

INTRODUCCIÓN

1.- CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS. NIVELES DE ORGANIZACIÓN BIOLÓGICA.

Un análisis químico de los elementos constituyentes de todos los seres vivos conocidos revelaría que casi todos de ellos están formados cuaporor orororno lo ha sidolitativa y cuantitamente, por los mismos elementos químicos.

Si los elementos químicos de los seres vivos están presentes en el planeta la proporción en que se encuentran es diferente, e inculco diferente a la de la corteza terrestre, que es el medio donde se desarrolla.

DE todos los elementos que se hallan en la corteza sólo 70 son componentes de los seres vivos y de estos sólo 16 son comunes a todos ellos.

Se denomina elementos biogénicos o bioelementos a aquellos elementos químicos que forman parte de los seres vivos. En la actualidad se han identificado unos 70.

Se agrupan en tres categorías:

.Bioelementos principales C, H, O, N.

.Bioelementos secundarios: S, P, Mg, Ca, Na, K, Cl

.Oligoelementos

3.- BIOELEMENTOS Y BIOMOLECULAS.

Un análisis químico de los elementos que constituyen la materia viva conocidos revelaría que casi todos están formados cualitativa y cuantitativamente por lo mismos elementos.

Comparando la proporción en masa de los distintos elementos químicos en la TIERRA, CORTEZA Y SERES VIVOS llegamos a las siguientes conclusiones:

–Si bien los elementos químicos que forman los seres vivos están presentes en el planeta la proporción en la que se encuentra es diferente, incluso diferente a la de la corteza que es el medio en el que se desarrolla la vida esto nos indica que los seres vivos han seleccionado aquellos elementos que son mas idóneos para su estructura y sus funciones.

–De todos los elementos que se encuentra en la corteza solo 70 son componentes de los seres vivos y de ellos solo 16 son comunes a todos los seres vivos esto nos confirma la idea de que la vida se ha desarrollado sobre unos elementos concretos no por azar sino porque esos elementos poseen unas propiedades físico-química que los hacen idóneos en los procesos químicos que se desarrollan en los seres vivos.

Los bioelementos o elementos biogénicos son aquellos elementos químicas que forman parte de los seres vivos, en la actualidad se han identificado unos 70.

Se pueden clasificar en dos grupos:

- Bioelementos primarios: Son indispensables para la formación de biomoléculas orgánicas: Glucidos,

Lípidos, Proteínas y Ácidos nucleicos. El 95 % del total de la materia viva C,H,O,N,P,S.

- Bioelementos secundarios: (Resto) se dividen en:

–Indispensables: son Ca, Na, K, Mg, Cl, Fe, Si, Cu, Mn, B, F, I.

–Variables: son Br, Zn, Ti, V, Pb.

Los bioelementos indispensables no pueden faltar en algunos organismos, existe otra clasificación, que esta basada en su importancia y es que divide a los bioelementos en bioelementos plásticos y oligoelementos.

Los oligoelementos: Fe, Cu, Mg se denominan de esta forma al conjunto de elementos químicos que están presentes en la materia viva en proporciones inferiores al 0,5%.

Se han aislado 60 oligoelementos en los cuales 14 son comunes para todos los seres vivos estos son oligoelementos esenciales y son: Mn, Zn, F, I, B, Fe, Cu, Mg, Si, V, Cr, Co, Se, Mo, Sn.

Las razones por las que los bioelementos mayoritarios forman parte prácticamente todas las moléculas son las siguientes:

–los seis elementos C, H, O, N, P, S tienen capas electrónicas externas incompletas de este modo pueden formar fácilmente enlaces covalentes compartiendo pares de electrones dando lugar a todas las biomoléculas: estructuras y funciones vitales.

–Estos elementos poseen un número atómico bajo por lo que electrones compartidos en la formación de enlaces originados son muy estables.

–Dado que el O y N son electronegativas muchas biomoléculas son polares y para ello solubles en agua que es el medio que tienen lugar todas las reacciones celulares.

Los bioelementos mayoritarios pueden compararse fácilmente a los seres vivos desde el medio externo CO₂, H₂O Nitratos, NO₃⁻ esto asegura el intercambio constante de materia entre los organismos vivos y su ambiente

Los bioelementos se combinan entre si formando moléculas mas o menos complejas que reciben el nombre de biomoléculas o principios inmediatos desde el punto de vista químico. Se clasifica en: inorgánicas y orgánicas.

Las biomoléculas inorgánicas pueden encontrarse fuera de los seres vivos, tienen una estructura química sencilla y las orgánicas son exclusivas de los seres vivos.

Agua

Inorgánicas

Sales Minerales

Biomoléculas Glucidos

Lípidos

Orgánicas

AGUA

1.- ESTRUCTURA

la molécula del agua está formada por dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno mediante sendos enlaces covalentes polares.

A pesar de ser eléctricamente neutra, la molécula de agua es dipolar, ya que posee una región electropositiva y otra electronegativa, esto es debido a que el átomo de oxígeno, al ser más electronegativo que el átomo de hidrógeno, al ser más electronegativo que el de hidrógeno.

Al estructura dipolar de la molécula de agua hace que estas puedan atraerse entre sí, porque el oxígeno de una molécula puede interactuar con el hidrógeno de otra estableciendo lo que se denomina enlace o puentes de hidrógeno, que es una interacción débil en comparación con enlace covalente o iónico.

El agua pura posee la capacidad de disociarse en iones, lo que hace que en realidad, sea una mezcla de tres especies.

Como en el agua pura la concentración de hidrógeno y de hidroxilos es la misma, eso significa que la concentración de hidrogeniones es de $1,0 \times 10^{-7}$.

Cuando el agua contiene cualquier sustancia disuelta, puede alterarse la concentración de hidrogeniones y entonces se utilizan los términos de acidez y alcalinidad.

Para simplificar los cálculos y las notaciones Sørensen ideó expresar dichas concentraciones utilizando logaritmos y así definió el Ph como el logaritmo cambiado de signo de la concentración de hidrogeniones según esto:

-Disolución neutra: $\text{Ph} = 7$

-Disolución ácida: $\text{Ph} < 7$

-Disolución alcalina o básica: $\text{Ph} > 7$

Es conveniente que el Ph de sus fluidos no cambie bruscamente pues, eso podría ocasionar el cambio de estructuras de muchas biomoléculas o la alteración de muchas reacciones químicas, para ello en las soluciones acuosas de los seres vivos están presentes los llamados sistemas tampón o amortiguadores de Ph.

El tampón bicarbonato es común en los líquidos intercelulares, mantienen el Ph en valores próximos a 7,4.

El tampón fosfato se encuentra en los líquidos intracelulares y mantiene el Ph en torno a 6,86 debido al equilibrio entre los fosfatos monobásico y dibásico.

2.- PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA Y FUNCIONES BIOLÓGICAS

Propiedades físico-químico entre ellas se pueden citar:

-Elevado calor de vaporización, el agua cuando cambia del estado líquido al gaseoso, ha de romper todos los enlaces de hidrógeno que mantienen unidas sus moléculas y para ellos se necesita una gran cantidad.

–Elevado calor específico: Los puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua liberan energía cuando se forman y la absorben cuando se destruyen.

–Elevado momento dipolar: El carácter dipolar de la molécula de agua explica también la propiedad de ser un disolvente casi universal para todo tipo de sustancias iónicas.

–Elevada fuerza de cohesión: Los puentes de hidrógeno, aunque se forman y se rompen constantemente mantienen juntas las moléculas de agua. Ello permite que el agua forme columnas continuas o que su superficie oponga una gran resistencia a romperse (elevada tensión superficial), convirtiéndose así en un líquido prácticamente incomprensible, lubricante y poco viscoso.

Funciones biológicas

–Función termoreguladora: El elevado calor específico del agua la convierte en un buen amortiguador térmico, impidiendo que los cambios bruscos de temperatura externa afecten a los organismos.

–Función disolventes: La naturaleza dipolar de la molécula del agua la convierte en un disolvente casi universal ya que es capaz de disolver gran cantidad de sustancias polares e incluso no polares.

–Función estructural: La elevada fuerza de cohesión–adhesión que existe entre las moléculas de agua, permite que se mantengan la forma y el volumen de las células.

–Función mecánica: El agua, al disolver diversas sustancias y a diversas concentraciones, produce líquidos con la viscosidad adecuada para actuar de lubricantes y amortiguadores de movimientos bruscos en articulaciones, músculos....

–Función química: La disociación iónica del agua le permite intervenir en muchas reacciones químicas, aportando hidrogeniones o hidroxilos.

3. –DISOLUCIONES ACUOSAS DE SALES MINERALES

Funciones de las sales en disolución:

Cumplen funciones de tipo general, colaborando en el mantenimiento de la homeostasis o equilibrio del medio interno;

.Mantener el grado de salinidad

.Regular la actividad enzimática

.Regular la presión osmótica y el volumen celular

.Generar potenciales eléctricos

.Regulación del Ph.

La ósmosis es un fenómeno en el que se produce el paso o difusión de disolventes a través de una membrana semipermeables desde una disolución más diluida a otra más concentrada.

Los medios acuoso se denominan:

–Hipertónicos a los que tienen elevada concentración de solutos con respecto a otro.

–Hipotónicos: A los que contienen una concentración de solutos baja hacia los hipertónicos.

HIDRATOS DE CARBONO

1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACION.

Los glucidos son biomoléculas constituidas por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno; $C_nH_{2n}O_n$. Pueden contener nitrógeno, azufre o fósforo. Se les conoce también como Hidratos de Carbono.

Los glucidos son aldehídos y cetonas con múltiples grupos hidroxilo, los mas simple se denomina osas o monosacáridos.

La unión de estos monómeros da lugar a moléculas mas complejas llamadas osidos que pueden contener un numero variable de osas e incluso asociarse a otras moléculas.

Clasificación de los glucidos:

–Monosacáridos u osas: Son monómeros de los glucidos, son azucres no hidrolizables, son moléculas muy pequeñas .

–Osidos: Formados por la unión de varios monosacáridos, son polímeros y pueden estar acompañados o no de otras sustancias no glucidicas a su vez se clasifican:

a) Holosidos: Constituidos por dos o mas osas según su numero de osas, que a su vez se dividen en oligosacaridos y polisacáridos. Los polisacáridos se dividen a su vez en Homopolisacaridos (Formados por la repetición muchos moléculas del mismo monosacárido) y Heteropolisacaridos (Formado por la repetición de dos o mas monosacáridos distintos).

b) Heterosidos: Glucidos mas aglicon, sustancia no glucidica.

2.- DEFINICIÓN, TIPOS, PROPIEDADES Y FUNCIONES DE LOS MONOSACARIDOS.

Constituyen las unidades estructurales de los glucidos, son moléculas pequeñas de 3–7 Carbonos, químicamente son polialcoholes con un grupo carbonilo y un grupo cetona, es decir en cada carbono hay un grupo alcohol, excepto en uno de ellos que sostiene el grupo carbonilo.

–Propiedades Físicas: Son sólidos, de color blanco, solubles en agua con sabor dulce.

–Propiedades Químicas: Tiene carácter reductor porque su grupo funcional carbonilo. Tiene tendencia a oxidarse a ácidos.

Los monosacáridos son capaces de reducir al reactivo de FEHLING (sujeto de cobre disuelto en agua), esta propiedad permite detectarlos (Glucosa) mediante análisis cualitativo.

–Nomenclatura: Grupo Funcional + Numero de Carbono + OSA. Ejemplo: Cetotetrosa. Nombres propios convencionales: Fructosa, Glucosa, Galactosa...

–Estructura:

Los monosacáridos en estado cristalino tienen una estructura lineal sin ramificar en la que todas los Carbonos presentan una función OH excepto uno Carbono Carbolínico que presenta el grupo carbonílico.

Según la función carbonilo sea aldehído o cetona, los monosacáridos, estos se dividen en aldosas (aldehído) y cetosas (cetona), ambos grupos según el número de Carbonos se dividen en: Triosas 3C, Tetrasas 4C, Pentosas 5C, Hexosas 6C...

Seguindo estas normas estructurales podemos comprobar la existencia de una serie de isómeros espaciales que solo se diferencian en la posición del grupo-OH son cuatro monosacáridos distintos con distintas propiedades físico-químicas.

Se dice que:

Aquellos monosacáridos en cuyo penúltimo Carbono el grupo OH está a la derecha se dice que son D monosacáridos y si está a la izquierda el grupo OH son L monosacáridos.

Las formas D respecto de las formas L o viceversa son imágenes especulares es decir son estructuras enantiomórfas.

Epímeros son aquellos monosacáridos que se diferencian exclusivamente en la posición de un grupo OH.

Entre los principales monosacáridos destacamos:

Aldosas:

Triasas

Tetrasas

Pentosas

Hexosas

Cetosas:

Triasas

Tetrasas

Pentosas

Hexosa

-Esquema de la polarización de la luz:

La actividad óptica se debe a la presencia en su molécula de Carbonos asimétricos, la glucosa lo mismo que otros muchos monosacáridos cuando están en disolución acuosa se ciclan debido a la formación de un Hemiacetal este se forma al reaccionar el Carbono carbonilo con un Carbono alcohólico más alejado (penúltimo) de la misma molécula.

De todas las ciclaciones posibles las que habitualmente tienen lugar por ser las más estables son las que pierden anillos de 5 o 6 vértices estando situados en cada uno de ellos un átomo de Carbono excepto que está ocupado por un átomo de Oxígeno. Los grupos H, OH, perpendicularmente al plano del anillo (Representación de Haworth). Las moléculas que adquieren anillos perpendiculares se denominan Furanosidas y las hexagonales Piranosidas (Trans y Cis).

Estas dos formas anómericas desvían el plano de la luz polarizada un ángulo distinto, con la formación de la estructura cíclica se produce la formación de un nuevo Carbono asimétrico (C1) lo que provoca la aparición de dos nuevos estereoisómeros cada uno de los cuales desvía la luz polarizada un ángulo distinto.

La molécula cuyo primer Carbono tiene el grupo OH en posición Trans es , en disolución acuosa las formas y están continuamente interconvirtiéndose a través de la forma lineal como el paso de una forma anómerica a la otra supone un cambio en los valores de rotación de la luz polarizada a este fenómeno se le conoce como Mutarrotación.

-Derivados de los monosacáridos:

Existen monosacáridos cuya estructura se aparta de la norma general se originan mediante cambios químicos de los monosacáridos (oxidaciones, reducciones, sustituciones etc...)

Los mas comunes son:

Ácidos Uronicos

En el Carbono terminal presentan un grupo carbonilo, se originan por oxidación del monosacárido. Ejemplo: Ácido Glucoronico

Aminoazucars:

En un Carbono existe una función amino (NH₂) en lugar del -OH. Ejemplo Glucosamina

Dexosiazucars:

Algunos de los Carbonos no presentan función OH. Ejemplo: D 2Dexosirribosa(ADN)

3.- ENLACE O-GLUCOSIDICO.

Los monosacáridos pueden unirse entre si para constituir otros glucidos mas complejos (osidos, esta unión se denomina condensación o polimerazion (cuando se unen muchos monosacáridos) y se lleva a cabo al interaccionar dos grupos hidroxilo de dos moléculas distintas. Se produce entonces la liberación de una molécula de agua y la unión de los dos monosacáridos por el oxigeno de uno de os grupos hidroxilo implicados, el enlace así creado se denomina O-glucosidico.

La reacción inversa es una hidrólisis, en la que mediante la adicción de un molécula de agua se rompe el enlace O-Glucosidico y se regeneran los dos grupos hidroxilo, quedando separados ambos monosacáridos.

4.- ESTRUCTURA, PROPIEDADES Y FUNCIONES DE POLISACARIDOS.

Los polisacáridos están formados por largas cadenas de monosacáridos unidos mediante enlace O-glucosidicos, por lo que son moléculas gigantescas o macromoléculas. Estas cadenas pueden ser lineales o ramificadas.

La formación de los polisacáridos a partir de los monosacáridos constituye un ejemplo de polimerización, en la que se libera una molécula de agua por cada enlace O-Glucosidico creado, la rotura de estos enlaces se realiza, por hidrólisis.

-Propiedades:

Al ser macromoléculas, los polisacáridos no se disuelven fácilmente en agua y pueden ser insolubles u originar dispersiones coloidales. Además, no son cristalinos ni tienen sabor dulce, tampoco poseen carácter reductor, ya que no contienen carbonos anoméricos con grupos hidroxilo libres.

–Clasificación de los polisacáridos:

Se distinguen dos grupos:

- Homopolisacáridos: Cuyos monómeros son iguales.
- Hetepolisacáridos: Que incluyen dos o mas tipos diferentes de monosacáridos.

–Homopolisacáridos: Su función depende del tipo de anómero constituyente, si se trata de anómero α , el polisacárido desempeña la función de reserva energética, pues pueden hidrolizarse fácilmente liberando los monosacáridos cuando sea necesario.

Si se trata de anómeros β confiere una gran resistencia a la hidrólisis del polisacárido (las enzimas correspondientes son poco comunes), por lo que estos polisacáridos realizan funciones estructurales.

–Polisacáridos de reserva:

- Almidón: Se encuentra en los amiloplastos de las células vegetales, se identifica porque se tiñe de azul con el lugol. La molécula d almidón se compone en realidad de dos componentes.

–Amilosa: Esta formada por α -D-glucopiranosas unidas mediante enlaces (1 $\rightarrow$ 4) en una cadena sin ramificar. Esta cadena adopta una disposición helicoidal y tiene seis monómeros por cada vuelta de la hélice.

–Amilopectina: También esta constituida por α -D-glucopiranosas, aunque forma una cadena ramificada en la que existen uniones (1 $\rightarrow$ 4), como en el caso anterior, y enlaces (1 $\rightarrow$ 6) que originan lugares de ramificaciones cada doce monómeros.

- Glucogeno: Constituye el polisacárido de reserva propio de los hongos y de los animales, en los que forma gránulos visibles y abundantes en el hígado y en los músculos estriados. Aparece también en algunas bacterias. El glucogeno es un polímero α -D-glucopiranosas con una estructura semejante a la amilopectina.
- Dextranos: Son los polisacáridos de reserva de las levaduras, están compuestos por α -D-glucopiranosas que dan lugar a cadenas ramificadas, pero las uniones son variadas: (1 $\rightarrow$ 2), (1 $\rightarrow$ 3), etc...

–Polisacáridos estructurales:

Este tipo de polisacáridos los enlaces O-Glucosídicos son difíciles de hidrolizar, característica que les permite constituir estructuras biológicas resistentes a la alteración. Destacan entre ellos:

- Celulosa: Es el componente fundamental de las paredes celulares de los tejidos vegetales, se encuentra en productos de consumo humano, como el papel, la madera o el algodón. Es un polímero lineal de β -D-glucopiranosas, con enlaces (1 $\rightarrow$ 4), formado por largas cadenas. Entre las glucosas de una misma cadena se establecen enlaces de hidrógeno (intercatenarios), las cadenas lineales se disponen en paralelo, y se mantienen estrechamente unidas unas con otras mediante puentes de hidrógeno intercatenarios. La unión de unas 60 o 70 cadenas de celulosa forma la llamada micela de celulosa.

