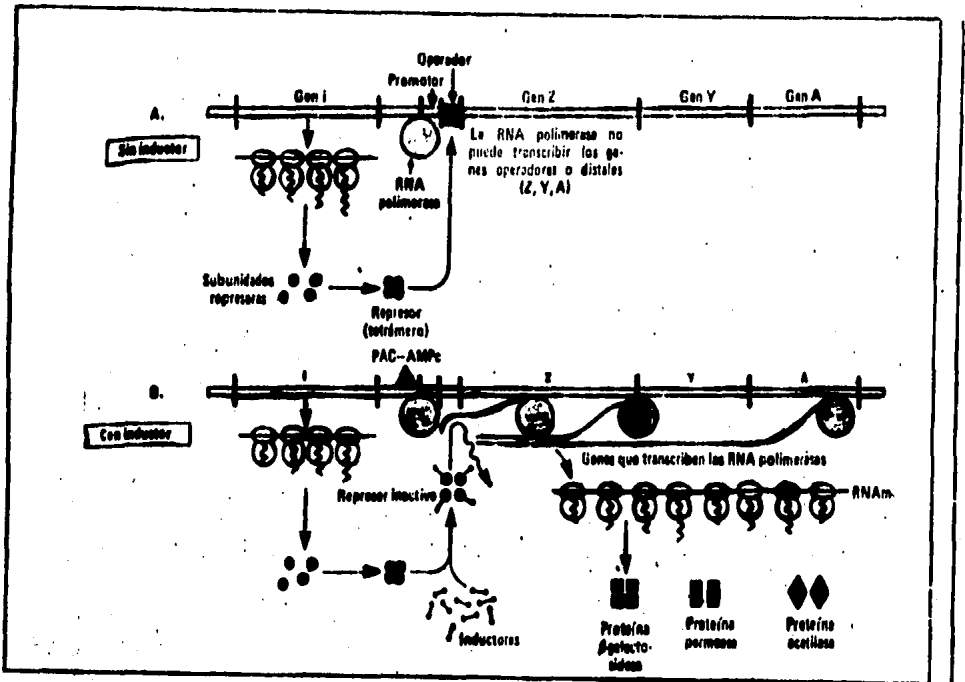
(Harbers, Eberhard: *Acidos Nucleicos Bioquímica y Función*, Omega, Págs. 178 y 165, 1978)

REGULACION
DE LA
EXPRESION GENICA.



Modelo del operador (de JACOB, F. y MONOD, J.: *J. Mol Biol*, 3, 318 [1961]). En la interpretación más simple de este modelo la proteína producto del gen regulador es el represor que está implicado directamente en el control del operón.

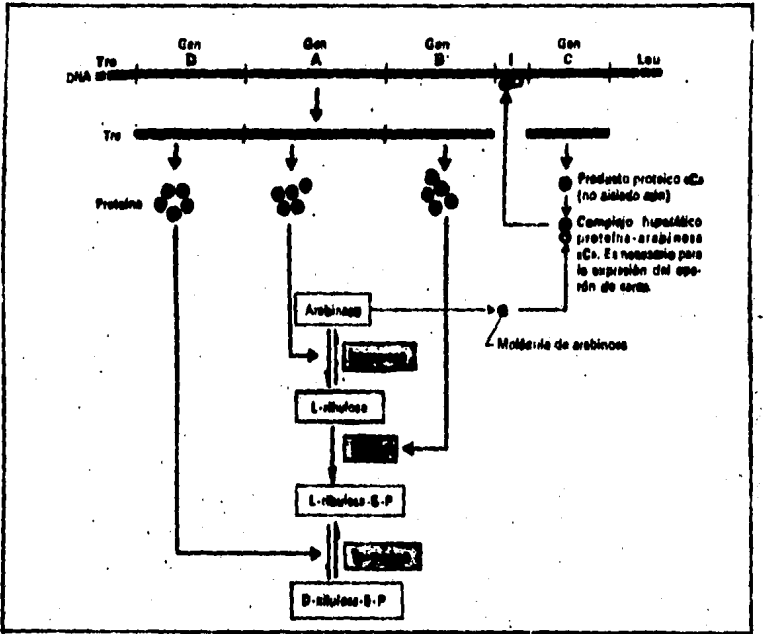
(Harbers, Eberhard: *Acidos Nucleicos Bioquímica y Función*, Omega, Pág. 166, 1978)



El mecanismo de represión y desrepresión del operón de la lactosa. Cuando no está presente el inductor (A), los productos del gen I que son sintetizados constitutivamente forman una molécula represora que se une al locus operador para impedir la unión de la RNA polimerasa en el locus promotor y así impedir la subsiguiente transcripción de los genes estructurales Z, Y y A. Cuando está presente el inductor, el gen I constitutivamente expresado forma moléculas represoras que son inactivadas por el inductor y no se pueden unir al locus operador. En presencia de AMPs y su proteína enlazadora (PAC), la RNA polimerasa puede transcribir los genes estructurales Z, Y y A y la molécula poliestrónica de RNAm formada puede ser traducida en las correspondientes moléculas proteínicas de β -galactosidasa, permeasa y acetilasa, permitiendo el catabolismo de la lactosa.