- **Pectina:** Es otro componente de la pared de las células vegetales, constituye la matriz en la que se sitúan las microfibrillas de celulosa, esta formada por un monómero derivado de la galactosa (ácido metilgalacturónico)
- **Quitina:** Este polisacárido estructural es el componente principal de la cutícula y del esqueleto externo de los artrópodos (insectos, crustáceos etc...) y forma parte de los recubrimientos celulares de los hongos. El monómero es un derivado de la glucosa (N-acetil- β -D glucosamina), la unión entre ellos se realiza por enlace (1 $\rightarrow$ 4), que da lugar a una cadena lineal, similar a la celulosa.

–**Heteropolisacáridos:** Son función por dos o más monosacáridos distintos (o derivados de estos, como ácidos o ésteres). Entre los heteropolisacáridos más conocidos se encuentran los siguientes:

- **Hemicelulosa:** Es uno de los componentes de la pared celular vegetal. Contienen las aldopentosas, xilosas y arabinosa.
- **Gomas:** Forma parte de algunas secreciones vegetales y se considera que desempeña un papel defensivo, presentan una composición diversa, en la que predomina la arabinosa, la ramnosa, la galactosa y el ácido galacturónico.
- **Mucílagos:** Constituyen también un grupo muy variado, todos tienen la propiedad de absorber gran cantidad de agua y se encuentran en los vegetales, las bacterias y las algas.
- **Mucopolisacáridos:** son heteropolisacáridos de origen animal, también denominados glucosaminoglucanos, que desempeñan funciones diversas y se caracterizan por su variada composición, los más importantes son:

–**Ácido Hialurónico:** compuesto por ácido glucurónico y N-Acetilglucosamina, se encuentra principalmente en los tejidos conectivos, en el líquido sinovial de las articulaciones y en la cubierta de los ovocitos.

–**Condroitina:** Posee una composición y una función semejante al ácido hialurónico, se localiza en los huesos y en los cartílagos.

–**Heparina:** Inhibe la coagulación de la sangre y se halla en la sustancia intercelular del hígado y los pulmones, y en la pared de las arterias.

–**Peptidoglucanos:** Polímeros de N-acetilglucosamina y N-acetilmurámico unidos mediante enlaces (1 $\rightarrow$ 4), a esta cadena principal se unen cadenas cortas de aminoácidos, forman parte de la pared bacteriana y su función es proteger a las bacterias en condiciones de presión osmótica desfavorable, también reciben el nombre de mureína.

–**Heterosidos:** Son moléculas de enorme variedad constituidas por un glúcido (monosacárido o pequeño oligosacárido) unido a otra molécula no glucídica denominada aglucón, atendiendo a la naturaleza de la fracción no glucídica, se distinguen las siguientes clases:

- **Glucolípidos:** el aglucón es un lípido denominado ceramida, los más importantes son los cerebrósidos, que contiene galactosa o glucosa y los gangliósidos, que presentan un oligosacárido ramificado.
- **Glucoproteínas:** La fracción no glucídica es una molécula de naturaleza proteica, se diferencian de los peptidoglucanos y de los proteoglucanos, porque en las glucoproteínas el porcentaje de proteína es mayor que el de glúcido. En este grupo se encuentran glucoproteínas sanguíneas o séricas como la protrombina, que interviene en el proceso de coagulación, o las inmuglobulinas, con función defensiva. También son glucoproteínas diversos tipos de hormonas,

como la luteinizante (LH, que provoca la ovulación en hembras o la producción de testosterona en machos, o la foliculoestimulante (FSH), que estimula la secreción de los folículos de Graaf en el ovario.

- Principios activos de plantas medicinales: Son heterósidos en los que el aglucón es una molécula orgánica de naturaleza variada, como el alcohol, fenol etc...Se emplean con frecuencia en la industria farmacéutica, aunque en dosis inadecuadas pueden provocar intoxicaciones o efectos letales. Los cardiotónicos como la digitalina, se aplican en enfermedades cardiovasculares; los cianogenéticos, presentes en las almendras amargas; la glicirrina en la raíz del regaliz; los antracénicos y los tanósidos, astringente.

LÍPIDOS

1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Se reúnen bajo la denominación de lípidos gran cantidad de sustancias con propiedades físicas muy parecidas. Químicamente están constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, en ocasiones fósforo y azufre.

-Propiedades Físicas

- a) Insolubles en agua, solubles en disolventes orgánicos(éter, cloroformo, benceno...)
- b) Baja densidad.
- c) Brillo graso.
- d) Untuosas al tacto.

-Funciones:

- 1) Estructural, forman parte de las membranas celulares.
- 2) Reserva, algunos de ellos (Acilglicéridos) almacenan gran cantidad de energía química potencial.
- 3) Agentes protectores (ceras) muchas superficies limitantes se encuentran revestidas por ceras.
- 4) Actividad biológicas específica; ejemplo: vitaminas y hormonas
- 5) Pigmentos vegetales actúan como pigmentos que absorben energía solar en la fotosíntesis.

Según su estructura se clasifican en:

-**Saponificables**: Están constituidos por esteres. Destacamos Acilglicéridos, lípidos complejos y ceras.

-**Insaponificables**: No están constituidos por esteres. Destacamos Terpenos, Esteroides y Prostaglandinas.

2.- ESTRUCTURAS, PROPIEDADES Y FUNCIONES DE ACILGLICÉRIDOS, FOSFOLÍPIDOS Y CERAS.

-Acilglicéridos

Alcohol ácido = Ester

-COO- +

H₂O

Son esterres formados a partir de un polialcohol (Propanotriol) y ácidos grasos.

Son lípidos eminentemente energéticos se almacenan en células tanto animales como vegetales.

Al ser la glicerina un triol pueden existir tres acilglicéridos diferentes:

1) Monoacilglicéridos: Cuando la glicerina solo se esterifica en un solo grupo alcohol.

2) Diacilglicéridos: Cuando la glicerina es esterificada por dos ácidos grasos.

3) Triacilglicéridos: Son triesteres de la glicerina con ácidos grasos, en los dos últimos casos(triacilglicéridos y diacilglicéridos) si los ácidos grasos son iguales, son simples y si son diferentes son mixtos. Los acilglicéridos son mezcla compleja de acilglicéridos simples y mixtos.

-Ceras

Son esterres de ácidos grasos más alcohol monohidroxílico de cadena larga distinto de la glicerina.

Su naturaleza hidrófoba hace que sean compuestos de protección e impermeabilización recubriendo partes externas que están en contacto con el medio (piel, pelo, plumas. Tallos, hojas...)

-Fosfolípidos

Son lípidos saponificables también se denominan fosfolípidos, son los principales componentes de las membranas biológicas, químicamente están constituidos por Glicerina que tiene esterificado en el Carbono 1 y 2 ácidos grasos y en el Carbono 3 grupo fosfato generalmente el ácido que se esterifica en el Carbono 1 es saturado y en el Carbono 2 insaturado.

Dando lugar a un ácido fosfatídico es la base estructural de los fosfolípidos y dependiendo de la naturaleza del sustituyente que se va a esterificar al OH del grupo fosfato vamos a obtener distintos ejemplos de fosfolípidos.

El sustituyente suele ser un aminoalcohol o polialcohol, los fosfolípidos son moléculas anfipáticas poseen una zona hidrófila constituida por el grupo fosfato y una zona hidrófoba constituida por los ácidos grasos. Esta estructura anfipática los hace idóneos para formar membranas celulares.

-Principales Fosfolípidos:

Son derivados de los ácidos fosfatídicos

- Fosfatidil Colina (Trimetil etanol amina): Se encuentra formando parte de la vaina de mielina y en las membranas mitocondriales.
- Fosfatidil Etanolamina: Forman parte de las membranas de retículo endoplasmático.
- Fosfatidil Serina: Forman parte de las membranas de los eritrocitos.

-Los fosfolípidos en las membranas biológicas

Los fosfolípidos cuando se encuentran en un medio acuoso. Se asocian formando varios tipos de estructura. Los grupos hidrófilos se orientan hacia las moléculas de agua e interaccionan con ella mediante enlaces de hidrógeno y los hidrófobos se alejan interaccionando entre si mediante fuerzas de Van der Waals y ocultándose dentro de la estructura.

Esto explica que al igual que muchos lípidos, los fosfolípidos formen bicapas y micelas.

–Micelas: Tienen forma más o menos esférica, la superficie está formada por las cabezas polares expuestas e interaccionando con la fase acuosa, mientras que el interior de la micela está ocupado por las cadenas alifáticas.

– Bicapas: Las cadenas hidrofóbicas se orientan hacia el interior, mientras que las cabezas polares están en contacto con el medio acuoso, son estructuras que separan dos medios acuosos.

–En laboratorios se pueden obtener determinadas estructuras denominadas liposomas, que están en formadas por bicapas de fosfolípidos que dejan en su interior un compartimiento conteniendo agua.

La naturaleza antipática de los fosfolípidos les proporciona un papel fundamental en la formación de las membranas biológicas. Los fosfolípidos , las membranas biológicas contienen proteínas y otros lípidos, como colesterol o esfingolípidos denominados en su conjunto lípidos de membrana.

3.- ESTRUCTURA, PROPIEDADES Y FUNCIONES DE TERPENOS Y ESTEROIDES

–Terpenos

Los terpenos son derivados del isopreno que por polimerización va a dar lugar a moléculas lineales, cíclicas. Dependiendo del número de isoprenos, los terpenos se clasifican en:

–Monoterpenos: 2 isoprenos

–Diterpenos: 4 isoprenos

–Triterpenos: 6 isoprenos

–Tetraterpenos: 8 isoprenos

–Politerpenos: múltiples unidades de isopreno

–Monoterpenos: Se encuentran en plantas superiores, son volátiles poseen aromas características, son aceites esenciales.

–Diterpenos: En las plantas destacamos el fitol componente de la molécula de clorofila, Vitamina A oretinol que interviene en los procesos de visión, regenera el pigmento visual. Vitamina E poder antioxidante. Vitamina K coagulación de la sangre.

– Triterpenos: 6 isoprenos, entre otros pertenecen a este grupo el Lanosterol, escualeno que son precursores colesterol.

–Tetraterpenos: 8 isoprenos, destacan; xantofila, carotenos, licopeno estos intervienen en la fotosíntesis absorben energía solar de magnitudes de onda donde no puedo absorber la clorofila.

Politerpenos: Resultan de la polimerización de múltiples unidades del isopreno, forman cadenas lineales,

ejemplo: Caucho...

-Esteroides

Derivados del esterano, se diferencian por la posición de los dobles enlaces, grupos funcionales y las posiciones en las que se encuentran.

Entre los esteroides más importantes destacamos:

-Esteroles

-Hormonas esteroideas

-Ácidos biliares

-Esteroles: Derivados del esterano, contienen un OH en el Carbono 3 y una cadena lateral hidrocarbonada en el Carbono 17 y dobles enlaces entre Carbono 5 y Carbono 6.

.Colesterol: Se encuentra en las membranas celulares proporcionándoles estabilidad, fluidez y resistencia.

.Vitamina D: Implicada en la absorción de los procesos de Ca y P su carencia produce raquitismo y en los viejos osteomalacia.

-Hormonas esteroideas: Derivan del colesterol, tienen carácter hidrofóbico lo que les permite cruzar libremente las membranas.

Destacamos:

.Hormonas sexuales: Testosterona (Hombre) y Progesterona (Mujer).

.Hormonas corticoides: Segregadas en las cápsulas suprarrenales provoca la liberación de glucosa en sangre(glucógeno).

-Ácidos Biliares: Son compuestos derivados del colesterol de 24 Carbonos se encuentran en la bilis, estas sustancias emulsionan las grasas.

Destacamos; Ácidos cólico, Ácido desoxicólico

PROTEINAS

1.- CONCEPTO Y PROTAGONISMO

El nombre se debe a Berzelius (1830) Proteios que significa primero o principal, el 50% del peso seco de las células son proteínas, en la células de un mamífero podemos tener 10.000 proteínas diferentes.

Se trata de biomoléculas que desempeñan funciones:

- Función estructural
- Acciones biológicas concretas

Químicamente son aminos cuya composición elemental C,H,O,N con frecuencia S, P, raras veces con elementos metálicos (I, Ca, Mg, Fe, Cu, etc...)

Moléculas con elevado peso molecular, constituidas por moléculas más sencillas que reciben el nombre de Aminoácidos (AA) que se unen entre si mediante enlaces peptídico.

Según el número de AA tenemos los siguientes grupos:

–Oligopéptidos = menos de 12 AA

–Polipéptidos = (12–60 AA)

–Proteínas = +60 AA

Oligopéptidos se pueden formar si tienen 2 AA se llaman dipéptido, si tienen 3 AA se llaman tripéptidos y así sucesivamente....

2.- ESTRUCTURA, TIPOS Y PROPIEDADES DE LOS AMINOÁCIDOS

Los aminoácidos son compuestos orgánicos sencillos, químicamente están compuestos por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Caracterizados por poseer un grupo carboxilo, un grupo amino y una cadena lateral o grupo R, unidos a un átomo de carbono, carbono Alfa.

Los aminoácidos son eslabones de las cadenas peptídicas son moléculas carbonadas que se caracterizan por poseer un grupo amino y otro ácido respondiendo a la fórmula general anterior, en la que R es un radical de naturaleza variable. El Carbono es un Carbono asimétrico responsable de la actividad óptica de los aminoácidos igualmente vemos que existen dos estereoisómeros ya que el grupo amino puede estar orientado de forma distinta, si está a la derecha es D y a la izquierda L.

En la naturaleza solo se presentan aminoácidos de configuración L, existen 20 aminoácidos que forman las proteínas: 20 AA proteicos y 150 AA se encuentran libres no proteicos estos intervienen en reacciones metabólicas; Ejemplo no proteicos: citulina, ornitina otros se pueden encontrar en las paredes bacterianas.

Los AA proteicos se clasifican según la naturaleza de su radical R:

- Hidrófobos
- Polares o hidrofílicos
- Básicos
- Ácidos

1) Hidrófobos

–R el radical es una cadena hidrocarbonada y por parte apolar, se encuentran en la parte central de las proteínas (ocultos del agua).

2) Hidrófilo

–R el radical son grupos polares sin carga, pueden establecer puentes de H con el agua favoreciendo la solubilidad.

- Básicos

–R los radicales poseen un grupo amino que se ioniza positivamente.

- Ácidos

En el -R un grupo - COOH que se ioniza -COO- negativamente.

-Propiedades ácido-básicas de los aminoácidos

1) Cuando las AA se encuentran en disoluciones acuosa a Ph neutro forman iones dipolares, se llaman iones híbridos por tener el igual n° (+) que(-) el PH en el que un AA forma unión híbrido con carga eléctrica =0 ese Ph se llama punto isoeléctrico, el ión híbrido disuelto se puede comportar como un ácido o un base dependiendo del Ph de la disolución estas sustancias se llaman anfóteras.

2) En medio ácido

Se comporta como base al aceptar hidrogeniones (H^+) y queda cargado positivamente.

3) En medio básico

El grupo NH_3^+ se comporta como ácido liberando H^+ queda cargado negativamente.

Esta propiedad se utiliza para separar AA, las técnicas de separación están basadas en el conocimiento de su punto isoeléctrico.

3.- ENLACE PEPTÍDICO

Los aminoácidos se unen a otros formando cadenas mediante enlaces peptídicos que consiste en la formación de un enlace amida entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del aminoácido siguiente con el desprendimiento de una molécula de H_2O . Esto se descubrió en 1950 por Pauling y Corey descubrieron que este enlace presenta unas características especiales de gran importancia para las estructuras. Descubrieron:

- Enlaces más cortos que los demás.
- Carácter de enlace doble porque no puede girar.
- Los cuatro átomos C-C-N-C se encuentran en un mismo plano manteniendo distancia y ángulos fijos.
- Los únicos enlaces que pueden girar son C con CO y C con NH.

4.- ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas se disponen en el espacio formando una estructura tridimensional definida, que puede tener hasta cuatro niveles de organización: estructura primaria, estructura secundaria, estructura terciaria y estructura cuaternaria.

-Estructura Primaria;

La estructura primaria la poseen todas las proteínas y es la secuencia lineal de aminoácidos que la forman y el orden en que se encuentran unidos. Es la estructura más sencilla y, sin embargo, la más importante, ya que determina el resto de las estructuras proteicas con niveles superiores de organización.

Una característica de esta estructura es su disposición en zig-zag. Se debe a la planaridad del enlace peptídico, lo que provoca la rotación de los aminoácidos sobre los C para equilibrar las fuerzas de atracción que se pudieran generar.

Con los veinte posibles aminoácidos, el número de polipéptidos que pueden formarse es de 20^n , donde n es el número de aminoácidos presentes en la cadena. Como la mayoría de los péptidos contienen más de cien aminoácidos, incluso miles, la variedad de posibles secuencias es prácticamente ilimitada.

La primera proteína de la que se conoció su estructura primaria fue la insulina de ternera, gracias a los trabajos de Sanger y colaboradores (1950). Esta secuencia resultó una auténtica proeza en el campo de la biología molecular. Actualmente se conoce la estructura primaria de varios miles de proteínas diferentes, lo que proporciona una información muy útil acerca de sus estructura, mecanismos de acción y evolución.

–Estructura secundaria;

Es la disposición espacial que adopta la secuencia de aminoácidos o estructura primaria para ser estable y es consecuencia directa de la capacidad de giro que poseen los C de los aminoácidos. Los modelos más frecuentes son la – Hélice y la conformación o lámina plegada.

- – Hélice

En este tipo de estructura, la cadena polipeptídica se va enrollando en espiral sobre sí misma debido a los giros que se producen en torno al C de cada aminoácido. Esta estructura se mantiene gracias a los enlaces de hidrógeno intracatenarios formando entre el grupo –NH de un enlace peptídico y el grupo C=O del cuarto aminoácido que los sigue. La formación de estos enlaces determina no solo la estabilidad de la estructura, sino también la longitud del paso de rosca (avance por vuelta), que es de 0,54 nm.

La rotación se produce hacia la derecha, de forma que cada aminoácido gira 100° con respecto al anterior. Esto implica la presencia de 3,6 residuos aminoácidos por cada vuelta completa.

Al formarse la – hélice todos los grupos C=O quedan orientados en la misma dirección, mientras que los radicales de los aminoácidos quedan dirigidos hacia el exterior de la – hélice.

La estabilidad de la – hélice depende de la presencia o no de residuos de prolina o hidroxiprolina , ya que estos aminoácidos impiden la formación de enlaces de hidrógeno, dando lugar a variaciones de esta estructura con dimensiones diferentes.

- Conformación o lámina plegada

Algunas proteínas conservan su estructura primaria en zig-zag y se asocian entre sí estableciendo uniones mediante enlaces de hidrógeno intercatenarios. Todos los enlaces peptídicos participan en este enlace cruzado, confiriendo así gran estabilidad a la estructura.