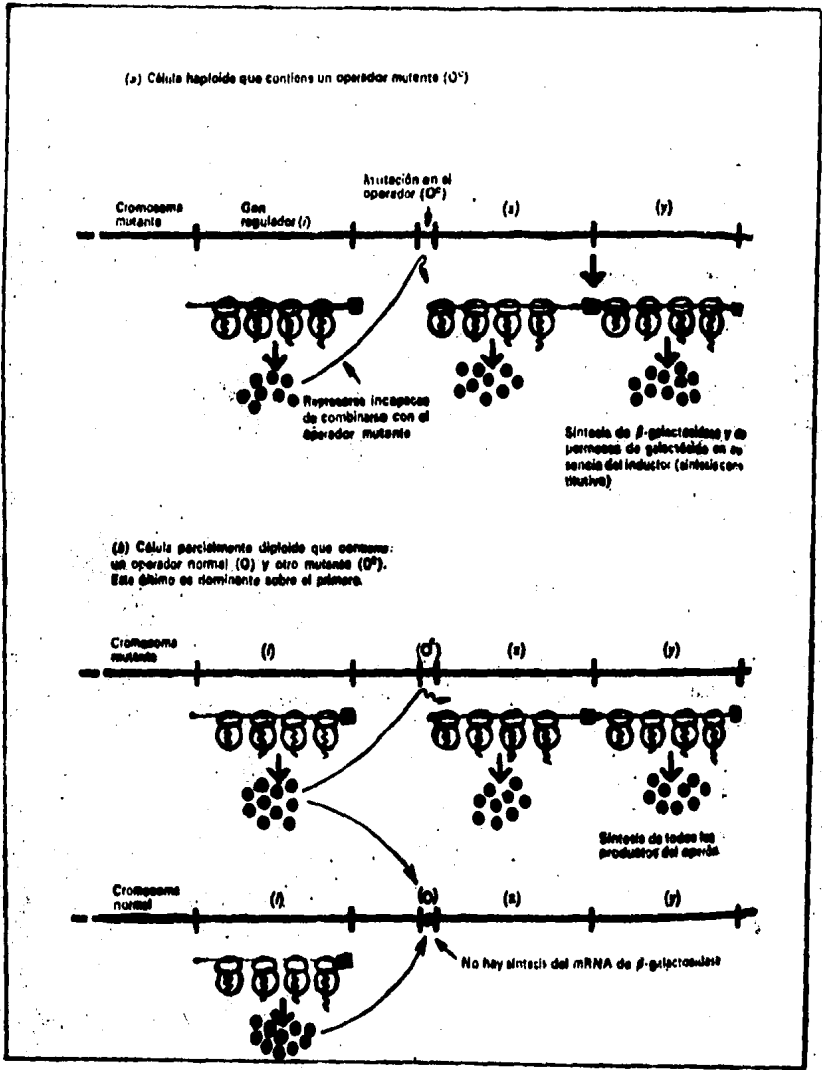
(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 549, 1980)

Operón de Arabinosa.



(Watson, James: *Biología Molecular del Gen*, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 398, 1981)

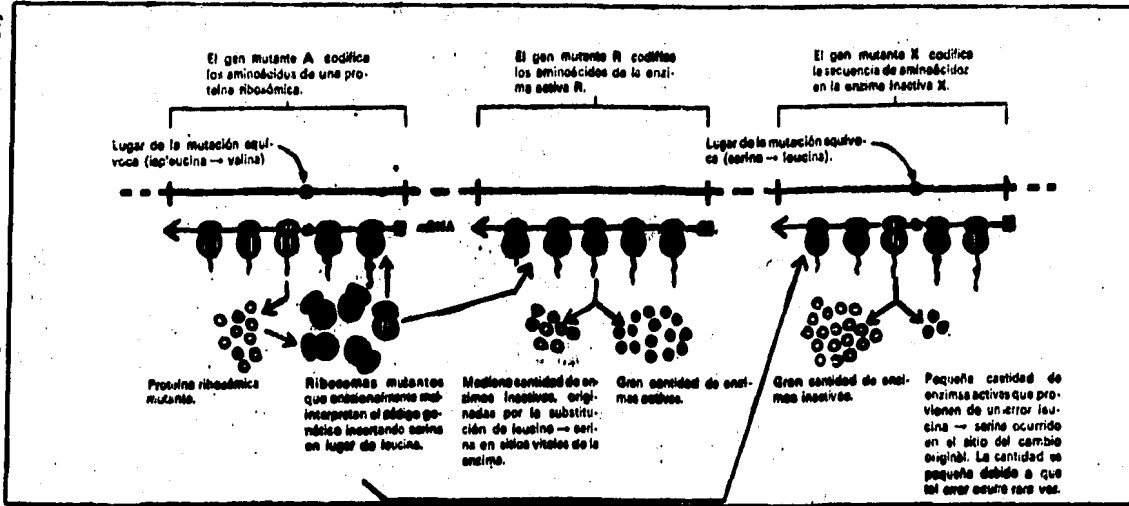
Control de la síntesis de RNA_m específico mediante el operador normal y el mutante.



Control de la síntesis de mRNA específico mediante el operador normal y el mutante.

(Watson, James: Biología Molecular del Gen, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 389, 1981)

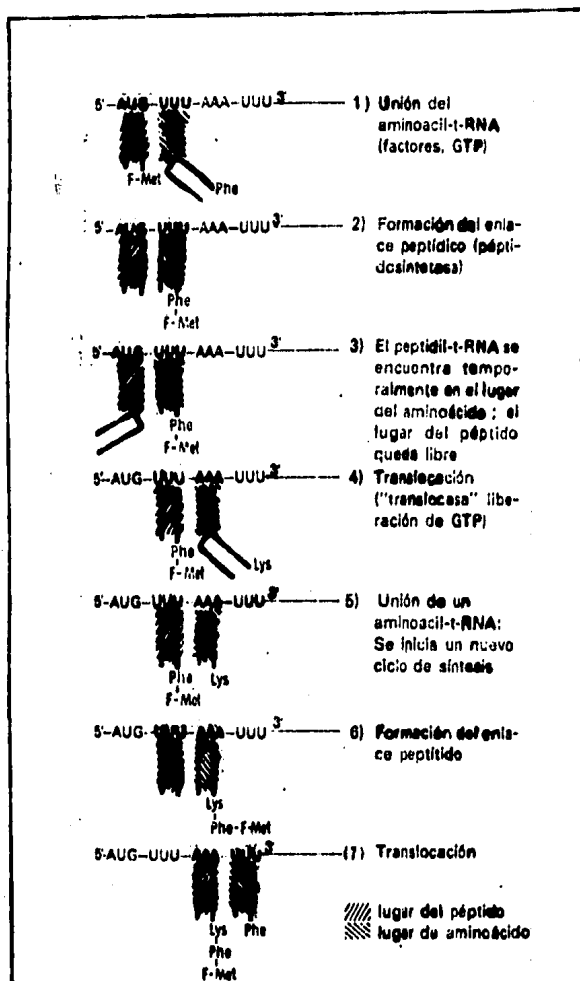
Mutación Represora.