El plegamiento en algodón en acordeón en la lámina plegada es el resultado de la estructura primaria en zig-zag de las cadenas individuales.

Las cadenas polipeptídicas se pueden unir de dos formas distintas: paralela o antiparalela. En la forma paralela, las cadenas polipeptídicas se disponen en el mismo sentido N–C, mientras que en las antiparalelas se alteran cadenas polipeptídicas en las direcciones N–C y C–N.

En ambos casos, los radicales de los aminoácidos se orientan hacia ambos lados de la hoja, de forma alterna. La disposición antiparalela, y parece con mayor frecuencia en las proteínas. Cuando existe una gran cantidad de cadenas, se produce un empaquetamiento en varias capas, como ocurre con la fibroína de la seda.

–Hélice de colágeno

Una variedad particular de estructura secundaria es la que presenta el colágeno, que forma parte de los tendones y los tejidos conectivos, y posee una estructura particularmente rígida.

Esta proteína está compuesta en su mayoría por el aminoácido prolina. Debido a la continua repetición de este

aminoácido, la cadena polipeptídica no puede adoptar ninguna de las estructuras anteriores. En su lugar, las cadenas individuales se enrollan hacia la izquierda, de forma que se produce una vuelta de hélice por cada tres residuos de aminoácidos.

Debido a esta especial disposición, no existen enlaces de hidrógeno intracatenario, por lo que esta cadena está más extendida que la α -hélice, de forma que entre dos AA hay una distancia de 0,29 nm en lugar de los 0,15 nm de la α -hélice. Se asocian tres cadenas trenzadas que originan una triple hélice.

–Estructura terciaria;

El término estructura terciaria se refiere al modo en que la proteína se encuentra plegada en el espacio. Esta estructura es estable gracias a las uniones que se establecen entre los radicales $-R$ de los diferentes aminoácidos que se sitúan en posiciones muy alejadas el uno del otro. Estas uniones pueden ser de distintos tipos:

.Enlaces de hidrógeno entre grupos peptídicos.

.Atracciones electrostáticas entre grupos con carga opuesta.

.Atracciones hidrofóbicas y fuerzas de Van der Waals entre radicales alifáticos o aromáticos de las cadenas laterales.

.Puente disulfuro entre restos de cisteína. Son enlaces covalentes entre los grupos tiol ($-SH$) correspondientes a dos cisteínas.

Las características de una proteína, y lo que es más importante, las funciones biológicas que realiza, depende de la estructura terciaria que tenga.

La estructura terciaria de las proteínas, especialmente de aquellas de elevado peso molecular, está constituida por varios dominios, o unidades compactas de entre 50 y 30 aminoácidos, conectadas a través del esqueleto polipeptídico.

La estructura de la cadena polipeptídica dentro de un determinado dominio suele ser independiente de la de otros, ya que otros pueden presentar estructura de α -hélice o bien de lámina plegada.

En la mayoría de los casos los dominios se unen entre sí mediante una porción proteica flexible que sirve como bisagra. Frecuentemente representan parte de la proteína que se unen específicamente a factores diferentes, como a una coenzima o a un sustrato.

Los dominios son muy estables, de tal manera que pueden aparecer los mismos en proteínas diferentes; son secuencias de aminoácidos que a lo largo de la evolución han sido especialmente útiles, tanto a lo largo de la evolución han sido especialmente útiles, tanto estructural como funcionalmente, y tienden a repetirse en diferentes proteínas, se piensa que algunos péptidos con más de un dominio se originaron durante la evolución por fusión de genes que codificaban diferentes proteínas ancestrales, y cada dominio representa una parte que alguna vez fue una molécula separada.

Aunque la arquitectura tridimensional de las proteínas parece excesivamente compleja, a medida que se ha profundizado en la estructura terciaria se han descubierto subestructuras repetitivas denominadas motivos.

Proteínas evolutivamente relacionadas que desempeñan funciones similares pueden mostrar motivos comunes, aunque también pueden aparecer en proteínas no relacionadas que tienen funciones muy diferentes.

–Estructura cuaternaria;

Aunque numerosas proteínas están formadas por una sola cadena polipeptídica, otras muchas se encuentran constituidas por más de una subunidad o protómero. La estructura cuaternaria hace referencia a esta asociación de protómeros para constituir la proteína biológicamente activa. Los protómeros pueden unirse débilmente entre sí a través de enlaces de hidrógeno o fuerzas de Van der Waals, y en algunos casos aunque no es habitual, esta unión puede establecerse mediante puentes disulfuro establecidos entre los radicales de los aminoácidos de las distintas subunidades.

5.-CLASIFICACIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas se clasifican en holoproteínas (constituidas solo por AA),estas se dividen en globulares que a su vez se dividen en Albúminas, Globulinas y Histonas y Protaminas, también se dividen en Heteroproteínas (que además de AA poseen otra molécula de naturaleza no proteica que recibe el nombre de grupo prostético).

HOLOPROTEINAS

–Filamentosas o fibrosas;

Tienen forma alargada, son insolubles en H₂O, tienen función estructural o protectora y son: Colágenos, Elastinas y Queratinas.

- Colágeno

Están formadas por tres cadenas polipeptídicas diferentes (ricas en prolina y glicina) enrolladas entre si formando la triple hélice, forman parte de los tejidos: conjuntivos, cartílagos y óseos. También está en los tendones. En los tendones las moléculas adyacentes de colágeno están unidos mediante enlaces covalentes formando fibras que presentan una gran resistencia a la tracción; 1mm fibra aguanta 10 Kilogramos de peso.

- Elastina

Están formadas por las cadenas polipeptídicas que se unen mediante enlaces covalentes lo que da lugar a una matriz elástica (RED) extensión, esta propiedad (elasticidad) se debe a la capacidad de las moléculas proteicas para desenrollarse de forma reversible cuando se le aplica una tensión; Arterias y Pulmones.

- Queratinas

Se encuentra en la epidermis: uñas, pelos, plumas etc... rico en azufre.

–Globulares;

Estructura terciaria muy plegada dando estructuras esferoidales solubles en H₂O biológicamente muy activas, se dividen:

- Albúminas

Transporte de sustancias, reserva de AA ovdalbúmina (clara del huevo), lactoalbúmina (leche), seroalbumina(plasma sanguíneo).

- Globulinas

Solubles en soluciones salinas, lactoglobulina (leche), ovoglobulina (huevo), seroglobulina (plasma

sanguíneo), globulina (asociada a la hemoglobina) –globulina (anticuerpos).

- Histonas y protaminas

Proteínas básicas (muchos AA básicos) asociadas al ADN formando nucleoproteínas Histonas+ADN (Cromatina)

Protamina+ADN (Material

Hereditario en espermatozoides)

HETEROPROTEINAS

Dependiendo de La naturaleza del grupo prostético las heteroproteínas pueden ser:

- 1) Cromoproteínas; El grupo prostético es un pigmento.
- 2) Glucoproteínas; El grupo prostético es un glúcido.
- 3) Lipoproteínas; El grupo prostético es un lípido.
- 4) Fosfoproteínas; El grupo prostético es un ácido fosfórico.
- 5) Nucleoproteínas; El grupo prostético es un ácido nucleico.

- Cromoproteínas

Forman un conjunto de moléculas coloreadas debido al grupo prostético que poseen, el cual presenta una estructura compleja con inclusión de un átomo metálico Mg, Fe, Cu. Entre las cromoproteínas más importantes según la naturaleza del grupo prostético: Porphirínicas y no Porphirínicas.

–Cromoproteínas Porphirínicas; Tienen como grupo prostético un pigmento orgánico que químicamente es un metalporfirina formado por la asociación de un anillo porfirínico + metal. El anillo de porfirina está formado por cuatro anillos de Pirrol formando un anillo tetrapirídico en cuyo centro se encuentra un átomo de metal que determinados casos puede oxidarse y reducirse y al revés (citocromos). Entre los más importantes:

.Hemoglobina; es un pigmento en los glóbulos rojos a los que confiere su color, sirve como transportador de O₂ desde aparato respiratorio (tejidos).

Está constituida por cuatro cadenas peptídicas cada una de ellas asociadas a un grupo hemos anillo porfíricas unido a un átomo Fe⁺⁺.

. Mioglobina; Se encuentra en los músculos, transfiere O₂ sangre, músculos.

.Citocromos; Se encuentra en las mitocondrias; en las cadenas de transporte de e⁻, en las oxidaciones biológicas mediante el átomo de Fe asociado a la porfirina que pasa Fe⁺⁺ Fe⁺⁺⁺.

.Clorofila (Mg) pigmento fotosintético de los vegetales, color verde, de gran importancia ya que gracias a ella es posible la fotosíntesis, gracias a la energía del Sol. La clorofila es especialista en captar energía solar y desprender 2e⁻. El grupo prostético posee Mg.

–Cromoproteína no porfínica; su grupo prostético, no es el anillo de porfirina, es de naturaleza variable entre

estas destacamos ;

.Hemocianina; Pigmento respiratorio que químicamente es un metal proteico (Cu), el átomo de Cu se une directamente a la cadena peptídica, si está en estado cuprico es azul, puede oxidarse y reducirse, se encuentran en crustáceos y moluscos.

.Rodopixina; Tiene como grupo prostético retinal derivado de la vitamina A es un pigmento presente en la retina intervienen en los procesos químicos de la visión es capaz de absorber la luz.

- Glucoproteínas

Proteínas cuyo valor prostético es un glúcido unido covalentemente a una cadena peptídica realizan gran cantidad de funciones:

a)Componentes estructurales de la matriz extracelular.

b)Intervienen en la formación de membranas exterior e interior.

c)Forman parte de las secreciones mucosas.

d)Actúan como hormonas FSH (maduración de óvulos) LH (Hormona luteinizante).

e)Actúan como anticongelante biológicos.

f)Forman parte de la membrana de eritrocitos son responsables de la especificidad de los distintos grupos sanguíneos.

- Lipoproteínas

El grupo prostético es un lípido, sirve como vehículo de transporte de lípidos desde el intestino al hígado y desde el hígado a los tejidos de depósito o a la sangre. Forman la membrana celular; Ejemplo

En el plasma sanguíneo las lipoproteínas transportan lípidos, se clasifican según la cantidad de la fracción lipídica, cuanto mayor sea, mayor es la densidad: Quilomicrones, LDL, HDL.

–Quilomicrones: Se producen en las células del intestino a partir de glicina + ácidos grasos + colesterol que absorben a partir de aquí pasan al torrente sanguíneo y al hígado.

–LDL: Transportan colesterol y fosfolípidos desde el hígado (tejidos) para la entrada de LDL en el interior de las células se produce a través de receptores de membrana. Cuando hay elevada cantidad de colesterol y fosfolípidos se sintetizan menos cantidad de receptores de membrana de tal forma que LDL permanecen en el torrente circulatorio forman ateromas en las arterias. EL transporte hasta el hígado de colesterol retirándolo incluso de las paredes arteriales.

- Fosfoproteínas

Tienen como grupo prostético destacamos: Caseína (leche) y Vitelina (Huevos).

- Nucleoproteínas

Constituyen el material hereditario de los seres vivos, el grupo prostético es un ácido nucleico se dividen en histonas + ADN y protaminas + ADN (se unen mediante enlaces iónicos).

Contribuyen a mantener la estructura del ADN, impiden el ataque de las nucleasas.

–Propiedades de las proteínas;

- Son solubles en agua.
- Son Termolábiles (se altera su estructura con cambios de temperatura).
- Son sólidas.
- Las proteínas tienen un comportamiento ácido! básico depende del grado de ionización de los radicales de los aminoácidos. Que se encuentran proyectados hacia fuera de la molécula esta ionización depende del PH del medio y hace que las proteínas presente una carga eléctrica determinada. Hay un PH en el que la molécula es eléctricamente neutra se dice que está en su punto isoeléctrico.

A cualquier PH por encima del punto isoeléctrico tendrá carga negativa actúa como ácido. A cualquier PH por debajo estará cargada positivamente, actúa como base.

Se ha ideado un sistema de separación de proteínas llamado electroforesis, a un PH fijo se somete a proteínas en disolución a la acción de un campo eléctrico. El cual provoca el desplazamiento de aquellas moléculas que están ionizadas.

- Especificidad

Cada especie de ser vivo sintetiza sus propias proteínas diferente a la de otras especies (depende de la información genética del individuo) incluso dentro de la misma especie puede haber diferencias. La hemoglobina de los vertebrados puede tener notables diferencias en la composición de sus aminoácidos y en su secuencia, la semejanza de hemoglobina entre especies es tanto mayor cuando mayor sea el parentesco.

Pauling estableció que la anomalía de tipo falciforme se debía a una hemoglobina anormal, posteriormente Ingram descubrió consistía:

Ácido Glutámico que ocupa la posición, lo había sustituido por Valina los demás componentes seguían igual, este cambio produce deformación en los glóbulos rojos y en la formación de los mismos.

Destacamos que si en la síntesis de una proteína, se produce un cambio de AA se altera la secuencia de la nueva proteína, no desempeña la función de la proteína normal.

–Las funciones de las proteínas

Las proteínas determinan la forma y la estructura de las células además dirigen prácticamente todas las funciones vitales.

Las funciones de las proteínas están relacionadas con múltiples propiedades que son el resultado de su composición en AA, de su secuencia y por su plegamiento en el espacio.

Las funciones de las proteínas son específicas de cada una de ellas y permiten a la célula mantener su integridad, reparar daños, defenderse de ataques exteriores y controlar sus funciones vitales.

- Función estructural

a) Alguna proteína constituye estructuras celulares: membranas.

Ejemplo: Glucoproteínas forman de la membrana actúan como receptores o facilitando el paso de sustancias desde exterior al interior.

b) En los tejidos y algunos órganos las proteínas confieren elasticidad y resistencia. Ejemplo: Colágeno, Elastina, Queratinas

c) En los animales; arañas, gusanos de seda tiene una proteína llamada Fibroína

- Función enzimática

Actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas que tienen lugar en el interior de la célula (metabolismo)

- Función hormonal

Algunas hormonas son de naturaleza peptídica: insulina y glucagón (regulan el nivel de glucosa en sangre) hormona del crecimiento, adreno coricatrofina (sisteris de corticosteroides) calcitonina.

- Función reguladora

Algunas proteínas regulan la expresión de ciertos genes y otras regulan la división celular (ciclina).

- Función homeostática

Junto a los sistemas amortiguadores controlan el PH debido a que pueden actuar tanto ácido como bases y viceversa.

- Función defensiva

a) Las inmunoglobulinas actúan como anticuerpos.

b) Trombina y fibrinógeno contribuye a la formación de coágulos para evitar las hemorragias.

c) La mucina glucoproteína que está en las secreciones mucosas función geremida.

d) Algunas toxinas bacterianas butulismo y algunos venenos de serpientes son proteínas con función defensiva.

- Función transporte

a) Las proteínas transportadoras de O₂ en la sangre de los vertebrados; Hemoglobina y Mioglobina.

b) Transporte O₂ en invertebrados hemocianina.

c) Transporte lípidos por la sangre.

d) Proteínas de membrana transporte de sustancias a través de ella.

e) Citocromos transportan e⁻.

- Función contráctil

- La actina y miosina de las células musculares responsables de la contracción muscular.

- Dineína es la responsable del movimiento de cilios y flagelos.

- ◆ Función reserva

Solo algunas;

a) Ojoalbumina clara de huevo.

b) Gliadina (trigo)

- Hordeina (cebada).

d) Lactoalbumina (leche)

Estos son nutrientes para la emulsión.

ENZIMAS

1.-CONCEPTO Y ESTRUCTURA

Las enzimas son proteínas globulares (estructura terciaria) presentan una capacidad llamada centro activo donde se unen la molécula de su sustrato, destacamos que en el centro se encuentran aminoácidos cuya cadena lateral presenta grupos funcionales que permite su unión con el sustrato.

Los aminoácidos que forman el centro activo que pueden estar alejados en la cadena peptídica, pero la estructura terciaria los acerca. La forma y la carga del centro activo del enzima están relacionados con la forma del sustrato y con el tipo de reacción, de esto depende la especificidad del enzima, el centro activo se une al sustrato mediante interacciones hidrofóbicas, mediante interacciones iónicas, necesitan puentes de hidrógeno, puentes de disulfuro.

Formándose un complejo de unión enzima-sustrato, en la superficie de los enzimas regiones donde se unen moléculas que regulan son proteínas simples y heteroproteínas.

Heteroproteínas = Grupo protéico + Grupo prostético.

Holoenzimas = Apoenzima + Cofactor = Iones Inorgánicos y a Coenzimas moléculas orgánicas (VITAMINAS).

Los iones metálicos actúan como cofactores porque en la unión con el sustrato y actúan como Grupo Catalítico, los coenzimas intervienen como transportadores de electrones o como transportadores de grupo funcionales que se liberan en la reacción enzimática globales.

Si los coenzimas están muy estrechamente unidos al apoenzima se le da nombre de grupo prostético, Ejemplo: citocromo, unido mediante enlace covalente.

El coenzima es una molécula orgánica generalmente de naturaleza vitamínica QUE SE TRANSFORMA TRANSITORIAMENTE durante el proceso de transformación del sustrato y se regenera a través de otro sistema enzimático. EL coenzima es un mero transportador entre dos sistemas enzimáticos.

2.- MECANISMO DE ACCIÓN DE LAS ENZIMAS

Las reacciones enzimáticas se llevan a cabo a través de dos fases:

1º Fase: El sustrato se une al enzima a través del sitio activo formándose un complejo de unión enzima-sustrato imprescindible para que la reacción química pueda llevarse a cabo.

2º Fase: Es la denominación de este complejo liberándose de enzimas y quedando el sustrato transformándose en sus productos. La relación de un enzima con su sustrato es tal que se ha comparado a la que existe con un llave y sin cerradura, de forma que la eficacia de la unión del sustrato con enzima depende de que encaje perfectamente el sustrato en el centro activo de su enzima, sin embargo esta unión no es rígida, es decir, la unión del propio sustrato induce un cambio conformacional en el sitio activo, lo que permite un acoplamiento perfecto entre esta y su sustrato conocido como modelo de acoplamiento inducido de Koshland.

3.- MODELO CINÉTICO ELEMENTAL: ECUACIÓN DE MICHAELIS –MENTEN

La variación de reacción enzimática varia según la concentración molar del sustrato seguimos con una concentración $(-e)$ de la velocidad es proporcionar a la (s) cuando es baja. Si (s) es alta la velocidad es independiente (s) , el enzima se encuentra saturada.

Estas características son consideradas por la ecuación de Michaelis–Menten que dicen que la velocidad de reacción es igual a la velocidadmax por la concentración de sustrato partido por Kilómetro $+(s)$.

Es una medida de afinidad del enzima por su sustrato.

4.-MODIFICACION DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA: T Y PH, ACTIVADORES E INHIBIDORES.

Todos Los enzimas presentan una actividad máxima en condiciones ambientales máximas esta actividad se verá alterada al cambiar cualquiera de las condiciones ambientales como el Ph, T° o la presencia de moléculas llamadas inhibidores.

–Ph: Es el responsable de la ionización de los grupos funcionales de los aminoácidos y por tanto cualquier variación puede provocar desde una alteración en el centro activo hasta la desnaturalización de la proteína enzimática.

La mayoría de los enzimas solo ejercen su acción dentro de una zona determinada de Ph que se denomina Ph óptimo, para la mayoría Ph=7.

–T°: las reacciones catalizadas por las enzimas sigue la regla de Vant´Holf Cada 10°C que aumente la temperatura la velocidad de reacción se duplica, así que sin embargo y debido a que las enzimas son termolábiles esta regla rige dentro de márgenes muy estrechas llegando rápidamente al límite de velocidad.

.T° óptima: Aquella en que la velocidad enzimática es máxima oscila alrededor de los 37°C, por encima de los 45°C los enzimas se inactivan irreversiblemente (desnaturalización).

–Inhibidores: La inhibición enzimática puede ser reversible o irreversible, de la cual la reversible puede ser competitiva y no competitiva.

La actividad enzimática puede verse entorpecida e incluso eliminada por la presencia de determinadas sustancias denominadas inhibidores, existen dos tipos de inhibición:

–Reversible: En este caso el inhibidor se une temporalmente al enzima sin alterar su estructura de forma que cuando se separan el enzima está listo para actuar.

.Inhibidor reversible competitiva: Un inhibidor competitivo es una sustancia que desde el punto de vista químico se parece mucho al sustrato natural del enzima. De esta forma puede formarse un complejo de unión enzima inhibidor a través del centro activo del enzima, impidiéndose de este modo la actividad enzimática porque no puede formar el complejo (E–S).

El grado de inhibición viene dado por la relación de concentraciones entre sustrato e inhibidor de forma que cuanto mayor sea la concentración del sustrato menor es la posibilidad de inhibición.

Grado de inhibición = $(I)/(S)$

.Inhibidor reversible no competitiva: Ocurre cuando la sustancia inhibidora se une al enzima en un lugar diferente del centro activo de manera que existen complejos inactivos (IES). Parece ser que este tipo de inhibición es debido a que el anclaje del inhibidor provoca modificaciones en los AA del centro activo alterando los responsables de la transformación química. Destacamos que este tipo de inhibición no se invierte porque se aumente la concentración del soluto.

El tipo más frecuente de inhibición no competitiva es el que presenta aquellas sustancias que pueden combinarse de forma reversible con el grupo SH del AA cisteína AA esenciales porque contribuyen a mantener la estructura terciaria. Los cationes Cu, Ag inhiben estas enzimas porque reaccionan con los grupos SH de la cisteína.

–Irreversible: Cuando la unión es tal que se altera la estructura del enzima. Se produce cuando la unión del inhibidor y el enzima es tal que se altera la estructura del enzima porque se modifica la forma del centro activo es decir, se desnaturaliza y se inactivan de forma irreversible.

.Inhibidor por el producto: En este caso A!E1 B!E2 el inhibido, es el propio producto de la reacción funciona a modo de señal que existe una concentración adecuada para que se detenga la reacción.

Fenómeno importante, frecuente en las rutas metabólicas en la que los productos finales actúan como inhibidores de enzimas intermediarios controlando su producción a este tipo de regulación se la denomina retroactiva o control feedback.

ACIDOS NUCLEICOS

1.-CONCEPTO Y PROTAGONISMO

Son macromoléculas en las que van impresa la información genética de los organismos. En estas moléculas se reflejan la evolución que ha ido sufriendo una especie dada ya que la información de los progresos obtenidos quedan grabadas en estas moléculas.

Se localizan en el material hereditario celular (nucleoproteínas) que forman: los cromosomas (célula en división) y cromatina (célula en reposo).

2.-ESTRUCTURA, TIPOS Y FUNCIONES DE LOS NUCLEÓTIDOS

Composición química elemental C, H, O, N, P, son polímeros que se forman por el encadenamiento sucesivo de nucleótidos unidos mediante enlaces fosfodiéster.

Un nucleótido por hidrólisis parcial da lugar a un nucleótido +P = H₃PO₄. Un nucleótido tiene una base que está unida pentosa y ácido fosfórico.

NUCLEOTIDO = BASE NITROGENADA + PENTOSAS + P

–Nucleoproteínas: Ácidos nucleicos (nucleótidos) y a Histonas.

–Nucleótidos: Bases Nitrogenadas que pueden ser Púricas (Adenina A y Guanina G) y Pirimidicas (Citosina C, Timina T y Uracilo U), luego están las Pentosas que son D2 desoxirribofuranosa y Ribofuranosa.

–Bases orgánicas nitrogenadas

Son compuestos cíclicos de C, N, en los nucleótidos existen dos tipos: Púricas u Pirimidicas.

.Púricas: Son derivadas de la purina (molécula cíclica constituida por un anillo hexagonal de pirimidina y uno pentágono).

.Pirimidinas

–Nucleósidos

son compuestos formados por una base orgánica nitrogenada y una pentosa se une mediante enlace n–glicósido entre el C1 de la pentosa y Nq de la base púricas.

Se nombra añadiendo la terminación–osina, si derivan de una base púrica o idina si esta es pirimidinica.

Adenosina = Adenina + ribosa.

Desoxiadenosina= Adenina + desoxirribosa.

Guanonina= Guanina + ribosa.

Citidina= Citonina + ribosa.

Uridina= Uracilo + ribosa.

–Nucleótidos

Los nucleótidos son esteres fosfóricos de los nucleósidos la esterificación se realizan entre el C5 de la pentosa y el ácido fosfórico.

Se comportan como ácidos porque el resto fosfórico se ioniza desprende H⁺.

–Nucleótidos de interés biológico

Además de los nucleótidos que forman los ácidos nucleótidos existen otros que tienen una importancia biológica notable. Se encuentran libres en la célula, intervienen en el metabolismo en su regulación, actúan como activadores enzimáticos aportando energía química en las reacciones celulares, actúan como coenzimas e incluso como intermediarios en la síntesis de biomoléculas.

.Fosfatos de adenosina (adenosin fosfatos)

La importancia biológica de estos nucleótidos radica en que los grupos fosfatos se unen entre sí mediante enlaces ricos en energía. Esta energía se acumula al formarse el enlace y se libera cuando se rompen por hidrólisis, son moléculas transportadoras de energía.

EL ADP y el ATP son los transportadores de energía más importantes. El ATP actúa como moneda de cambio energético cuando se produce una reacción exergónica la energía desprendida es captada por el ADP que con fosfato inorgánico se transforma en ATP mientras que la energía que se necesita en las reacciones endergónicas proceden del ATP que se hidroliza $ADP + P_i + \text{Energía}$.

EL AMP cíclico es una forma de AMP, este nucleótido actúa como segundo mensajero en la recepción de

señales por parte de la célula.

EL ácido difosfato (VDP) actúa como transportador de moléculas de monosacáridos en los procesos de síntesis de polisacáridos.

–Nucleótidos coenzimáticos

Las coenzimas son moléculas orgánicas no proteicas que intervienen en las reacciones catalizadas enzimáticamente, actuando generalmente transportadoras de e^- . Tienen diversa naturaleza química, pero muchas de ellas son nucleótidos.

–Nucleótidos de Flavina

Están formadas por una base nitrogenada la Flavina y como pentosa un derivado de la ribosa, el ribitol. Al unirse forman el nucleósido riboflavina o vitamina B2.

Los nucleótidos de la Flavina son:

. FMN Flavina mononucleótido (riboflavina + P).

. FAD flavin adenin dinucleótido formado por una molécula de FMN unido mediante enlace fosfodiéster a otra de AMP.

–Piridin nucleótidos

Están constituidos por Nicotinamida = B3. La nicotinamida está unida a otros nucleótidos adenosina monofosfato. Los Piridin nucleótidos pueden ser:

NAD nicotinamida + ribosa + P + P + ribosa + adeninaamp.

NADP nicotinamida + ribosa + P + P + P + ribosa + adeninaamp.

Son coenzimas de deshidrogenar, transportan H^+ para luego cederlo a otras sustancias.

–Coenzima A

Es un derivado del ADP que contienen ácido pantoténico que es una vitamina del grupo B y una sustancia llamada β -aminoetanotiol que tiene un grupo tiol terminal ($-SH$).

Se designa abreviadamente CoA-SH con la que se quiere resaltar la importancia del grupo tiol interviene en el metabolismo como transportador de grupos acilo ($R-CO-$) procedentes de ácidos orgánicos.

La CoA-SH se enlaza con ácidos orgánicos mediante la formación de enlaces tioéster ($R-CO-S-CoA$) quedando dichos ácidos activados para participar en determinadas reacciones del metabolismo aeróbico.

3.-COMPOSICIÓN Y TIPOS DE ÁCIDOS NUCLEICOS.

Los ácidos nucleicos que se unen entre sí a través del grupo fosfato situado en el $C'5$ de un nucleótido y del OH del $C'3$ de otro nucleótido.

La unión se realiza mediante enlace fosfodiéster. Se distinguen dos tipos ácidos nucleicos: ADN y ARN.

–ADN: Siglas de ácido desoxirribonucleico, constituyente esencial del material genético, el ADN está formado por desoxinucleótidos, es decir, por subunidades compuestas por un azúcar (2–desoxi–D–ribosa), una molécula de ácido fosfórico y una base nitrogenada (adenina, guanina, citosina y timina), agrupados formando un polinucleótido. Su estructura es la de una doble cadena helicoidal sobre un eje común. Las dos cadenas son complementarias y de direcciones opuestas. EL orden de las bases determina la información genética (los genes son secuencias de ADN). La síntesis o replicación del ADN (duplicación) es un proceso complejo canalizado por el enzima DNA–polimerasa, se denomina ADNc (siglas de ADN complementario) el ADN de una cadena obtenido copiando ARNm con transcriptasa inversa, utilizado a menudo en experimentos de ADN–recombinante e ingeniería genética.

–ARN: Siglas del ácido ribonucleico, formado por un alarga cadena monofibrilar (excepto en algunos virus) de ribonucleicos, que están unidos entre sí por medio de puentes fosfodiéster. Desempeñan un importante papel en los procesos genéticos y se le encuentra en las células de todos los organismos, tanto en el núcleo como en el citoplasma, y en diversos orgánulos, principalmente en los ribosomas. Constituye el material genético de algunos virus, y en los restantes organismos desempeña una función muy importante en la biosíntesis de las proteínas. Cabe distinguir tres tipos principales: el ácido ribonucleico mensajero (ARNm), el ácido ribonucleico de transferencia (ARNt) y el ácido ribonucleico ribosómico (ARNr).

Las diferencias entre el ADN y ARN;

ADN: Tiene de pentosa una desoxirribosa, en las bases nitrogenadas no aparece el uracilo, su longitud de las cadenas es más larga, de tipo de molécula es generalmente cadena doble con las bases nitrogenadas enfrentadas, en la célula se localiza en el núcleo celular componente de los cromosomas, es más estable debido al enrollamiento de la molécula formado la doble hélice.

ARN: Su pentosa es una ribosa, en las bases nitrogenadas no aparece la timina, la longitud de las cadenas es más corta, generalmente molécula de cadena sencilla, se localiza en el núcleo disperso en el núcleo y en el citoplasma, es menos estable pues sus moléculas no alcanzan grados de organización tan compactos como la doble hélice.

5.–ESTRUCTURA, LOCALIZACIÓN Y FUNCIONES DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS.

Estructuras de los ácidos nucleicos; El ADN tiene estructura primaria y secundaria, aunque, cuando se asocia a determinadas proteínas para su empaquetamiento puede alcanzar niveles de gran complejidad estructural.

–Estructura Primaria

Así como en las proteínas se obtenían cadenas polipeptídicas a partir de los aminoácidos también en este caso la estructura primaria del ADN consiste en la formación de largas cadenas de polinucleótidos por unión de desoxirribonucleicos–5´monofosfato. El enlace se produce por esterificación; el grupo fosfato que se encuentra en posición 5´del nucleótido esterifica al grupo –OH situado en posición 3´ del nucleótido siguiente; de esta forma se va alargando la cadena por el encadenamiento de nucleótidos en las posiciones 5´13´... donde cada grupo fosfato forma un puente fosfodiéster entre dos moléculas de desoxirribosa.

En un polinucleótido se pueden diferenciar dos partes:

.El esqueleto de polidesoxirribosa–fosfato (...dRi P–dRi–P–dRi–P...) que es común para todas las clases de ADN, es el eje que soporta la estructura de la molécula mediante los enlaces covalentes de tipo fosfodiéster.

En cada cadena aparece un extremo 5´, que posee un grupo fosfato libre unido al carbono 5del nucleótido y un extremo 3´, que posee el –OH alcohol en posición 3´del nucleótido también libre.

.Las diferentes bases A, G, C y T alineadas a lo largo de esqueleto, constituyen el elemento característico y diferenciador entre las distintas clases de ADN. Aparece aquí, al igual que en las proteínas, la noción de secuencia. De la misma manera que los polipéptidos se distinguen unos de otros por la composición y el orden de sucesión de los diferentes aminoácidos, igualmente los polinucleótidos difieren entre sí por la composición y la secuencia de sus bases, es decir, el orden de distribución de los cuatro tipos de bases (A, G, C, T) a lo largo del esqueleto de polidesoxirribosa fosfato.

De modo, cada molécula de ADN está caracterizada por una secuencia definida de sus bases y es en la naturaleza misma de esta secuencia en donde reside la información necesaria para la síntesis de las proteínas.

!Estructura primaria del ADN. En cada polidesoxirribonucleótido se diferencian el esqueleto de polidesoxirribosa fosfato y las distintas bases alineadas en este esqueleto y dispuestas según una secuencia característica.

–Estructura Secundaria

El modelo de la doble hélice de ADN dextrógira (forma B) propuesto por Watson y Crick pone de manifiesto que la molécula de ADN está formada por dos cadenas de polinucleótidos enfrentadas por sus bases y unidas entre sí mediante puentes de hidrógeno.

Las cadenas polinucleotídicas son antiparalela, la estructura secundaria resultante se asemeja a una escalera de mano cuyos pasamanos corresponden a los esqueletos de polidesoxirribosa–fosfato y los peldaños son los pares de bases enfrentadas entre sí aunque, en realidad, el conjunto se pliega sobre sí mismo obligado por los puentes de hidrógeno entre diferentes regiones de la molécula, hasta adoptar la configuración más estable, que es la doble hélice.

En esta estructura destacan las siguientes características:

.El enrollamiento entre las dos hebras de la doble hélice es dextrógiro y de tipo plectonémico, como si estuvieran trenzadas.

.Las secuencias de bases son complementarias, pues existe una correspondencia entre las bases de ambas cadena, de tal forma que la adenina sólo puede estar frente a la timina (y viceversa) y la guanina frente a la citosina (y viceversa). Es decir, las bases púricas, que son más grandes se encuentran enfrentadas a las bases pirimidínicas, más pequeñas, y la unión se realiza por puentes de hidrógeno entre dos grupos polares de las bases : dos puentes de hidrógeno en los pares A=T y tres en los pares G=C.

Esta correspondencia entre las bases es la causa de que las dos cadenas de la hélice posean secuencias complementarias, esto es , si una posee la secuencia GACT, la otra cadena tendrá la secuencia CTGA.

!Disposición antiparalela de las dos cadenas de ADN en la estructura secundaria.

!Apareamiento entre bases complementarias mediante puentes de hidrógeno: las bases púricas, A,G se aparean con las pirimidínicas , T y C respectivamente.

–Otros modelos de ADN: ADN–A y ADN–Z

El modelo de la doble hélice de Watson y Crick se denomina hélice B y durante casi lo veinticinco años que siguieron a su publicación fue considerada como la única estructura del ADN.

El plegamiento y la estabilidad de la doble hélice se consigue por los numerosos puentes de hidrógeno establecido entre diferentes regiones de las largas cadenas polinucleotídicas, donde también intervienen

interacciones hidrofóbicas entre los anillos de las bases. Sin embargo, hay otras fuerzas que se oponen y desestabilizan la estructura, como por ejemplo, las cargas negativas que se repelen entre grupos fosfatos que estén o la agitación térmica de las moléculas por efecto de la temperatura.

Sobre las fibras de ADN, se encontró la forma B, se encontró también la hélice A, ambas son estables (la forma B cuando la humedad es alta y la forma A cuando es menor) y se diferencian por la posición de las bases y su inclinación respecto de eje de la hélice: en la hélice B los pares de bases están horizontales (inclinación cero) y el eje los atraviesa prácticamente por su centro mientras que en la hélice A los pares de bases están inclinados y desplazados hacia el exterior, pues el eje no pasa por su centro. En ambas formas (A y B) la hélice es dextrógira.

Los estudios con cristales de ADN sintético han revelado la existencia de otra forma, denominada hélice Z porque las cadenas de polidesoxirribosa-fosfato no se enrollan en la doble hélice de manera regular, sino que tienen aspecto de zig-zag (de ahí el nombre de Z); además presenta otra importante característica diferencial; la hélice Z es levógira.

Se ha sugerido que determinadas secuencias de bases son las responsables del cambio de sentido en el enrollamiento de la hélice, es decir, la secuencia de bases no influiría solamente sobre la expresión de los genes (síntesis de las proteínas), sino también sobre su control.

De este modo, las regiones del ADN con hélice Z podrían ser señales de reconocimiento específicas para los procesos de transcripción y replicación de la información genética.

-Desnaturalización del ADN

Cuando la temperatura alcanza determinado valor (llamado punto de fusión del ADN), la agitación térmica de las moléculas es capaz de separar las dos hebras y producir la desnaturalización del ADN. Éste es un fenómeno reversible, ya que una disolución de ADN calentado ligeramente por encima de su punto de fusión y desnaturalizado, al enfriarse si se mantiene en esta temperatura durante el tiempo suficiente, es capaz de recuperar su forma inicial de doble hélice (renaturalización).

La única condición para que dos cadenas recuperen la estructura de doble hélice es que sean complementarias o, al menos que posean tramos con secuencias complementarias suficientemente largos.

Las variaciones bruscas del pH también provocan desnaturalización del ADN que se renaturaliza cuando los valores de pH se sitúan dentro de los parámetros biológicos.

-Otros niveles de complejidad: Empaquetamiento del ADN

Tanto en el citoplasma de las células procariotas como en el núcleo eucariotas debe resolverse el mismo problema: como almacenar grandes cantidades de ADN en un volumen reducido y, al mismo tiempo, que la información que contiene resulte accesible.

.En las células procariotas:

El ADN de las bacterias y, en el general, de todos los procariotas y también de las mitocondrias y de los cloroplastos de las células eucariotas es una doble hélice circular (excepto en algunos grupos bacterianos, que es lineal). En un principio se consideró que el cromosoma era desnudo, actualmente está desempeñando un papel fundamental en el mantenimiento de su estructura y en el empaquetamiento en la región del nucleóide.