Dibujo esquemático que ilustra la manera en que una mutación equivocada que ocurre en un gen que codifica una de las proteínas ribosómicas actúa como una mutación represora.

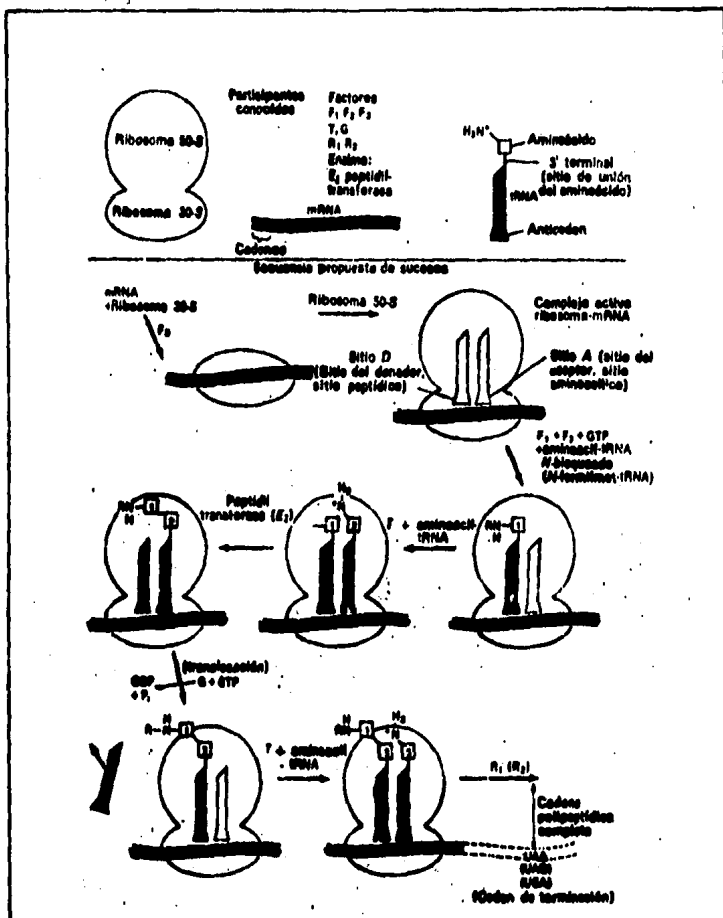
(Watson, James: Biología Molecular del Gen, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 372, 1981)

SINTESIS PROTEICA.



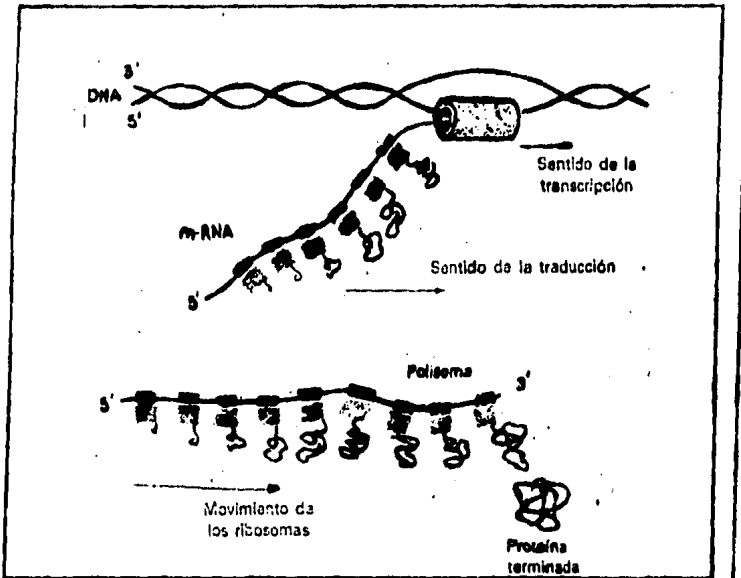
(Smith, P.F.: Genética, Estructura y Función, Publicaciones Cultural, Pág. 309, 1979)

Esquema de la síntesis de proteínas.



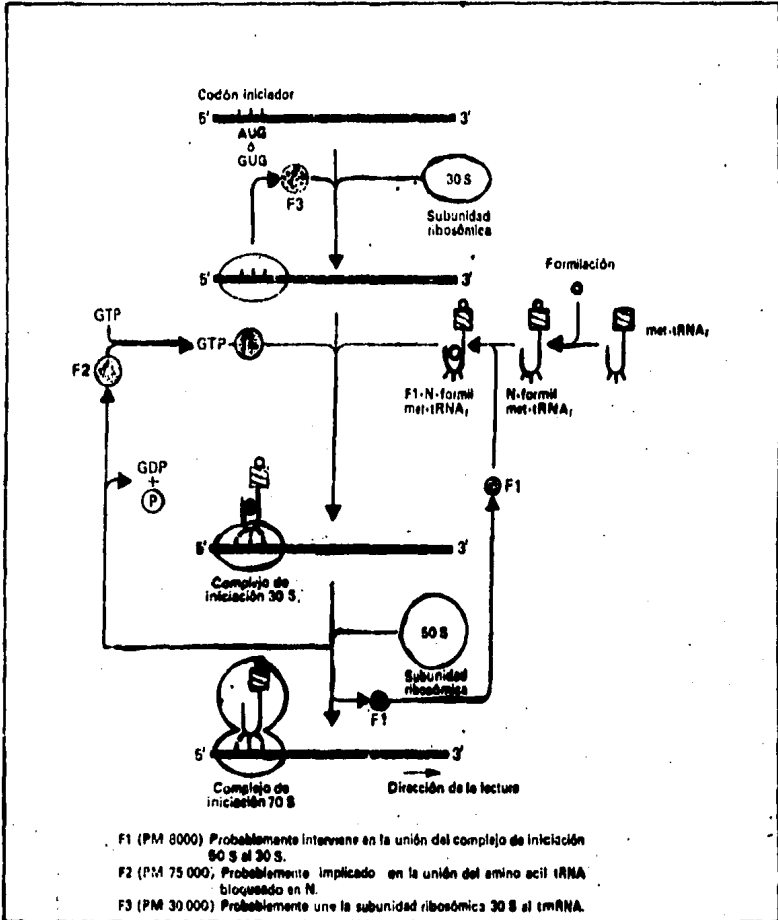
(Smith, P.K.: Genética, Estructura y Función, Publicaciones Cultural, Pág. 310, 1979)

acoplamiento entre la transcripción y la traducción de DNA.