Para conseguir el máximo grado de empaquetamiento deben resolverse complicados problemas topológicos, para lo cual las células disponen de un equipo de topoisomerasas que, como el ADN girasa, participan en el

empaquetamiento del ADN y también en su posterior descondensación durante la transcripción y a replicación.

.En la células eucariotas:

El problema consiste en introducir en cada célula (como, por ejemplo, una célula humana) más de un metro de ADN en el interior de un núcleo cuyo diámetro apenas mide 10µm, evidentemente, el empaquetamiento debe ser aún más compacto, y para ello el ADN se asocia con un tipo particular de proteínas denominadas histonas (el núcleo de los espermatozoides presenta otra clase proteínas análogas, las protaminas).

La forma compacta que adquiere el ADN unido a las histonas se conoce como cromatina y aunque aparentemente se asemeja a un conjunto de fibras entremezcladas y apelotonadas, en realidad esconde una estructura enormemente compleja y ordenada en la que se distinguen diferentes niveles de organización estructural:

- Nucleosoma y collar de perlas.
- Fibra de 30 nanómetros (300 angstroms).
- Dominios estructurales en forma de bucles radiales.
- Cromosoma.

–Nucleosoma y collar de perlas

Para conseguir el máximo empaquetamiento la doble hélice de ADN se enrolla periódicamente alrededor de discos proteicos formados por histonas, esta estructura recibe el nombre de nucleosoma y constituye la subunidad fundamental de la cromatina.

Cada nucleosoma consta de un núcleo compuesto por un octámetro de histonas en forma de disco (intervienen dos moléculas de cada una de las histonas H2A, H2B, H3 y H4), alrededor del cual se enrollan dos vueltas de ADN bicatenario, lo que confiere a este nivel de empaquetamiento al aspecto de un collar de perlas, siendo las perlas los nucleosomas y el hilo que las engarza, los segmentos de ADN. (Algunos autores definen otra unidad, el cromatosoma, formado por el nucleosoma más el segmento de ADN, que lo une al nucleosoma siguiente).

–Fibra de 30 nm (300 Å) o fibra cromatínica.

Esta estructura representa un nivel de plegamiento aún más complejo caracterizado por el enrollamiento del collar de perlas sobre sí mismo hasta adoptar la forma de solenoide (aproximadamente seis nucleosomas por vuelta de solenoide), con lo que se logra un aumento de la compactación de 100 veces, respecto del ADN internucleosómico interactúan con moléculas de histonas H1 dispuestas en el núcleo de los solenoides, y el resultado de este enrollamiento solenoidal es la formación de una fibra cuyo diámetro observado con el microscopio electrónico es de 30 nanómetros (300 angstroms).

La fibra cromatínica es el nivel de empaquetamiento que presenta el ADN cuando se encuentra en estado de cromatina, es decir, cuando se encuentra empaquetado en el interior del núcleo celular y, al mismo tiempo, sus genes resultan localizables y accesibles por el aparato enzimático encargado de la transcripción y de la replicación.

!Nivel de empaquetamiento de fibra cromatina (de solenoide o de fibra de 30 nm: 300 Å).

–Bucles radiales, rosetones y cromosomas

Cuando la célula en mitosis, la cromatina se organiza y se empaqueta aún más en forma de enrollamientos, de

enrollamientos, de enrollamientos... de manera que la fibra de 30nm se pliega en forma de grandes bucles radiales y éstos se compactan extraordinariamente y se enrollan para formar sucesivamente rosetones, espirales de rosetones y, por fin, las cromatinas de cada cromosoma. Con esto se logra un grado de compactación unas 10.000 veces mayor que la fibra de ADN desnudo.

Los bucles radiales, al parecer, constituyen regiones estables relacionadas con la transcripción: durante la interfase de la mitosis ciertas zonas de estos bucles se descondensan y se convierten en zonas de estos bucles se descondensan y se convierten en zonas activas para la transcripción, pero pueden volver a condensarse de nuevo, sus genes quedan inaccesibles y ya no se pueden transcribir.

El ARN suele tener únicamente estructura secundaria, aunque en algunos casos existen ciertas regiones en una misma cadena que poseen secuencias complementarias capaces de aparearse y formar estructura secundarias (doble hélice) y terciarias.

– Tipos de ARN

.ARN mensajero;

Es una clase de ARN cuyas moléculas están formadas por largas cadenas de polinucleótidos de tamaño variable que sólo presentan estructura primaria.

El nombre del mensajero hace referencia a la función que desempeña, consistente en transportar la información para que se sinteticen las proteínas. Cada ARNm contiene la información para que se sinteticen para la síntesis de una proteína determinada.

En las procariotas como por ejemplo, la bacterias, los ARNm poseen en el extremo 5' un grupo trifosfato. En los eucariotas por su parte la mayoría de los ARNm poseen en el extremo 5' una especie de caperuza compuesta por un residuo de metil-guanosina unida al grupo trifosfato, y en el extremo 3' presenta un acola formada por un fragmento de unos 150 a 200 nucleótidos de adenina, denominada cola de poli A.

Además estos ácidos de eucariotas contienen secuencias de bases que codifican para la síntesis de proteínas (exones) intercaladas con otras secuencias que no contienen información para la síntesis proteica (intrones); es decir, la información genética aparece fragmentada, por lo que requieren un proceso de maduración antes de convertirse en ARNm funcionales. Una característica peculiar de estos ácidos es su corta vida, pues pueden transcurrir tan sólo unos pocos minutos desde el momento de su síntesis hasta que son degradados.

!ARN mensajero de procariotas(1) y de eucariotas (2).

.ARN ribosómico;

Lo constituyen moléculas de diferentes tamaños con estructuras secundaria y terciaria en algunas regiones de la molécula, que participan en la formación de la subunidades ribosómicas al unirse a más de setena proteínas distintas. EL ARNr contribuye a que los ribosomas posean una estructura acanalada con hendiduras o sitios capaces de albergar simultáneamente una molécula de ARNm y los diferentes unidos a los ARNt que participan en la síntesis de una cadena polipeptídica.

!Estructura secundaria de los ARNr

. ARN nucleolar;

En el nucleolo de la células eucariotas se sintetiza un ARN de elevada masa molecular (45 S), que en realidad no es más que el precursor de diferentes tipos de ARNr. En efecto, la larga cadena de ARN nucleolar 45 S se

rompe en lugares específicos y da lugar a tres fragmentos de ARNr: ARNr 28 S, ARNr 5,8 S (de la subunidad grande de la ribosoma) y ARNr 18 S (de la subunidad pequeña del ribosoma).

.ARN-U;

Se conocen unos diez tipos diferentes de pequeñas moléculas de ARN (entre 100 y 300 nucleótidos), llamados ARN-U por su elevado contenido en uridina (U). Estos se asocian a proteínas del núcleo para formar ribonucleoproteínas pequeñas nucleares (RNPpn), que desempeñan un papel fundamental en los mecanismos de corte y empalme del ARN, y tienen una gran importancia en el proceso de madurado del ARNm eucariota o en la obtención de ARNr a partir del ARN nucleolar 45 S.

.ARN de transferencia;

Esta clase de ARN se compone de molécula pequeña (entre 80 y 100 nucleótidos) con una masa molecular del orden de 25.000 D. Algunas regiones presentan estructura secundaria, ya que contiene secuencias de bases complementarias que permiten el apareamiento y la consiguiente formación de una doble hélice; las zonas que no se aparean adoptan el aspecto de bucles, como un ahoja de trébol, aunque en realidad, el plegamiento es mucho más complejo y la conformación real de los ARNt ofrece una imagen tortuosa y retorcida, que en nada se parece a una hoja de trébol; más bien, la estructura terciaria que manifiestan tienen forma de L, como un bumerán.

Otra característica de los ARNt es la de contener aproximadamente un 10% de bases que son modificaciones de las cuatro bases normales (A, G, C y U), como el pseudouracilo.

!Estructura terciaria del ARNt

LA CELULA EUCARIOTA

1.-TEORIA CELULAR

La célula es un organismo en el que las acciones integradas de los genes producen grupos de proteínas que, junto con otras moléculas, constituyen las estructuras que llevan a cabo actividades relacionarse con la vida: crece, reproducirse, responder y comunicarse.

–Teoría celular. Antecedentes y Desarrollo.

Aportaciones en el Siglo XVII por Antón van Leeuwenhoek y Robert Hooke. Leeuwenhoek construyó el primer microscopio óptico.

Hooke describió, gracias al microscopio, la estructura de la laminilla de corcho, compuesta por celdillas las que llamó cell (célula).

La teoría celular como tal fue elaborada por Scheiden y Schwann, la definen cada célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Virchow completaba la teoría celular con toda célula procede de otra célula preexistente.

–Aceptación de la teoría celular

No todos los científicos dijeron desde el principio validez universal a la teoría celular, los reticularistas sostenía que el tejido nervioso no estaba formado por células independientes. La teoría neuronal la inició Santiago Ramón y Cajal. Queda demostrada la individualidad de cada neurona.

–Postulados de la teoría celular

- 1.– Todos los organismos se encuentran formados por un a o más células.
- 2.–La célula es la unidad anatómica y fisiológica de los seres vivos.
- 3.– Toda célula procede por división de otra ya existente.
- 4.–El material hereditario conteniendo las características genéticas de una célula pasa de la célula madre a la hija.

2.–ORGANIZACIONES PROCARIOTA Y EUCARIOTA

la organización celular determina la existencia de dos grandes grupos celulares: células procariotas y eucariotas. Su nombre está relacionado con la existencia (eu verdadero) o no (pro, anterior a, primitivo) de un núcleo (Karion, núcleo) diferenciado en el interior de la célula.

–Procariota: Son células cuyo núcleo carece de membrana, por lo que el material nuclear se encuentra disperso por el citoplasma, el reino de los procariotas o moneras, integrado por organismos unicelulares, engloba a todos los organismos carentes de un verdadero núcleo, como por ejemplo las bacterias y las algas verdeazules o cianobacterias.

Se trata de organismos que se caracterizan por poseer un único cromosoma situado en el interior de la célula, pero sin estar separado del citoplasma por una membrana. Algunos poseen flagelos, pero su estructura es distinta a las del flagelo de los eucariotas, la reproducción suele ser asexual y la recombinación genética entre individuos distintos e realiza por transferencia de uno o más genes del donante al receptor.

–Eucariota: Eucariota significa con verdadero núcleo, la célula eucariota es aquella que está formada por tres partes principales: membrana celular, citoplasma y núcleo, es decir, aquella que presenta un núcleo, es decir, aquella que presenta un núcleo diferenciado, en cuyo interior se halla la cromatina (o cromosomas, durante la división celular), constituida por el material genético celular, o ADN organizado en nucleoproteínas, y unas proteínas básicas denominadas histonas. En comparación con otro tipo de células más simples, las eucariotas presentan otras particulares, entre las que destacan un citoplasma compartimentado en diversos orgánulos (mitocondrias, cloroplastos en la células fotosintéticas, etc...), de manera que las diversas capacidades metabólicas y los enzimas correspondientes tienen su asiento en zonas específicas. Los únicos organismos que no son eucarióticos, con célula eucariotas, son los integrados del reino de las moneras (bacterias, cianobacterias y similares).

Todos los organismos procariotas son unicelulares y se incluyen el reino Monera (bacterias y lagas verdeazules o cianofíceas). Los organismos eucariotas, unicelulares o pluricelulares están incluidos en los reinos Fungi (Hongos), Protistas, Vegetal y Animal.

Por otro lado, las células pueden ser autótrofas (quimiosintéticas o fotosintéticas), si son capaces de sintetizar materia orgánica a partir de inorgánica, o heterótrofa si sintetizan materia orgánica compleja pero a partir de materia orgánica más simple previamente elaborada.

3.–CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CÉLULA EUCARIOTA

Las características generales más importantes son:

–Una membrana celular o plasmática que en algunos (plantas, hongos) está rodeado de una pared celular celulósica.

–El núcleo, donde se encuentra encerrados los cromosomas (nuca uno).

–El citoplasma que presenta abundantes orgánulos con una función metabólica cada uno y cuya presencia, número y distribución varía según el tipo celular.

4.–MEMBRANA PLASMÁTICA

Tiene un espesor que oscila entre 7 y 9 nm solo al microscopio electrónico. Actualmente su estructura y composición se explica mediante el modelo de mosaico fluido de Singer y Nicholson propuesto en 1972. según este modelo, los principios constituyen son lípidos y proteínas.

–Los lípidos son fundamentalmente fosfolípidos que se disponen en forma de bicapa, de manera que las cabezas hidrófilas se sitúan hacia el exterior (interior y exterior de la célula) y las cadenas hidrófobas de ácidos grasos se disponen hacia el interior de la bicapa. Otro lípido muy importante, aunque sólo presente en la células animales, es el colesterol.

–Los proteínas son de dos tipos según su posición en la membrana:

a) Proteínas periféricas o intrínsecas, si presentan una parte inmersa en la bicapa. Al igual que los fosfolípidos, estas proteínas son anfipáticas por lo que la parte hidrofóbica se sitúa en el interior de la bicapa interactuando con los ácidos grasos. Si la proteínas atraviesa totalmente la membrana, exponiendo sus extremos a ambos lados, reciben el nombre de proteínas transmembrana.

b) Proteínas periféricas o extrínsecas si se sitúan en el exterior (en cualquier de las caras) de la bicapa, unidas a los extremos de las proteínas transmembrana o a cadenas de ácidos grasos.

Las proteínas y los lípidos pueden estar unidos a cadenas glucídicas, generalmente oligosacáridos, para formar glucoproteínas y glucolípidos de membrana, pero solamente en la cara externa de la bicapa (osea, exterior de la célula) formando el glucocálix.

El nombre de mosaico fluido se debe, por un lado, a la apariencia de piezas individuales de un puzzle o mosaico que, consideradas en su conjunto, dan forma al todo y, por otro, a que las piezas no están fijas, sino que gozan de cierta movilidad que depende de varios factores: grado de insaturación de los ácidos grasos, presencia de colesterol y temperatura. La movilidad desempeña un papel muy importante en las funciones de la membrana, sobre todo en lo referente a la permeabilidad.

–Funciones de las proteínas:

.Confiere a la célula su individualidad al separarla de entorno, la membrana plasmática no es una simple pared, constituye una barrera de permeabilidad selectiva, controla el intercambio de sustancia y regula la composición iónica y molecular del medio interno.

.Controla el flujo de información entre las células y su entorno.

.Proporciona el medio óptimo para el funcionamiento de las proteínas de membranas.

La membrana plasmática tiene las siguientes propiedades:

a) Asimetría: Las dos caras de la bicapa no son iguales debido al glucocálix y a ligeras variaciones en la distribución de los fosfolípidos.

b) Diversidad de funciones: Además de constituir el límite de la célula, la membrana desempeña funciones

muy diversas. Permeabilidad selectiva, control y conservación del gradiente electroquímico entre el interior y el exterior de la célula, recepción y transmisión de mensajes (glucoproteínas) y contención de moléculas funcionalmente activas (antígenos de los grupos sanguíneos, por ejemplo).

c) Especificidad funcional: Según las diferencias de composición desarrollarán unas u otras funciones con mayor especificidad.

d) Diferenciaciones: Son debidas al desempeño de algunas función concreta y consiste en la alteración morfológica del contorno de la célula, por ejemplo:

–Las microvellosidades de algunas células epiteliales. Son evaginaciones que aumentan la superficie de absorción intestinal.

–Las invaginaciones de la células renales que aumentan la superficie de reabsorción de agua en las nefronas.

–Las uniones intercelulares que posibilitan las interacciones entre células vecinas. Son de tres tipos: estrechas o impermeables , que no dejan espacio intercelular, comunicantes o en hendidura, que dejan un estrecho espacio intercelular, y adherentes o desmosomas, con un espacio intercelular mayor.

–Transporte de sustancias a través de membrana

La membrana realiza un permeabilidad muy selectiva para el paso d sustancias entre el exterior y el interior celular.

En el transporte de sustancias a través de membrana hay que diferenciar: Transporte pasivo y activo de moléculas pequeñas y transporte de macromoléculas mediante vesículas (endocitosis y exocitosis).

- Transporte pasivo de moléculas pequeñas

Se denomina pasivo porque no implica consumo de energía por parte de la célula. Por ello se aprovecha el gradiente químico, teniendo en cuenta que la membrana es permeable al agua y a las sustancias polares. Se lleva a cabo por tres mecanismos: ósmosis, difusión simple y difusión facilitada.

–Ósmosis: Es un caso especial de difusión simple.

–Difusión simple: Ha de existir un gradiente de concentración a ambos lados de la membrana y el paso de sustancias se produce siempre a favor del mismo. Es necesario que las sustancias sean hidrófobas (lipófilas) para que se disuelvan en la matriz lipídica de la membrana; así pasan sustancias como el O₂, el CO₂ ciertos iones etc..También pueden pasar sustancias menos hidrófobas; en este caso actúan las proteínas integrales que crean poros temporales y se les denomina proteínas de canal.

–Difusión facilitada: Se produce a favor de gradiente con la intervención necesaria de proteínas de membrana llamadas permeasas que son muy específicas para las moléculas que transportan de modo que se unen a ella. Tras ka unión sufren un cambio en la conformación que permiten la translocación de la molécula a través de la membrana, soltándola una vez que se encuentra al otro lado y recuperando la estructura original.

- Transporte activo de moléculas pequeñas

El transporte activo implica un gasto de energía necesario para vencer el gradiente contra el que se realiza el mismo, este transporte tiene dos características fundamentales: una, la necesitada de proteínas integrales llamadas transportadoras (carriers), que actúan como bombas de impulsión de sustancias y otra la hidrólisis de ATP a ADP para la obtención de energía mencionada.

El modelo mejor conocido es la bomba de Na-K, este transporte permite que se mantengan las diferencias de potencial químico entre ambos lados de la membrana. La concentración de Na⁺⁺ es mucho menor en el interior que en el exterior, a pesar de que la entrada de dicho ión está facilitada, ya que el interior celular es eléctricamente negativo, y la concentración de K⁺⁺ es mucho menor en el exterior que en el interior. Lo más interesante del modelo es que la fosforilación y defosforilación de la proteína llevan consigo cambios conformacionales que permiten el transporte.

Se consideran tres tipos de moléculas transportadoras, distinguiéndose aquellas que transportan una sola molécula cada vez y otras que transportan dos moléculas diferentes; en este caso se habla de sistemas acoplados o cotransportadores:

–Uniporte: Moléculas que conducen una sola molécula y en un solo sentido.

–Simporte: Sistemas acoplado en el que la transportadora mueve dos moléculas y en el mismo sentido.

–Antiporte: Sistema acoplado en el que se produce el transporte de dos moléculas, de forma simultánea o sucesiva, pero en sentido contrario. Este es el caso de la bomba de Na-K.

c) Transporte de macromoléculas mediante vesículas: Endocitosis y exocitosis.