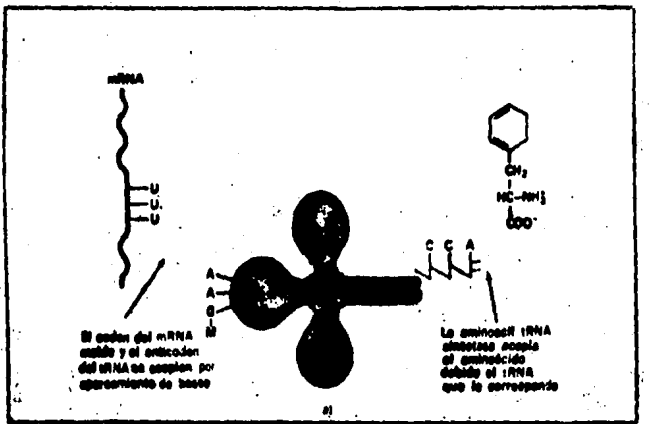
(Herbers, Eberhard: *Acidos Nucleicos Bioquímica y Función*, Omega, Pág. 149, 1978)

Iniciación de la síntesis proteica.



Esquema del proceso de iniciación en la síntesis de proteína. (Se ilustra solamente uno de los dos sitios de ligamiento del tRNA en el ribosoma. Se ignora en qué sitio (A o P) entra primero el f-met-tRNA.)

(Giese, G. Arthur.: *Fisiología General*, Interamericana, Pág. 425, 1965)



a) Una ilustración del tRNA como «adaptador» en el acoplamiento del código en el lenguaje de nucleótidos a la «traducción» específica del aminoácido. En el primer paso, la aminoacil-tRNA sintetasa específica acopla el aminoácido adecuado al tRNA que le corresponde y, en el paso siguiente, el anticodón del tRNA se acopla al codón del mRNA para situar el aminoácido en la posición adecuada en el polipéptido. En el ejemplo ilustrado, el codón U-U-U acepta el aminoácido fenilalanina por mediación del adaptador (tRNA)_{aa}.

(Harbers, Eberhard: *Acidos Nucleicos Bioquímica y Función*, Omega, Pág. 180, 1978)

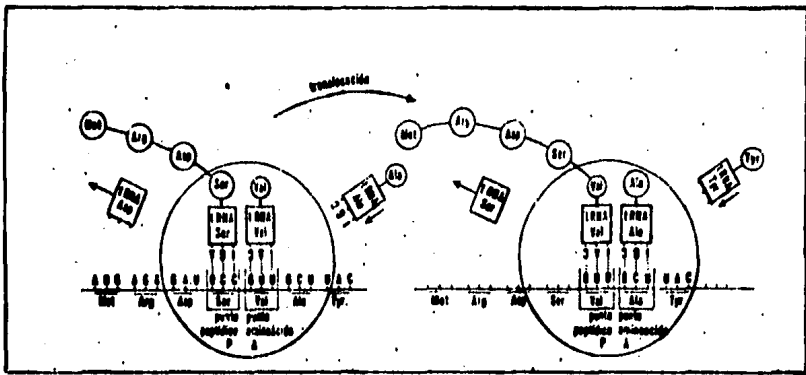
Aminoácido	Alanina	Glicina	Pantalanina	Serina	Treonina
Anticodón	³ CGI ⁵	³ CCU ⁵	³ AAZOMeG ⁵	³ AGI ⁵	³ AVG ⁵
Codón	U GCC 3' A 5'	U GGA 3' G 5'	U UUU 3' U 5'	U UCC 3' A 5'	U UAC 3' A 5'

Interacción entre el anticodón (de los tipos de t-RNA con secuencia de bases determinada) y el codón, según la hipótesis molecular postulada por Crick en 1966.

Possibilidades de apareamiento de bases en el tercer lugar del triplete del mRNA. (Según Crick 1966.)

Base del anticodón del tRNA	Bases del codón del mRNA
U	{ A G
C	G
A	U
G	{ U C
I	{ U C A

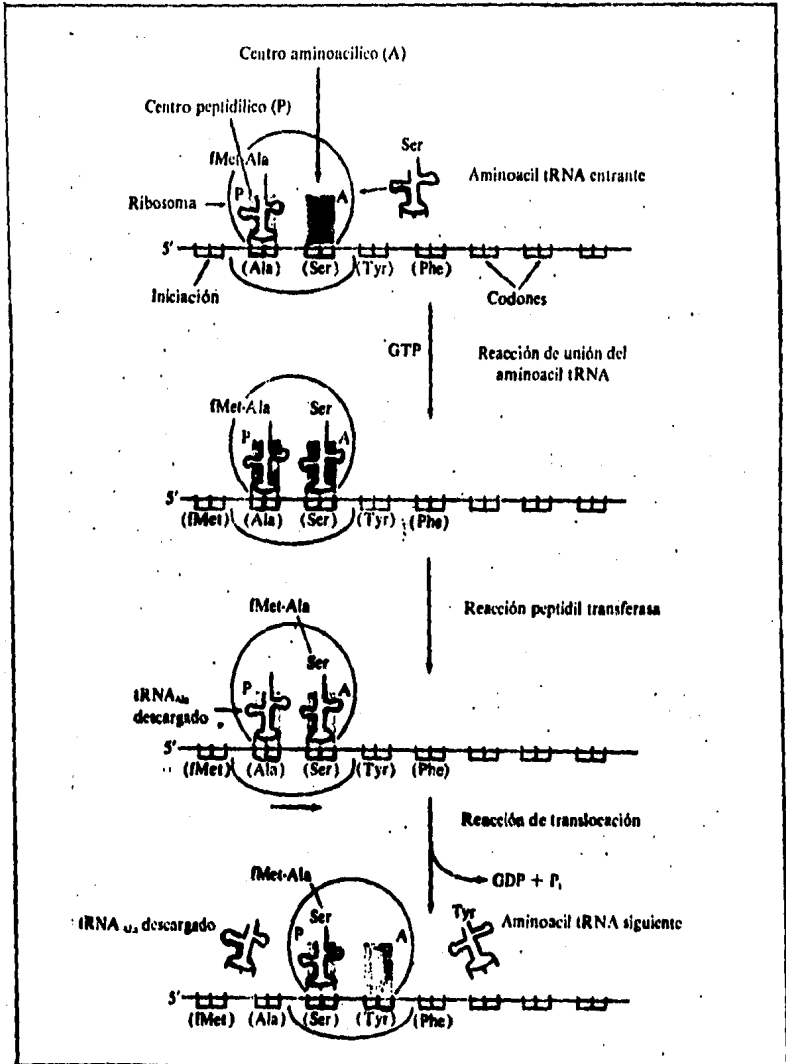
(Harbers, Eberhard: *Acidos Nucleicos Bioquímica y Función*, Omega, Pág. 205, 1978)



La subunidad 30 contiene dos puntos de fijación, el punto peptídico P, que contiene el peptidil-tRNA y el punto aminoacilo A, que recibe un nuevo aminoacil-tRNA. En la colocación de este último interviene la transferasa T. El factor G provoca la translocación del ribosoma que se desplaza la distancia de un triplete. Por ello, el nuevo aminoacil-tRNA se combina con la cadena peptídica que empieza a formarse apartando al tRNA precedente unido a la cadena. Nótese que el RNA mensajero y el tRNA son antiparalelos.

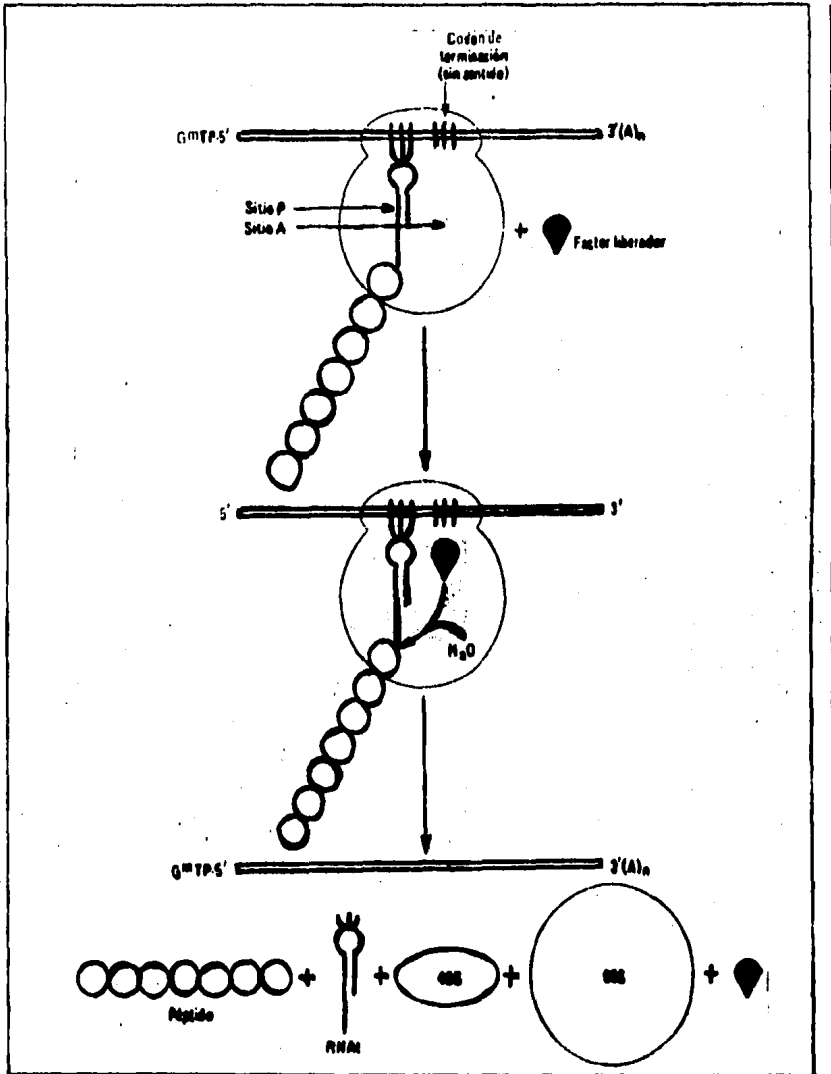
(Giese, C. Arthur: *Fisiología General*, Interamericana, Pág. 424, 1965)

Fases principales en la elongación
de la cadena polipeptídica.



(Smith, P.S.: *Genética, Estructura y Función*, Publicaciones Culturales, Pág. 311, 1979)

Terminación de la síntesis proteica.



Representación diagramática del proceso de terminación de la síntesis de proteínas. Los sitios del peptidilo-RNA^t y del aminoacilo-RNA^t están indicados como sitio P y sitio A, respectivamente. La hidrólisis del complejo peptidilo-RNA^t se muestra por la entrada de H₂O.