La endocitosis consiste en la ingestión de macromoléculas mediante la formación de vesículas de endocitosis. La membrana celular sufre una invaginación de forma que va rodeando progresivamente a la sustancia hasta que la engloba en una vesícula que se separará por estrangulamiento. Esto requiere un cierto gasto de energía por parte de la célula. Según el tamaño de las partículas existen dos tipos de endocitosis.

–Fagocitosis: Se ingieren moléculas de gran tamaño, es el caso, por ejemplo de la ingestión de bacterias por macrófagos.

–Pinocitosis: Es la ingestión de sustancias líquidas.

Las vesículas pueden progresar de dos formas: lo normal es que se fusionen con lisosomas secundarios. La otra forma se llama micropinocitosis y consiste en que las vesículas atraviesan todo el citoplasma de forma que la sustancia captada por un lado son vertidas, por exocitosis, por el otro. Esto ocurre en las células endoteliales de los capilares sanguíneos.

Un mecanismo característico es la endocitosis es la endocitosis mediada por receptor: es un proceso muy específico para las moléculas que se van a englobar. Las vesículas que se forman presentan un revestimiento de proteínas por lo que se denominan vesículas revestidas. Este es el mecanismo por el cual la célula ingiere el colesterol que se encuentra en la sangre en forma de LDL (lípidos de baja densidad).

–La exocitosis es la expulsión, mediante vesículas, de sustancias, es un proceso contrario a la endocitosis en el que las vesículas que engloban las sustancias que serán expulsadas migran hacia la membrana y se adhieren a ella por aposición, posteriormente, las membranas se funden y se expulsan las sustancias.

–Especializaciones de la membrana plasmática: Uniones intercelulares.

Las células que están en contacto directo suelen unirse entre sí mediante regiones especializadas de sus membranas plasmáticas denominadas uniones intercelulares. Hay tres tipos: Uniones Herméticas, Uniones de anclaje y Tipo Gap o comunicación.

1) Uniones Herméticas: Sellan las membranas de las células adyacentes para impedir que las sustancias pasen a

través de los espacios intercelulares.

2)Uniones de Anclaje: Son los puntos de contacto intercelulares (modo de remanches) que mantienen firmemente unidas a la células aumentando la resistencia y rigidez del tejido.

3)Uniones de comunicaciones o tipo gap: Son canales intercelulares que permiten el paso de iones y pequeñas moléculas entre células adyacentes.

5.- CITOSOL

Es el medio acuoso del citoplasma en el que se encuentra inmersos todos los orgánulos celulares, posee una consistencia de gel y sus composición es compleja, en él se encuentran disueltos iones inorgánicos (AA monosacáridos y nucleótidos), moléculas de RNA y una gran cantidad de proteínas, la mayoría enzimas que catalizan un gran número de reacciones.

Contiene una gran cantidad de filamentos protéicos que le proporcionan una gran compleja estructura interna, el conjunto de estos filamentos se llama citoesqueleto.

7.-ORGANULOS MEMBRANOSOS (RE; GOLGI; LISOSOMAS; VACUOLAS; MITOCONDRIAS; PLASTOS; Y NO MEMBRANOSOS (RIBOSOMAS; CENTRIOLOS)

–Retículo Endoplasmático

Está formado por una compleja red de membranas interconectadas que se que se extiende por todo el citoplasma. La membrana del RE forma cisternas, sáculos y tubos aplanados que definen un único espacio por interno denominado lumen del RE, tienen diversas funciones, las más importantes síntesis de lípidos y de proteínas.

El RE puede ser rugoso o liso. Posee ribosomas adheridos a su membrana y el RE liso no posee ribosomas.

.RE rugoso: Está cubierto exteriormente por ribosomas dedicados a la síntesis de proteínas. Su membrana forma sáculos y cisternas aplanados.

Las funciones del RE rugoso:

–Síntesis de proteínas: Los ribosomas unidos a la membrana del RE se dedican a las síntesis de proteínas que son simultáneamente translocados al interior del RE, estas proteínas son de dos tipos:

- Proteínas transmembranas.
- Proteínas Solubles en Agua.

La unión de la síntesis de todas las proteínas, traducidas por los ribosomas del citoplasma, tiene lugar en los ribosomas libres del citosol, la unión del ribosoma a la membrana del RE, solo tiene lugar cuando la cadena polipeptídica nascente que sobresale del ribosoma, contiene un péptido señal para el RE.

–Glicosilación de proteínas: se considera parte del proceso de síntesis de proteínas que da lugar a las glicoproteínas , es la incorporación de cadenas de oligosacáridos a las proteínas.

.RE liso: Su membrana está conectada a las cisternas del RE rugoso y forma una fina red de tubulos, principales función es la síntesis de casi todos los lípidos celulares, la mayoría de la células presentan poca cantidad de Re liso.

–Funciones:

- 1) Síntesis de fosfolípidos.
- 2) Síntesis de hormonas esteroideas.
- 3) Interviene en procesos de detoxificación.
- 4) Producción de partículas lipoprotéicas.

–Complejo de Golgi

Suele localizarse cerca del núcleo y de la células animales centra del centrosoma o centro celular, el desarrollo del complejo de Golgi varía según el tipo celular y su estado fisiológico, es variable el número de componentes, los dictiosomas (algunas más otras menos).

.Estructura: Formados por uno o más grupos de cisternas aplanados y apiladas, denominadas dictiosomas, cada dictiosoma contiene normalmente entre cuatro y seis cisternas de forma aplanada que están rodeadas de pequeñas vesícula, se distinguen dos caras: una cara trans y cara cis (la cara cis relacionada con el RE y la cara trans surgen diferentes vesículas de transporte que se dirigen a sus destinos finales: la membrana plasmática y los lisosomas y las vesículas secreción.

.Funciones

*Interviene en los procesos de secreción; Las proteínas destinadas a ser secretadas al exterior son sintetizadas en el RE rugoso y posteriormente al complejo de Golgi donde son empaquetados en las vesículas de secreción.

*Reciclaje de la membrana plasmática; Durante la exocitosis, la membrana de las vesículas secretoras pasa a formar parte de la membrana plasmática, esto hace que los componentes de la membrana se incorporen por endocitosis.

*Glicosilación; El Golgi contiene enzimas glicosil–transferasas que realizan reacciones de Glicosilación, en estas reacciones se eliminan algunos de los azúcares del oligosacárido añadido al RE y se adicionan otros:

.Formación de los lisosomas.

.Formación de las vacuolas (células vegetales).

– Lisosomas

Son vesículas rodeadas de la membrana que contiene enzimas hidrolíticas encargadas de las digestiones intracelulares, son muy heterogéneos en cuanto a su forma y tamaño, contiene 40 enzimas diferentes, Ph próximo a 5.

.Función: Es la digestión intracelular de macromoléculas, dependiendo de la procedencia de l material implicado den la digestión puede haber dos procesos:

a) Heterofagia: Consiste en la digestión de material de origen exógeno, que se incorpora a la célula por endocitosis ya sea Pinocitosis o fagocitosis.

Si la digestión es incompleta, quedan en el interior de los lisosomas sustancias no digeridas formando los

cuerpos residuales, en los protozoos y en muchos invertebrados inferiores, los cuerpos residuales vierten los desechos al exterior por exocitosis, proceso denominado defecación celular. La heterofagia invierte en procesos tales como la nutrición y la defensa de organismos.

b) Autofagia: Es la digestión de material de origen endógeno, es decir, de partes de la propia célula, está relacionada con el recambio de los componentes celulares: destruye los componentes celulares defectuosos o ya que no son necesarios para la célula.

–Vacuolas

Son características de las células vegetales, son unas vesículas muy grandes, llenas de líquido y rodeadas por una membrana, denominada tonoplasto, el número y tamaño de las vacuolas varían según el tipo de célula, la composición de las vacuolas varía de acuerdo con el tipo de planta y su estado fisiológico. El principal componente del líquido vacuolar es sales, azúcares y proteínas en disolución.

–Función;

a) Almacenan gran cantidad de sustancias: Nutritivas como las proteínas de reservas de muchas semillas, productos de desecho tóxicos, pigmentos antocianicos que dan color a los pétalos de flores.

b) Poseen actividad digestiva: Ya que pueden contener gran variedad de enzimas hidrolíticas.

c) Regulan la presión de turgencia: La concentración de materiales disueltos dentro de la vacuola es muy alta superior a la del citosol, la entrada de agua es por ósmosis.

d) El aumento de tamaño de las células se debe en gran parte a la acumulación de agua en sus vacuolas, lo que supone un sistema económico para el crecimiento de las células.

–Mitocondrias: Son los centrales energéticos de todas las células, tiene lugar la respiración, proceso que implica la obtención de energía a partir de moléculas orgánicas y su conversión en moléculas de ATP.

.Estructura: Poseen dos membranas, una externa y lisa y otra interna y muy plegada cuyas invaginaciones reciben el nombre de crestas.

Estas membranas definen dos compartimientos diferentes: El espacio intermembranoso (ambas membranas) y la matriz interna. En la matriz se producen el ciclo de Krebs a ciclo del ciclo crítico y la oxidación de los ácidos grasos y la membrana interna tiene lugar la fosforilación oxidativa.

.Composición;

*Membrana mitocondrial externa: Formada por una bicapa lipídica y numerosas proteínas asociadas, es permeable a la mayoría de las moléculas pequeñas e iones.

*Espacio intermembranoso: Posee una composición química equivalente a la del citosol con respecto a las pequeñas moléculas encierra solo unas pocas enzimas a diferencia de la matriz.

*Membrana mitocondrial interna: Se encuentra plegada formando crestas que aumentan notablemente su superficie, es impermeable a las sustancias e iones y permeable al O₂, CO₂ y H₂O. Se pueden distinguir tres tipos de proteínas:

.Proteínas transportadoras específicas /regulan paso metabolitos).

.Proteínas de cadena respiratoria a cadena transportadora de electrones hasta el O₂.

.Complejo enzimático denominado ATP sintetasa que cataliza la producción de ATP a partir ADP y Pi.

–Plastos

Orgánulos exclusivos de las células vegetales, se caracteriza por poseer pigmentos y por su capacidad para sintetizar y acumular sustancias de reserva. Dos grandes grupos:

*Leucoplastos: en la mayoría de los casos almacenan diversas sustancias, como almidón (amiloplastos), grasas (oleoplastos) y proteínas (protoplastos).

*Cromoplastos: Son plastos que llevan en su interior un pigmento que les da color. Por ejemplo los que tienen clorofila son de color verde y se llaman cloroplastos, mientras que los que tienen ficocitrina son de color rojo y se denominan rodoplastos.

–Ribosomas

Son pequeñas partículas donde tiene lugar la síntesis de proteínas en todos los seres vivos, está formado por varias moléculas de RNA ribosómico asociados a más de 50 proteínas diferentes.

–Localización: Los ribosomas de 80 S de las células eucariotas pueden encontrarse libres en el citosol o unidos a la cara citosólica de las membranas del RE, los dos tipos de ribosomas del citoplasma. Son estructural y funcionalmente iguales, pero según estén libres o unidos al RE.

Sintetizan proteínas cuyos destinos finales son diferentes. En los ribosomas libres se sintetizan las proteínas del citosol, núcleo, peroxisomas. Mitocondrias y cloroplastos (en plantas).

En los ribosomas de Golgi, lisosomas, membranas plasmática y las destinadas a ser secretadas por la célula. La información para que las proteínas lleguen a su destino en la célula, está contenida en ciertas secuencias de AA de la proteína, estas secuencias se denominan péptido señal y son reconocidas por receptores que hay en el orgánulo al que va destinada la proteína.

En las células eucariotas hay ribosomas 70 S, similares a los bacterianos, en el interior de las mitocondrias y de los cloroplastos (células vegetales).

En estos ribosomas se sintetizan las proteínas codificadas por el ADN mitocondrial o el ADN cloroplasto.

–Origen: la formación de los ribosomas comprende la síntesis y el ensamblaje de sus dos componentes, las proteínas y el ARNr en el núcleo.

–función: Intervienen en la síntesis de proteínas y que generalmente varios ribosomas traducen simultáneamente la misma molécula de ARNm dando lugar a un polisoma o polirribosoma.

–Núcleo interfásico

Observado por primera vez por R. Brown en 1831, es un corpúsculo relativamente grande que se encuentra en todas las células eucariotas excepto en glóbulos rojos. Generalmente hay un núcleo por célula, aunque existen células binucleadas y multinucleadas.

Su forma es normalmente esférica y suele adoptar una posición central, aunque en células vegetales está lateralizado debido al gran tamaño de la vacuola. En su interior se encuentra la información genética, por lo

que debido al gran tamaño de la vacuola. En su interior se encuentra la información genética, por lo que controla la actividad celular.

El núcleo puede presentarse en dos estados: en reposo o núcleo interfásico o en división o núcleo miótico. En el núcleo interfásico se diferencian las siguientes estructuras: membrana nuclear, nucleoplasma, cromatina y nucleolos.

a) Membrana nuclear: Es una doble membrana que se continúa con las del RE. Posee numerosos poros debido a la fusión de las dos membranas en los complejos de poro. La función de los poros es permitir el paso bidireccional de sustancias. La membrana externa puede tener adosados, al igual que el RER, ribosomas.

b)Jugo nuclear o nucleoplasma: O carioplasma de composición similar a la del hialoplasma. Incluye gran cantidad de proteínas y enzimas involucradas en la replicación del ADN y en la transcripción del ARNm.

c) Cromatina: El material genético está constituido por moléculas de ADN. En los eucariotas cada molécula de ADN está densamente empaquetada alrededor de proteínas formando la cromatina. Las proteínas presentes en la cromatina se clasifican en histonas y no histonas. Las histonas son exclusivas de eucariotas, se encuentran en igual cantidad que el ADN, son de pequeño tamaño y contienen proporciones elevadas de aminoácidos cargados positivamente (lisina y arginina). Lo que les permite unirse fuertemente al ADN.

–Hay dos grupos de histonas:

.Histonas nucleosomales: (H2A, H2B, H3 y H4), responsables del empaquetamiento del ADN en los nucleosomas.

.Histonas H1, que presenta formas específicas según las células, implicadas en el apilamiento o condensación de los nucleosomas.

Por el grado de condensación de la cromatina, ésta puede ser de dos tipos: eurocromatina, muy difusa y heterocromatina, más condensada. El mayor grado de condensación del material genético se produce cuando la célula se va a dividir, entonces la cromatina se transforma en cromosomas.

En la metafase, cada cromosoma está formado por dos cromátidas idénticas unidas entre sí por el centrómero o constricción primaria. En el centrómero se encuentra el cinetocoro. Que es por donde se une el cromosoma al huso miótico durante la mitosis. Las partes del cromosoma a cada lado del centrómero se llaman brazos. Según la posición del centrómero los cromosomas se clasifican en: Telocéntricos, Subtelocéntricos, Submetacéntricos, Metacéntricos.

Además del centrómero, pueden existir otros estrechamientos constricciones secundarias. Los segmentos finales de los cromosomas son los telómeros que pueden parecer casi separados del cromosoma; en este caso se le llama satélite y al cromosoma, cromosomasat.

–Centríolos:

Los centríolos son pequeños orgánulos de forma cilíndrica que parece que desempeñan un importante papel en la división material nuclear en las células animales. Tiene de 300 a 400 milimicras de longitud y unas 150 milimicras de diámetro. A menudo los centríolos se encuentran por parejas, disponiéndose entre sí, los dos, los dos miembros de la pareja, en ángulo recto.

El centríolo tiene dos funciones diferentes: tiene un papel en la división celular y también puede servir de cuerpo basal a partir del cual se origina un cilio o un flagelo. El mismo centríolo puede tener ambas funciones: en la espermátida del hombre (la célula que madura transformándose en el espermatozoide), el flagelo

espermático se origina a partir de uno de los centriolos.

EL CICLO CELULAR

1.-CONCEPTO

Las células que pierde un organismo deben ser sustituidas por otras; de ello se ocupa la división celular, que permite obtener, dos células hijas idénticas a su progenitora. Esto supone para la madre.

–Duplicar su material hereditario, que luego ha de repartirse entre las células hijas.

–Dividir en dos su citoplasma.

–El ciclo celular es el conjunto de cambios que sufre una célula desde que se ha formado hasta que se divide para dar origen a dos células hijas.

En las células eucariotas el ciclo celular se divide en dos fases, la interfase, en la que la célula crece y sintetiza sustancias y la fase M, en la que ocurre la mitosis y la citocinesis.

2.-INTERFASE

Tiempo que transcurre entre dos mitosis sucesivas y que ocupa la mayor parte del ciclo celular. Durante la interfase hay una gran actividad metabólica, se produce un aumento del tamaño de la célula. Tres periodos o fases:

*Fase G1: En ella se sintetiza las proteínas para que la célula aumente de tamaño. Comienza cuando termina la mitosis y dura hasta que se inicia la replicación del ADN.

En las células que no entran nunca en mitosis esta fase es permanente y recibe el nombre de G0. Se dice que la célula se encuentra en reposo o quiescencia. Se da en las células que han sufrido un proceso importante de diferenciación, como las neuronas o las fibras musculares.

*Fase S: Se produce la replicación del ADN y se sintetizan las histonas. Como resultado de la replicación, cada cromosoma está formado por dos cromátidas, unidas mediante el centrómero.

*Fase G2: La célula puede aumentar ligeramente de tamaño. Se transcriben y traducen genes que codifican las proteínas, necesarias para la célula se divida y se duplican los centriolos. Esta fase finaliza con la mitosis.

3.- EL NÚCLEO MIÓTICO: CROMOSOMAS.

Los Cromosomas presentan la máxima compactación de la cromatina, esta máxima condensación es la que permite el reparto del material genético entre las células hijas.

Según las hipótesis actuales, los cromosomas estarían formados por varios dominios estructurales en forma de bucle (bucles de cromatina) que se extenderían a partir de un eje principal (formado por proteínas no histónicas) alrededor del cual se dispondría la fibra nucleosómica de manera espiralada.

.Estructura del cromosoma metafásico

Está constituido por dos cromátidas paralelas entre sí, resultado de la duplicación del material genético y separadas, excepto a nivel del centrómero. En cada cromosoma se identifican las siguientes estructuras.

.El centrómero, divide al cromosoma en dos brazos, del mismo o de diferente tamaño; ocupa una posición variable, pero fija para cada cromosoma. Los centrómeros contienen cromatina compactada.

A ambos lados del centrómero se localiza una estructura proteica denominada cinetocoro, que constituyen los puntos desde los cuales polimerizan los microtúbulos que intervienen en la separación de los cromosomas durante la anafase de la mitosis y de la meiosis.

.Las constricciones secundarias: Son zonas más estrechas en los brazos relacionadas con la formación del nucleolo al final de cada mitosis.

.Los telómeros. Son zonas que forman un casquete en cada uno de los extremos en cada ciclo de replicación. En ocasiones, a uno de los extremos se le une un fragmento de ADN denominado satélite.

.Los bandas. Son segmentos de cromatina que se colorean con diferente intensidad y que permite una identificación de los cromosomas mediante el llamado método de patrón de bandas. Este método se basa en la utilización de diversas técnicas de coloración.

–Tipos de cromosomas:

En función de la posición que ocupe el centrómero se distinguen cuatro tipos de cromosomas:

*Metacéntricos: El centrómero ocupa una posición medial. Los dos brazos son de igual o similar longitud.

*Submetacéntricos: El centrómero ocupa una posición submedial. Uno de los brazos tiene un tamaño ligeramente superior.

*Acrocéntricos: El centrómero ocupa una posición subterminal. Uno de los brazos es muy largo, y el otro muy corto.

*Telocéntricos: El centrómero ocupa uno de los extremos del cromosoma esto da lugar a un cromosoma con un único brazo.

–Número de cromosoma

El número de cromosoma es constante para todas las células de un mismo, salvo en las células reproductoras que contiene la mitad.

La mayoría de los organismos son diploides, tiene dos juegos de cromosomas, uno heredado del padre y otro de la madre. Los cromosomas forman parejas de homólogos conteniendo información genética para los mismos caracteres.

Los organismos haploides contienen un único juego de cromosomas. A este grupo pertenecen los gametos, tanto el óvulo como los espermatozoides, algunas algas y las esporas de los musgos y de los helechos. Existen organismos que tienen más de dos juegos de cromosomas. Triploides, tetraploides se les denomina poliploides.

El número de cromosomas no guarda relación con el nivel evolutivo alcanzado por la especie. Al conjunto de todos los cromosomas de una célula se le denomina cariotipo. Dentro del cariotipo se distinguen dos tipos de cromosomas:

*Los cromosomas somáticos: Comunes en los dos sexos de la misma especie e implicados en desarrollar las características del soma o del cuerpo.

*Los cromosomas sexuales o gonosomas: Responsables por número, presencia o ausencia, de la determinación del sexo. Son el cromosoma X y el Y, de menor tamaño.

4.- MITOSIS: DESCRIPCIÓN Y SIGNIFICADO

Aunque es un proceso continuo, para su estudio se divide en 4 fases: profase, metafase, anafase y telofase.

- Profase

La cromatina se va condensando hasta formar cromosomas bien definidos. Cada cromosomas estará formando por dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero o constricción 1°.

El centrosoma, que previamente ha duplicado, se separa en dos. Cada centrosoma hijo se dirige hacia un polo de la célula formándose entre ellos el huso miótico o acromático constituido por microtúbulos.

- Metafase

Se diferencian claramente tres tipos de microtúbulos:

a) Microtúbulos Astrales: Parten en todas direcciones desde los centrosomas.

b) Microtúbulos Polares: Se solapan en el plano ecuatorial empujando y separando los dos polos.

c) Microtúbulos Cinetocóricos: Se adhieren a los cinetocoros de cada cromosomas, conduciendo su movimiento a lo largo de la mitosis.

Los microtúbulos Cinetocóricos conducen a todos los cromosomas hacia el plano ecuatorial de la célula, alineándose en la placa metafásica.

- Anafase

A partir de una señal específica se produce la separación simultánea de los centrómeros en todos los pares de cromátidas, y cada juego de cromosomas, formados a partir de aquí por una sola cromátida, es arrastrado por las fibras del huso hacia un polo celular. Al final de la anafase, dos conjuntos idénticos de cromosomas se agrupan hacia los polos opuestos del huso.

- Telofase

Es como una profase inversa. Los microtúbulos Cinetocóricos desaparecen y los microtúbulos polares se alargan separando más los polos. Los dos conjuntos de cromosoma de los dos polos se descondensan. Los nucleolos empiezan a reorganizarse y se forma la membrana nuclear a partir de vesículas dispersas, formando dos núcleos hijos.

5.- CITONESIS

Los orgánulos se reparten de forma equitativa hacia los dos polos de la célula. Algunos, como las mitocondrias y cloroplastos, sólo se pueden formar a partir de otros preexistentes, por lo que es fundamental que cada célula hija herede al menos uno.

En células animales el citoplasma se divide mediante un estrangulamiento. En el caso más típico se forma un surco de segmentación en el ecuador de la célula madre. En el interior del surco se forma un anillo contráctil de filamentos de actina y miosina, que van estrechando el surco y terminar por estrangular a la célula madre.

En las células vegetales la pared celular impide la formación del surco de estrangulamiento. En este caso, una serie de vesículas derivadas del complejo de Golgi, que transportan precursores de la pared celular, se van acumulando en el ecuador de la célula. Esas vesículas se van fusionando hasta formar una placa celular temprana que se extiende hasta completar una nueva pared celular, mediante un proceso de fragmentación que separa las dos células.

6.- MODALIDADES DE LA DIVISIÓN CELULAR

El proceso de división celular da como resultado dos células hijas iguales. Es el tipo de división más frecuente, no siempre ocurre así. A veces el reparto de material citoplasmático es asimétrico o se produce un mayor número de células hijas.

–Genación: Reparto asimétrico citoplasmático. El huso acromático se desplaza hacia la periferia de la célula y la célula hija surge, como una yema, de un lado de la madre. A veces la célula hija permanece a la madre y a su vez se reproduce, formándose cadenas de células, por ejemplo en las levaduras.

–Esporulación: Se produce varias mitosis sucesivas sin que ocurra la citocinesis de modo que se forman células multinucleadas. Cuando se alcanza un cierto número de nucleolos, se rodean de una membrana plasmática y una porción de citoplasma y se liberan por rotura de la célula madre. En los protozoos.

NUTRICION CELULAR

1.- CONCEPTO Y TIPOS DE NUTRICIÓN: AUTÓTROFA Y HETERÓTROFA.

los requisitos de para la supervivencia de un organismo son:

.Una fuente ambiental de carbono. Dependiendo de la fuente de carbono, los organismos se clasifican en:

*Autótrofos si asimilan el dióxido de carbono ambiental.

*Heterótrofos si asimilan como materia prima utilizan moléculas orgánicas sencillas.

.Una fuente ambiental de hidrógeno para reducir moléculas. Según la fuente de hidrógeno los organismos son:

*Fotótrofos, si aprovechan la luz directamente.

*Quimiótrofos, si sólo pueden servirse de energía química.

.Un aceptor último de los hidrógenos que permita la oxidación del aceptor anterior, con la consiguiente liberación de energía que hará posible la síntesis de biomoléculas. Se clasifican los organismos en:

–Aerobios si el O₂ es el aceptor último.

–Anaerobios si es otra la sustancia la que finalmente recibe los electrones.

Un suministro ambiental de agua, sales minerales y nitrógeno.

Todo organismo requiere C, H y energía. La nomenclatura sobre las formas de nutrición se construyen combinando todos los términos anteriores.

Clases de organismos según su tipo de nutrición

–Litótrofos pueden Ser Fotótrofos, Fotolitotrófos (todos los vegetales con clorofila); Quimiótrofos, Quimiolitotrofos (bacterias quimiosintéticas).

–Organótrofos pueden ser Fotoorganótrofos (bacterias purpúreas no sulfurosas); Quimioorganótrofos (todos los animales).

2.– TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANAS

–Transporte de sustancias a través de membrana

La membrana realiza una permeabilidad muy selectiva para el paso de sustancias entre el exterior y el interior celular.

En el transporte de sustancias a través de membrana hay que diferenciar: Transporte pasivo y activo de moléculas pequeñas y transporte de macromoléculas mediante vesículas (endocitosis y exocitosis).

- Transporte pasivo de moléculas pequeñas

Se denomina pasivo porque no implica consumo de energía por parte de la célula. Por ello se aprovecha el gradiente químico, teniendo en cuenta que la membrana es permeable al agua y a las sustancias polares. Se lleva a cabo por tres mecanismos: ósmosis, difusión simple y difusión facilitada.

–Ósmosis: Es un caso especial de difusión simple.

–Difusión simple: Ha de existir un gradiente de concentración a ambos lados de la membrana y el paso de sustancias se produce siempre a favor del mismo. Es necesario que las sustancias sean hidrófilas (lipófilas) para que se disuelvan en la matriz lipídica de la membrana; así pasan sustancias como el O₂, el CO₂ ciertos iones etc..También pueden pasar sustancias menos hidrófobas; en este caso actúan las proteínas integrales que crean poros temporales y se les denomina proteínas de canal.

–Difusión facilitada: Se produce a favor de gradiente con la intervención necesaria de proteínas de membrana llamadas permeasas que son muy específicas para las moléculas que transportan de modo que se unen a ella. Tras la unión sufren un cambio en la conformación que permiten la translocación de la molécula a través de la membrana, soltándola una vez que se encuentra al otro lado y recuperando la estructura original.

- Transporte activo de moléculas pequeñas

El transporte activo implica un gasto de energía necesario para vencer el gradiente contra el que se realiza el mismo, este transporte tiene dos características fundamentales: una, la necesidad de proteínas integrales llamadas transportadoras (carriers), que actúan como bombas de impulsión de sustancias y otra la hidrólisis de ATP a ADP para la obtención de energía mencionada.

El modelo mejor conocido es la bomba de Na–K, este transporte permite que se mantengan las diferencias de potencial químico entre ambos lados de la membrana. La concentración de Na⁺⁺ es mucho menor en el interior que en el exterior, a pesar de que la entrada de dicho ión está facilitada, ya que el interior celular es eléctricamente negativo, y la concentración de K⁺⁺ es mucho mayor en el exterior que en el interior. Lo más interesante del modelo es que la fosforilación y defosforilación de la proteína llevan consigo cambios conformacionales que permiten el transporte.

Se consideran tres tipos de moléculas transportadoras, distinguiéndose aquellas que transportan una sola molécula cada vez y otras que transportan dos moléculas diferentes; en este caso se habla de sistemas acoplados o cotransportadores:

- Uniporte: Moléculas que conducen una sola molécula y en un solo sentido.
- Simporte: Sistemas acoplado en el que la transportadora mueve dos moléculas y en el mismo sentido.
- Antiporte: Sistema acoplado en el que se produce el transporte de dos moléculas, de forma simultánea o sucesiva, pero en sentido contrario. Este es el caso de la bomba de Na–K.

c) Transporte de macromoléculas mediante vesículas: Endocitosis y exocitosis.

La endocitosis consiste en la ingestión de macromoléculas mediante la formación de vesículas de endocitosis. La membrana celular sufre una invaginación de forma que va rodeando progresivamente a la sustancias hasta que las engloba en una vesícula que se separará por estrangulamiento. Esto requiere un cierto gasto de energía por parte de la célula. Según el tamaño de las partículas existen dos tipos de endocitosis.

–Fagocitosis: Se ingieren moléculas de gran tamaño, es el caso, por ejemplo de la ingestión de bacterias por macrófagos.

–Pinocitosis: Es la ingestión de sustancias líquidas.

Las vesículas pueden progresar de dos formas: lo normal es que se fusionen con lisosomas secundarios. La otra forma se llama micropinocitosis y consiste en que las vesículas atraviesan todo el citoplasma de forma que la sustancias captadas por un lado son vertidas, por exocitosis, por el otro. Esto ocurre en las células endoteliales de los capilares sanguíneos.

Un mecanismo característico es la endocitosis es la endocitosis mediada por receptor: es un proceso muy específico para las moléculas que se van a englobar. Las vesículas que se forman presentan un revestimiento de proteínas por lo que se denominan vesículas revestidas. Este es el mecanismo por el cual la células ingieren el colesterol que se encuentra en la sangre en forma de LDL (lípidos de baja densidad).

–La exocitosis es la expulsión, mediante vesículas, de sustancias, es un proceso contrario a la endocitosis en el que las vesículas que engloban las sustancias que serán expulsadas migran hacia la membrana y se adhieren a ella por aposición, posteriormente, las membranas se funden y se expulsan la sustancias.

3. – ENDOCITOSIS

Es el transporte de moléculas de elevada masa molecular. Es el proceso por el que la célula capta partículas del medio externo, mediante una invaginación de la membrana en la que se engloba la partícula a ingerir, se produce la estrangulación de la invaginación originándose una vesícula que encierra el material ingerido. Los lisosomas se unen a las vesículas para que el material ingerido sea degradado y utilizado posteriormente por la célula.

Según la naturaleza y el tamaño de las partículas englobadas, tipos:

*Pinocitosis o endocitosis de fase fluida: Implica la ingestión de líquidos y partículas en disolución.

*Fagocitosis o endocitosis de fase sólida: Se forman grandes vesículas revestidas o fagosomas que ingieren microorganismos y restos celulares.

La endocitosis mediada por receptor es un mecanismo en el que sólo se endocita la sustancia para la cual existe el correspondiente receptor en la membrana. Una vez formado el complejo ligando–receptor se forma la correspondiente vesícula endocítica. Es un procedimiento característico para la macromoléculas como la

insulina, el colesterol o el hierro. Es típico de células como los macrófagos.

4.-DIGESTION CELULAR

La principal función de los lisosomas es la digestión de material tomado del exterior por endocitosis. Las vesículas que captan el material externo, se desprenden de la membrana y forman los endosomas primarios. Estos se fusionan con vesículas golgianas de transporte cargadas de hidrolasas ácidas, transformándose en lisosomas.

Los lisosomas digieren además material procedente de otras rutas:

*Fagocitosis: Las células especializadas en la fagocitosis, como los macrófagos, que se encargan de eliminar bacterias, restos celulares o incluso células envejecidas, forman grandes vacuolas fagocíticas o fagosomas. Los lisosomas se fusionan con ellos formando los fagolisosomas.

*Autofagia: Además de renovar los orgánulos citoplasmáticos intervienen en el desarrollo de los tejidos durante la diferenciación embrionaria.

5.-EXOCITOSIS

Mecanismo por el cual las macromoléculas son transportadas desde el interior celular hasta la membrana plasmática, para ser vertidas al medio extracelular. Este vertido requiere que la membrana de la vesícula y la membrana plasmática se fusionen generando un poro a través del cual se puede liberar el contenido de la vesícula.

Cuando una vesícula secretora se fusionan con la membrana plasmática para descargar su contenido, la superficie interna de la vesícula se convierte en la superficie externa de la membrana plasmática, mientras que la superficie interna de la membrana plasmática.

Mediante este mecanismo, las células son capaces de eliminar sustancias sintetizadas por la célula o bien por sustancias de desecho.

En toda célula existe un equilibrio entre la exocitosis y la endocitosis. Para mantener la membrana plasmática y quede asegurado el mantenimiento del volumen celular.

INTRODUCCION AL METABOLISMO

1.-DEFINICIÓN Y TIPOS DE METABOLISMO

El metabolismo celular comprende todas las transformaciones químicas que ocurren en la células para satisfacer sus necesidades de materia y energía. En le metabolismo celular hay que distinguir dos aspectos del mismo proceso:

–Catabolismo: Es la degradación de la materia orgánica con la finalidad de obtener energía.

–Anabolismo: Es la formación de sustancias orgánicas complejas, utilizando otras más sencillas presentes en la célula.

El metabolismo requiere unas condiciones para poderse realizar:

–Temperatura relativamente baja para evitar la desnaturalización de las proteínas.

-Medio acuoso, como es el medio celular.

-Un PH determinado.

-Siguiendo las leyes de la termodinámica.

El metabolismo es una actividad celular muy compleja que siempre está regida y coordinada por sistemas multienzimáticos que permiten a la célula:

*convertir el alimento en metabólicos específicos de la célula.

*Unir moléculas sencillas (monosacáridos, aminoácidos...) para formar macromoléculas como polisacáridos, proteínas, etc..

*Sintetizar y degradar moléculas especiales que la célula necesita en momentos puntuales.

2.- ESTRATEGIAS DE OBTENCIÓN DE LA ENERGÍA

Todas las reacciones biológicas implican algún cambio en la energía disponible por parte de la célula, y en todos los casos se siguen las leyes físicas referentes a las transformaciones energéticas. En toda actividad celular una parte de la energía empleada se pierde en forma de calor, lo que aumenta la entropía del medio que rodea a la célula.

En todas las transformaciones que realizan las células es imprescindible la contribución de los enzimas. Los enzimas de una célula suelen actuar en cadena constituyendo una ruta metabólica utilizando unas, como sustrato, los productos obtenidos por otras en pasos anteriores.

Aunque son muchas las biomoléculas que contienen energía en sus enlaces, es el ATP (adenosin trifosfato) la molécula que interviene en todas las transacciones de energía: es la moneda universal de intercambio energético, Su estructura es: adenina + ribosa + 3 fosfato.

Al romperse los enlaces fosfato se libera la energía almacenada en ellos (7,3 Kcal/mol) y para volver a formarse se requiere el mismo aporte energético. En la mayoría de las reacciones celulares el ATP se hidroliza a ADP, rompiéndose un solo enlace y quedando un fosfato libre, que se transfiere a otra molécula de ATP en lo que se conoce como fosforilación. El sistema ATP a ADP es el sistema universal de intercambio energético en las células.

En cualquier transformación química, solo una parte de la energía implicada en el sistema útil para poder trabajar; es la llamada energía libre. Otra fracción se pierde en forma de calor, luz, etc...y constituye la entropía. Por otro lado, todas las reacciones necesitan una energía inicial: energía de activación, que en las transformaciones bioquímicas es menor por la acción enzimática.

Las reacciones bioquímicas en las que se desprende energía se llaman exergónicas y aquellas que necesitan de un aporte energético para que se puedan realizar se denominan endergónicas. Ambos tipos de reacciones se realizan acopladas, así, la energía desprendida en las exergónicas es utilizada en las endergónicas, para sintetizar nuevas moléculas o para mantener la temperatura corporal, por ejemplo.

En las reacciones bioquímicas la energía almacenada en unos enlaces se transfiere a otros recién formados en moléculas diferentes; en estas reacciones los electrones pasan de un nivel energético a otro de mayor o menor energía. Con frecuencia, los electrones pasan de un átomo a otro o de una molécula a otra: son reacciones de óxido-reducción.

Una oxidación es la pérdida de algún electrón, una reducción es la ganancia de algún electrón, también se puede decir que las sustancias se oxidan al ganar oxígeno o al perder hidrógeno, ya que en ambos casos se da una pérdida de electrones.

Oxidación y reducción son procesos simultáneos; un compuesto se oxida porque se reduce. Las reacciones redox pueden afectar a un electrón en solitario pero frecuentemente este electrón va asociado a un protón formando un átomo de hidrógeno: en este caso la oxidación implica la pérdida de átomos de H y la reducción la ganancia de átomos de H.

Ejemplo: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 686 \text{ Kcal.}$

La glucosa se oxida, perdiendo átomos de H que son captados por el oxígeno: los e^- pasan a un nivel energético más bajo y en la reacción se libera energía. Existe una relación entre el grado de oxidación de un compuesto orgánico y su contenido energético: cuanto más reducido está un compuesto, mayor cantidad de energía contiene y cuanto más oxidado, menor energía contiene.