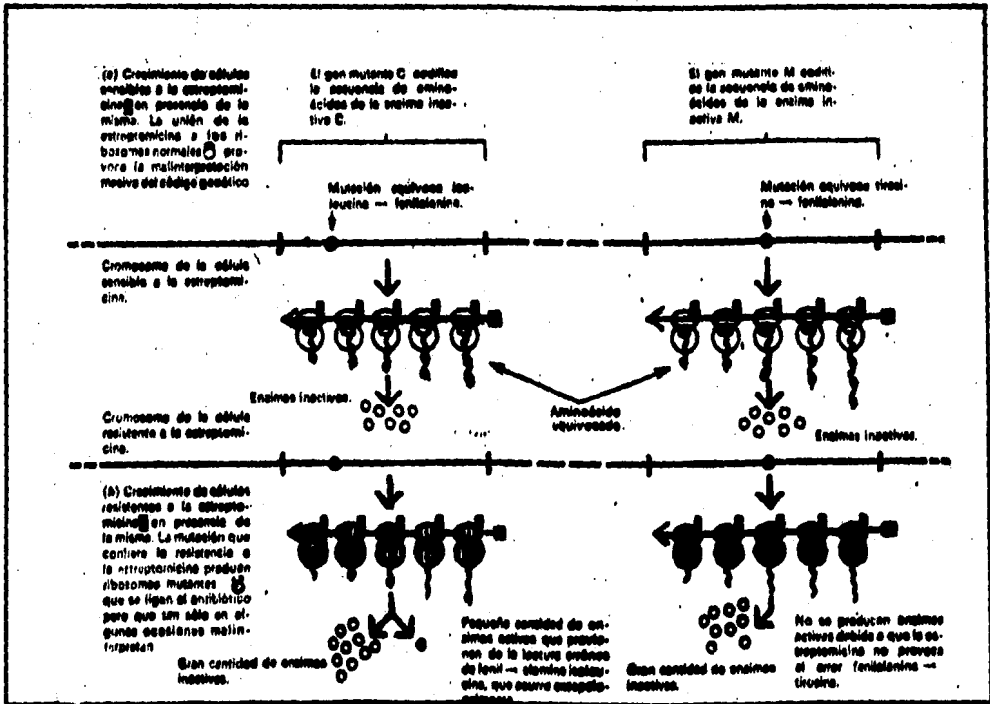
(Harper, Harold A.: Manual de Química Fisiológica, El Manual Moderno, Pág. 544, 1980)

Inhibidores de la síntesis de proteínas

Grupo 1. Inhibidores de la síntesis de nucleótidos (desoxinucleótidos) trifosfato:	
a) Azarotina	Inhibe las reacciones que utilizan el NH ₂ de la glutamina
b) Amisopterina y ametoquinina sulfonamidas	Inhiben la síntesis de ácido tetrahidrofólico (coenzima de la síntesis de nucleótidos)
c) 5-Fluorodesoxuridina	Inhibe (competitivamente) la biosíntesis de timidina (inhibidor específico de la síntesis de DNA)
Grupo 2. Inhibidores de la síntesis de DNA (replicación):	
a) Mitomicina C Plomicina	Producen la formación de enlaces cruzados en el DNA (?)
b) Hidralazina	Inhibición de la polimerasa
Grupo 3. Inhibidores de la síntesis de RNA	
a) Actinomicina D Cromomicina A3 naranja de acridina	Forman un complejo con G en el DNA para bloquear la transcripción (no está claro por qué no se afecta la replicación)
b) Cloranfenicol 5-Fluoruracilo	Bloquean de la síntesis de rRNA y de los ribosomas funcionales
Grupo 4. Inhibidores de la síntesis de proteínas	
a) Estreptomicina	Se une a los ribosomas y origina una lectura errónea (?) del mRNA
b) 5-Metiltripatófano	Compite con el tripatófano por el tRNA _U
c) Furazolidina Ácido tenaxálico Cicloheximida	Bloquean el crecimiento de la cadena polipeptídica Bloquean el desprendimiento del producto acabado de los ribosomas

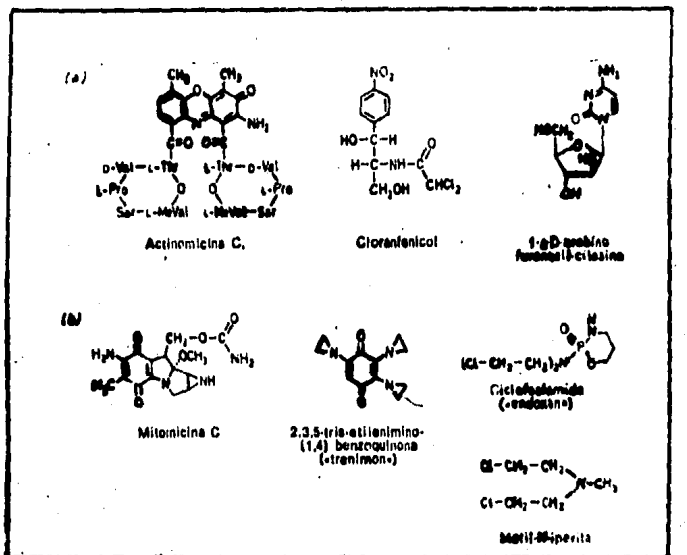
(Epez Tamayo, Ruy: Patología Molecular -
 Subcelular y Celular, La Prensa Médica
 Mexicana, Págs. 393, 1975)

(Watson, James: Biología Molecular del Gen, -
 Fondo Educativo Interamericano, Págs. 373, -
 1961)



Esquema que ilustra la acción de la estreptomisina sobre las células de E. coli sensibles y resistentes a ella.

Inhibidores de la síntesis proteica.



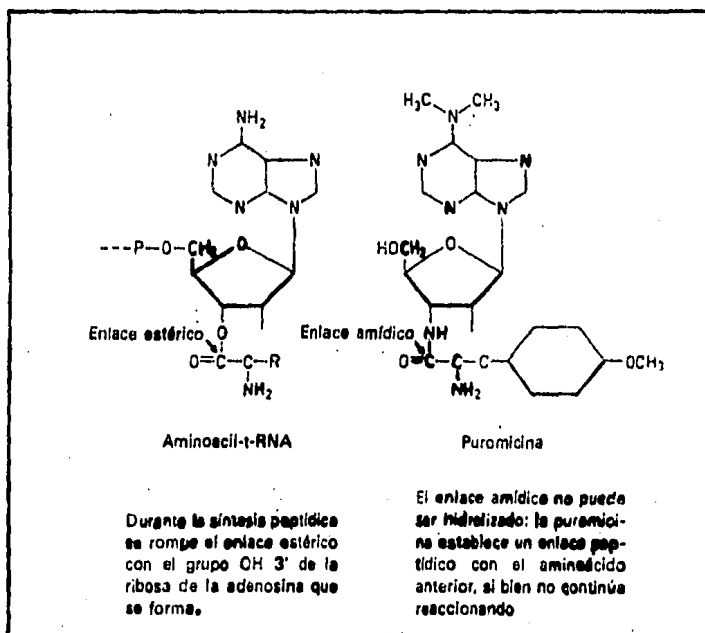
a) Estructuras de algunos de los antibióticos.

Las distintas actinomicinas se diferencian en la composición de aminoácidos de las dos porciones pépticas, el anillo superior (cromóforo); ya que produce el color rojo del antibiótico es idéntico en todas las actinomicinas.

b) Estructuras de algunas sustancias alcalinizantes utilizadas clínicamente. Las denominaciones de tiranimón (fábricas de colorantes Bayer AG) y endostina (empresa ASTA AG) corresponden a nombres comerciales. La ciclofosfamida no es directamente alcalinizante: en el hígado se transforma en la forma activa.

(Del Rey, Calero J.: Microbiología e Inmunología de las enfermedades infecciosas, - Marban, Pág. 110, 1980)

Parecido estructural de la puromicina y
el extremo 3' de un aminoacil-t-RNA.



(Del Rey, Calero J.: Microbiología e Inmunología de las enfermedades infecciosas, Marban, Pág. 111, 1980)

Inhibidores de la síntesis de proteínas

Grupo 1. Inhibidores de la síntesis de nucleótidos (desoxinucleótidos) trifosfato:

- | | |
|---|---|
| a) Azaracina | Inhibe las reacciones que utilizan el NH_2 de la glutamina |
| b) Aminopterina y ametopterina sulfonamidas | Inhiben la síntesis de ácido tetrahidrofólico (coenzima de la síntesis de nucleótidos) |
| c) 5-Fluorodesoxiuridina | Inhibe (competitivamente) la biosíntesis de timidina (inhibidor específico de la síntesis de DNA) |

Grupo 2. Inhibidores de la síntesis de DNA (replicación):

- | | |
|------------------------------|--|
| a) Mitomicina C
Phenacina | Produce la formación de enlaces cruzados en el DNA (?) |
| b) Hidroxiurea | Inhibición de la polimerasa |

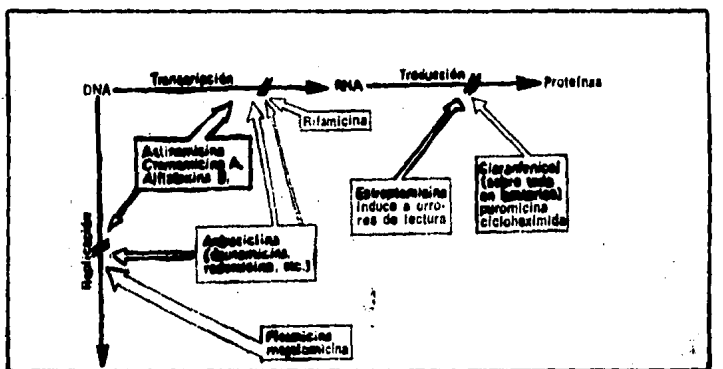
Grupo 3. Inhibidores de la síntesis de RNA

- | | |
|--|---|
| a) Actinomomicina D
Cromomicina A)
serie de acridina | Forman un complejo con G en el DNA para bloquear la transcripción (no está claro por qué no se afecta la replicación) |
| b) Clamfenicol
5-fluorouracilo | Bloqueo de la síntesis de rRNA y de los ribosomas funcionales |

Grupo 4. Inhibidores de la síntesis de proteínas

- | | |
|--|--|
| a) Estreptomicina | Se une a los ribosomas y origina una lectura errónea (?), del mRNA |
| b) 5-Metilvalerilano | Compite con el triptófano por el RNA_{30} |
| c) Purpurosina
Ácido parvazónico
Cicloheximida | Bloquea el crecimiento de la cadena polipeptídica
Bloquean el desprendimiento del producto acabado de los ribosomas |

(De Robertis y Robertis: Fundamentos de Biología Celular y Molecular, El Ateneo, Pág. 389, 1982)



Este esquema global del modo de acción de algunos antibióticos, implicados en los procesos de replicación del DNA, transcripción y traducción. La anchura de las flechas de la parte superior de la figura quiere indicar, que las sustancias en cuestión inhiben la replicación y la transcripción bloqueando el DNA en diferentes grados.

(De Robertis y Robertis: Fundamentos de Biología Celular y Molecular, El Ateneo, Pág. 331, 1982)

BIBLIOGRAFIA .

- 1.- Abbott, David y Andrews, R.S. (1983). Introducción a la Cromatografía. Exedra. Primera Edición.
- 2.- Barajas, Esperanza. (1978). Bios-Vida. Herrero. Primera Edición.
- 3.- Barker, R. (1975). Química Orgánica de los Compuestos Biológicos. Alhambra. Primera Edición. Madrid, España.
- 4.- Bhagavan, N.V. (1980). Bioquímica. Interamericana. Primera Edición.
- 5.- Borek, Ernest. (1984). La Célula, la Clave de la Vida. Limusa. Primera Edición.
- 6.- Bohinski, Robert G. (1978). Bioquímica. Interamericana. Segunda Edición.
- 7.- Burton, J. Donald y Routh, Joseph I. (1977). Química Orgánica y Bioquímica. Interamericana. Primera Edición. México.
- 8.- Conn, Erick E. y Stumpf, P.K. (1977). Bioquímica Fundamental. Limusa. Primera Edición.
- 9.- Cowgell, Robert y Pardee, Arthur B. (1967). Técnicas de Investigación Bioquímica. Alhambra. Primera Edición. Madrid, España.
- 10.- De Robertis y Robertis. (1982). Fundamentos de Biología Celular y Molecular. Primera Edición.
- 11.- Del Rey, Calero J. (1980). Microbiología e Inmunobiología de Enfermedades Infecciosas. Harben. Primera Edición.
- 12.- Edwards, L.A., Hassall, K.A. (1976). Bioquímica y Fisiologías Celulares. El Manual Moderno, S.A. Primera Edición.
- 13.- Emery, E.H. (1978). Genética Médica. Interamericana. Primera Edición. México.

- 14.- Ennis, Edwin y Mertz, F. (1977). Bioquímica. Publicaciones Cultural. Primera Edición. México.
- 15.- Fraga, Edward. (1976). Biomoléculas. Alhambra. Primera Edición. Madrid, España.
- 16.- Fundación Kuffield. (1974). Química Avanzada. Reverté. Primera Edición. Barcelona, España.
- 17.- Giese, C. Arthur. (1965). Fisiología General. Interamericana. Primera Edición.
- 18.- Gordon, H. (1975). Electroforesis de proteínas en geles de poliacrilamida y de almidón. El Manual Moderno. Primera Edición.
- 19.- Harbers, Eberhard. (1978). Ácidos Nucleicos Bioquímica y Función. Omega. Primera Edición.
- 20.- Harper, Harold A. (1980). Manual de Química Fisiológica. El Manual Moderno. Primera Edición.
- 21.- Haunes, H. Robert y Hanawalt, Philip C. (1971). La Base Molecular de la Vida. Introducción a la Biología Molecular. Riume. Primera Edición. Madrid, España.
- 22.- Hernandez, Luis R. (1979). Biología Molecular e Integral. Limusa. Primera Edición.
- 23.- Hess, Erston. (1979). La Célula Vegetal. Omega. Segunda Edición.
- 24.- Kimball, John W. (1978). Biología. Interamericana. Primera Edición.
- 25.- Knippers, Ralph. (1975). Genética Molecular. Omega. Primera Edición. Barcelona, España.
- 26.- Kruh, Jacques. (1975). Bioquímica Estudios Médicos y Biológicos. Omega. Segunda Edición. Barcelona, España.

- 27.- Laguna, José. (1970). Bioquímica. La Prensa Médica Mexicana. Primera Edición.
- 28.- Lehninger, Albert L. (1984). Bioquímica. Omega. Primera Edición.
- 29.- Lehninger, Albert L. (1975). Bioenergética. Fondo Educativo Interamericano S.A. Primera Edición.
- 30.- Lehninger, Albert L. (1983). Curso Breve de bioquímica. Omega. Primera Edición.
- 31.- Litwack, Gerard. (1967). Bioquímica Experimental. Omega. Primera Edición. Barcelona, España.
- 32.- Levine, Louis. (1970). Biología del Gen. Omega. Primera Edición. Barcelona, España.
- 33.- Louisot, P. (1977). Bioquímica Estructural. Editorial A.C. Primera Edición.
- 34.- Mahler, R. Henry y Cordes, H. Eugene. (1971). Química Biológica. Omega. Primera Edición. España.
- 35.- Mazur, A. y Harro, B. (1973). Bioquímica Básica. Interamericana. Décima Edición. México.
- 36.- Mc. Gilvery, R.W. (1972). Bioquímica. Interamericana. Primera Edición. México.
- 37.- Nertz, T. Edwin. (1980). Bioquímica. Publicaciones Cultural S.A. Primera Edición.
- 38.- Miller, Dieter. (1983). Bioquímica. UTEHA. Primera Edición.
- 39.- Moreno, Ricardo. (1989). Principios de Biología Celular. El Ateneo. Primera Edición.
- 40.- Mason, Alvin. (1975). Biología. Limusa. Primera Edición.

41.- Fason, Alvin, De Haan, Robert L. (1982). El Mundo Biológico. Limusa. Primera Edición.

42.- Novikoff, Alex B. (1978). Estructura y Dinámica Celular. Interamericana. Primera Edición.

43.- Perez Tamayo, Ruy. (1975). Patología Molecular, Subcelular y Celular. La Prensa Médica Mexicana. Primera Edición.

44.- Peterson, A. (1975). Intercambiadores Celulósicos de Iones. El Manual Moderno. Primera Edición.

45.- Smith, P.F. (1979). Genética, Estructura y Función. Publicaciones Cultural. Segunda Edición.

46.- Suttie, John W. (1979). Fundamentos de Bioquímica. Interamericana. Segunda Edición.

47.- Thorpe, Bray, James. (1967). Bioquímica. C.M.C.S.A. Primera Edición.

48.- Thorpe, William D. (1967). Bioquímica. Continental. Primera Edición.

49.- Toporek, Milton. (1977). Bioquímica. Interamericana. Primera Edición.

50.- Watson, James. (1980). Biología Molecular del Gen. Fondo Educativo Interamericano. Primera Edición.

51.- White, Abraham y Handler, Philip. (1977). Principios de Bioquímica. Mc. Graw Hill. Cuarta Edición. México.

52.- Wold, Finn. (1974). Macromoléculas: Estructura y Función. Alhambra. Primera Edición. Madrid, España.

53.- Wood, William B., Wilson, H. John. (1977). Bioquímica. Fondo Educativo Interamericano. Primera Edición.

54.- Wulf, L. Stephen. (1977). Biología de la Célula. Omega. Primera Edición.

REVISTAS :

- 1.- Biochemical Education, A Quarterly Publication of International Union of Biochemistry. U.S.A.
- 2.- Ciencia y Desarrollo. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- 3.- Investigación y Ciencia. Edición en Español de Scientific American. Prensa Científica. Barcelona, España.
- 4.- Mundo Científico, La Recherche. Fontalba. Barcelona, España.