Entre los procesos metabólicos destacan la fotosíntesis y quimiosíntesis como procesos anabólicos y respiración y fermentación como procesos catabólicos.

4.- PAPEL DE ATP

Trifosfato de adenosina (ATP), molécula que se encuentra en todos los seres vivos y constituye la fuente principal de energía utilizable por la células para realizar sus actividades. El ATP se origina por el metabolismo de los alimentos en unos orgánulos especiales de la célula llamados mitocondrias. EL ATP se comporta como una coenzima, ya que su función de intercambio de energía y la función catalítica (trabajo de estimulación) de las enzimas están íntimamente relacionadas. La parte adenosina de la molécula está constituida por adenina, un compuesto que contiene nitrógeno(también uno de los componentes principales de los genes) que tiene la molécula, está formada por un átomo de fósforo y cuatro de oxígeno y el conjunto está unido a la ribosa a través de uno de estos últimos.

Los dos puentes entre los grupos fosfato son uniones de alta energía, es decir, son relativamente débiles y cuando las enzimas los rompen ceden su energía con facilidad.

Con la liberación del grupo fosfato del final se obtiene siete Kilocalorías (o calorías en el lenguaje común), de energía disponible para el trabajo y la molécula de ATP se convierte en ADP difosfato de adenosina), la mayoría de las reacciones celulares que consumen energía están potenciadas por la conversión de ATP a ADP, incluso la transmisión de las señales nerviosas, el movimiento de los músculos, la síntesis de proteínas y la división de la célula.

Por lo general, el ADP recupera con rapidez la tercera unidad de fosfato a través de la reacción del citocromo, una proteínas que se sintetiza utilizando la energía aportada por los alimentos. En las células del músculo y del cerebro de los vertebrados, el exceso de ATP puede unirse a la creatina, proporcionando un depósito de energía de reserva.

La liberación de dos grupos fosfatos del ATP por la enzima adenilato ciclasa forma AMP (monofosfato de adenosina), un nucleótido que forma parte de los ácidos nucleicos o el material del ADN. Esta enzima es importante en muchas de las reacciones del organismo. Una forma de AMP llamada AMP cíclico originado por la acción de ésta participa en la actividad de muchas hormonas, como la adrenalina y la ACTH. Las plantas producen ATP utilizando directamente la energía solar.

5.- FOSFORILACIÓN.

Reacción de sustitución en la que participa el grupo fosfato en su forma PO_3^{2-} . Es importante en los mecanismos de reacción en los que intervienen el trifosfato de adenosina (ATP), que funcionan como una moneda de energía en las células de los organismos vivos. La energía obtenida en la respiración o en la fotosíntesis se utiliza para añadir el tercer grupo fosfato al ADP (difosfato de adenosina) y convertido en ATP. Esta molécula almacena esa energía, que queda a disposición de la célula. La eliminación de un grupo fosfato en el ATP supone la liberación de 30,6 KJ/mol.

–Fotofosforilación: Se refiere al proceso de formación del ATP durante la fotosíntesis. También se conoce como fosforilación fotosintética. La energía luminosa excita y desplaza electrones de la clorofila y otros pigmentos presentes en las plantas. La energía asociada con los electrones excitados se almacena en el ATP en un proceso que produce ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico.

–Fosforilación oxidativa: En la cadena respiratoria, los electrones del NADH y FADH_2 descienden a favor de un gradiente de potenciales de oxidorreducción a través de los transportadores. Los electrones, al caer a niveles energéticos más bajos, liberan energía, que será acoplada a la fosforilación del ADP para obtener ATP.

Según la Teoría Quimiostática de Mitchell, la energía que los electrones van perdiendo al descender por los transportadores se utiliza para bombear protones (H^+) hacia el espacio intermembranal de la mitocondria, acumulándose en este espacio, ya que al ser membrana interna impermeable a los mismos, no pueden regresar libremente a la matriz.

La acumulación de H^+ en el espacio intermembranal origina un potencial eléctrico de membrana, es decir, la membrana interna se carga positivamente en una de sus caras y negativamente en la otra. Se genera un gradiente electroquímico de protones entre la cara interna y la externa.

La vuelta de los H^+ a favor de gradiente, desde el espacio intermembranal hacia la matriz se realiza por la acción del complejo enzimático ATP-sintetasa (ATPasa) formado por proteínas transmembranas con canales internos a través de los que pasan los H^+ .

Como este paso es a favor de gradiente se libera suficiente energía para sintetizar ATP a partir de ADP (fosforilación oxidativa).

Cada molécula de NADH bombea hacia el espacio intermembranal un número de H^+ que a su vuelta a la matriz producen 3 moléculas de ATP. El FADH_2 bombea un número de H^+ menor, porque entra más abajo y produce solo dos ATP. La ATPasa funciona reversiblemente, bombeando H^+ en un sentido u otro según sean las concentraciones de ATP, ADP y P_i .

METABOLISMO EN HETERÓTROFOS

1.-FASES GENERALES DEL CATABOLISMO

El catabolismo aerobio está formado por varias rutas metabólicas que conducen finalmente a la obtención de moléculas de ATP que podrán utilizarse en otros procesos que requieren aporte energético.

Los ácidos grasos que entran en la célula son degradados, mediante la glucólisis y la beta oxidación respectivamente, a acetil- COA , las proteínas se descomponen en sus aminoácidos, formando diferentes intermediarios. Todos entran en el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria, produciendo CO_2 , H_2O y ATP.

2.- GLUCÓLISIS

Es la ruta bioquímica principal para la descomposición de la glucosa en sus componentes más simples dentro

de las células del organismo. Una ruta se refiere a una secuencia específica de reacciones catalizadas por enzimas que transforman un compuesto en otro biológicamente importante. La glicólisis se caracteriza porque puede utilizar el oxígeno, si este elemento está disponible (ruta aeróbica) o, si es necesario, puede continuar en ausencia de éste (ruta anaeróbica), aunque a costa de producir menos energía.

Consiste en diez reacciones catalizadas cada una de ellas por 10 enzimas específicos. consta de tres etapas:

- 1) Etapa de fosforilación (activación) que requiere aporte energético. En ella la glucosa se convierte en dos moléculas de gliceraldehído -3-fosfato.
- 2) Etapa de oxidación que rinde energía y poder reductor. EL grupo aldehído se oxida a grupo carboxilo. El GAL- 3-P se oxida hasta 1,3 difosfoglicerato. Está catalizada por enzimas deshidrogenasas que requieren NAD como enzima.
- 3) Etapa en la que se restituye a la célula el ATP consumido en la primera fase.

En la primera parte se necesita energía, en forma de 2 ATP, para fosforilar la glucosa y la fructosa. Al final de esta fase se obtienen en la práctica, 2 moléculas de gliceraldehído -3-fosfato.

En la segunda parte, se forman 4 ATP y 2NADH. Se produce, por tanto, una ganancia neta de 2ATP.

La eficacia de la glucólisis como ruta energética es muy baja, puesto que únicamente tiene un rendimiento neto de 2 ATP, es decir, sólo se obtiene un 20% de la energía almacenada en la glucosa, por lo que se piensa que es una ruta muy antigua, puesto que además se puede realizar en una atmósfera anaeróbica como era la primitiva; la realizan tanto procariotas como eucariotas.

Las características de las glucólisis son:

- Suministra a la célula 6 precursores metabólicos.
- Tiene lugar en el citosol o hialoplasma.
- Produce 2 ATP por fosforilación a nivel sustrato.
- Genera poder reductor en forma de 2NADH.
- Su eficacia energética es baja.
- No requiere la presencia de O₂.
- Es una ruta muy antigua.

3.- FERMENTACIÓN

Son procesos catabólicos en los que el aceptor final de electrones es un compuesto orgánico formado, generalmente en la propia ruta metabólica. Tienen lugar en el citosol y el resultado es una oxidación incompleta del alimento por lo que se obtienen menos energía en la respiración.

Las fermentaciones son procesos anaeróbicos, realizados en ausencia de O₂ por microorganismos anaeróbicos estrictos o facultativos. También las realizan algunas células animales y vegetales cuando no les llega suficiente O₂.

El rendimiento energético de las fermentaciones es muy bajo. Así en la fermentación de la glucosa obtienen únicamente 2 ATP, frente a los 38 ATP obtenidos en la respiración.

Dependiendo de cual sea el producto final de la fermentación (y por tanto, del último aceptor de electrones). Se diferencian: alcohólica, láctica, acética, pútrida...

*Fermentación Alcohólica

En este caso la glucosa se transforma en 2 moléculas de etanol y 2 CO₂ produciendo 2 ATP. El pirúvico se descarboxila y pasa a acetaldehído que se reduce mediante el NADH generando en la glucólisis, formando etanol.

La fermentación alcohólica la realizan levaduras del género *Saccharomyces*, ciertas bacterias y en los tejidos de lagunas plantas superiores como el maíz. En la industrias se utiliza para la obtención de bebidas alcohólicas: *Saccharomyces cerevisiae* (cerveza, ron, wishi, pan) y *Saccharomyces uvarum* (vino).

*Fermentación Láctica

Consiste en la formación de ácido láctico a partir de lactosa. Como en el proceso anterior, sólo se producen 2 ATP pues el NADH del glucólisis se consume. El proceso:

La realizan bacterias de los géneros *Lactobacilus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc*, industrialmente se utiliza para la obtención de derivados lácteos como el queso, mantequilla, yogur...

La fermentación láctica también ocurre en ciertas plantas, como las patatas (*Solanum tuberosum*)y, sobre todo, en células animales, como las fibras del músculo estriado cuando hay escasez de O₂:

En condiciones normales el músculo realiza la respiración de la glucosa, pero durante un ejercicio intenso o prolongado puede que no llegue suficiente O₂ a las células musculares.

En este caso el pirúvico se acumula pudiendo se acumula pudiendo, incluso, cesar la glucólisis. En estás condiciones el pirúvico fermenta a láctico que pasa a la sangre, de aquí al hígado donde se transforma en glucosa que puede volver al músculo. La acumulación de láctico produce las pájaras y su cristalización las agujetas.

*Fermentación Pútrida

Existen muchos microorganismos que realizan diferentes fermentaciones, pero un caso especial es la fermentación pútrida o putrefacción. En este aso se parte de sustratos proteicos o con grupos amino (–NH₂). La putrefacción la realizan bacterias de los géneros *Micrococcus* y *Bacteirum*.

El *Micrococcus ureae* extrae energía de la hidrólisis de la urea mediante la fermentación amoniacal:



Algunos de los productos de estas fermentaciones son sustancias de olor desagradable como el indol, cadaverina, escatol o aminaco, típicas de los cadáveres. De forma controlada y en proporciones bajas, ciertas putrefacciones proporcionan el sabor y aroma algunos tipos de queso y vinos.

4.- RESPIRACIÓN: FORMACIÓN DE ACETATO, CICLO DE KREBS Y CADENA RESPIRATORIA.

–Ciclo de Krebs: Es un conjunto cíclico de reacciones que producen la oxidación completa de los grupos acetilo hasta CO₂. El CAT desempeña, además las siguientes funciones:

.Obtención de poder reductor en forma de NADH y FADH₂.

.Obtención de precursores metabólicas.

.Obtención de energía en forma de GTP (convertible en ATP).

La oxidación del grupo acetilo no se realiza directamente, pues este grupo se une a la oxalacético, de 4C, que se regenera al completarse el ciclo. Para que se realice esta fusión es necesaria energía que es suministrada por la hidrólisis del COA que estaba unida al resto acetilo. Se sabe ácido cítrico (o citrato). El citrato se isomeriza en isocítrico que sufre una descarboxilación oxidativa, o sea, pierde un carbono carboxílico en forma de CO₂, produciéndose el cetoglutarato. En este caso se genera una molécula de NADH (poder reductor).

El cetoglutarato se descaboxila y se desprende CO₂ y NADH, el resto acilo de 4C se une a la COA para formar succinil-COA. La energía de la oxidación se conserva en el enlace de alta energía establecido con la COA.

Esta energía se libera al hidrolizarse el succinil-COA y se transfiere a un nucleótido, el GTP. Mediante una fosforilación a nivel de sustrato. Como productos de esta hidrólisis se obtienen succinato y COA.

La transformación del succinato en malato está catalizada por una deshidrogenasa con FAD como coenzima. Esta reacción consiste en la formación de un doble enlace entre los carbonos centrales. Los átomos de H son captados por el FAD que se transforman en FADH₂.

Por último, el málico se oxida al transformarse el grupo alcoholico en un grupo carboxilo (ácido) y genera un NADH regenerándose, de paso el oxalacético.

–Cadena Respiratoria: La molécula de glucosa se encuentra completamente oxidada. Parte de su energía se ha utilizado en la síntesis de ATP. La mayor parte de la energía se encuentra en los electrones que fueron aceptados por NAD⁺ y el FAD procedentes de la glucólisis, la oxidación del ácido pirúvico y el ciclo de Krebs.

Durante el transporte electrónico los electrones son conducidos a través de una cadena formada por aceptores, cada uno de los cuales es capaz de aceptar electrones a un nivel energético ligeramente inferior al precedente.

Estos transportadores pueden existir en dos estados de oxidación, pasando del uno al otro según acepten o los desprenden (par redox).

–Cadena de transporte electrónico

- 1) Los electrones captados por el NADH entran en la cadena cuando son transferidos al FMN que se reduce.
- 2) El FMN cede los electrones a la coenzima Q (COQ). El FMN vuelve a su forma oxidada.
- 3) A continuación, la COQ cede los electrones al siguiente aceptor (cit b) y vuelve a su forma oxidada.
- 4) El proceso en sentido descendente, al pasar los electrones van saltando a niveles energéticos inferiores.
- 5) Los electrones llegan hasta el oxígeno, que se combina con dos protones, para formar agua, el oxígeno es imprescindible; sin él, el último miembro de la cadena no podría volver a oxidarse. Gracias a que el oxígeno procedente del ambiente acepta los electrones, no se bloquea el proceso.

–Fosforilación oxidativa

En la cadena respiratoria, los electrones del NADH y FADH₂ descienden a favor de un gradiente de potenciales de oxidorreducción a través de los transportadores. Los electrones, al caer a niveles energéticos más bajos, liberan energía, que será acoplada a la fosforilación del ADP para obtener ATP.

Según la Teoría Quimiostática de Mitchel, la energía que los electrones van perdiendo al descender por los transportadores se utiliza para bombear protones (H^+) hacia el espacio intermembranal de la mitocondria, acumulándose en este espacio, ya que al ser membrana interna impermeable a los mismos, no pueden regresar libremente a la matriz.

La acumulación de H^+ en el espacio intermembranal origina un potencial eléctrico de membrana, es decir, la membrana interna se carga positivamente en una de sus caras y negativamente en la otra. Se generan un gradiente electroquímico de protones entre la cara interna y la externa.

La vuelta de los H^+ a favor de gradiente, desde el espacio intermembranal hacia la matriz se realiza por la acción del complejo enzimático ATP-sintetasa (ATPasa) formado por proteínas transmembranas con acanales internos a través de los que pasan los H^+ .

Como este paso es a favor de gradiente se libera suficiente energía para sintetizar ATP a partir de ADP (fosforilación oxidativa).

Cada molécula de NADH bombea hacia el espacio intermembranal un número de H^+ que a su vuelta a la matriz producen 3 moléculas de ATP. El $FADH_2$ bombea un número de H^+ menor, porque entra más abajo y produce solo dos ATP. La ATPasa funciona reversiblemente, bombeando H^+ en un sentido o en otro según sean las concentraciones de ATP, ADP y P.

5.-CARACTERISTICAS GENERALES DEL ANABOLISMO

El anabolismo o metabolismo constructivo, al conjunto de las reacciones de síntesis necesarias para el crecimiento de nuevas células y el mantenimiento de todos los tejidos.

Las rutas anabólicas parten de compuestos químicos y ocultos se conocen sólo en parte, estas rutas parten de compuestos químicos relativamente simples y difusos llamados intermediarios. Estas vías utilizan la energía que se obtienen en las reacciones catalizadas por enzimas y se orientan hacia la producción de compuestos finales específicos, en especial macromoléculas en forma de hidratos de carbono, proteínas y grasas.

El anabolismo supera en actividad al catabolismo, el organismo crece o gana peso; si es el catabolismo el que supera al anabolismo, como ocurre en periodos de ayuno o enfermedad, el organismo pierde peso. Cuando ambos procesos están equilibrados, se dice que el organismo está en equilibrio dinámico.

METABOLISMO EN AUTOTROFOS

1.-CONCEPTO E IMPORTANCIA DE LA FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis permite que las células capten la energía luminosa del Sol y la transformen en energía química, la única energía útil para cualquier ruta metabólica. Esta energía se almacena y se aprovecha en la síntesis de principios inmediatos. Se realiza en cloroplastos, plastos con clorofila.

.Pigmentos fotosintéticos

Para que la energía de la luz pueda ser utilizada por los seres vivos, primero es necesario que sea absorbida. Las sustancias que absorben la luz son los pigmentos en las membranas tilacoidales del cloroplasto. Entre estas moléculas se encuentran las clorofilas (clorofila a y b), la xantofila y los carotenoides.

En los eucariotas, la clorofila a es el primero implicado en la transformación de la energía de la luz en energía química. La mayor parte de las células contienen otros pigmentos, en las plantas y algas verdes es la clorofila b y los carotenoides.

La clorofila y otros pigmentos, al captar los fotones pasan a un estado excitado; cuando vuelven a su estado primitivo ceden una energía que es capaz de excitar a una molécula contigua. Como hay diversas moléculas de pigmentos, las longitudes de onda captadas son muchas y así la excitación va pasando de una a otra molécula.

.Fotosistemas

Los cloroplastos contienen muchas moléculas de clorofila de las requeridas para la fotosíntesis. Ello significa que estas moléculas actúan juntas como una unidad fotosintética o fotosistema, en la cual sólo la clorofila del centro de reacción, actúa transfiriendo los electrones a un aceptor.

Aunque el conjunto de moléculas de clorofila no participa en la conversión de energía, todas se encargan de absorber luz; forman una antena, para atrapar fotones de diferente longitud de onda. Cuando una molécula se excita al captar un fotón, se transfiere dicha energía a una molécula cercana y finalmente, ésta se transfiere a la molécula situada en el centro de reacción.

Los electrones que liberan son enviados hacia la cadena de transporte electrónico de la membrana tilacoidal.

*Tipos de fotosistemas

Existen dos tipos de fotosistemas, el fotosistema I (PSI) y el fotosistema II (PSII). El PSII impulsa los electrones desde un nivel energético menor que el del agua hasta un punto a mitad de camino, para que el PSI los eleve hasta energético por encima de NADP^+ .

a) Fotosistema I (PSI). Se localiza en las membranas de los tilacoides. El centro de reacción contiene dos moléculas de clorofila denominadas P700.

b) Fotosistema II (PSII). Se localiza en la grana. Su centro de reacción contiene dos clorofilas a, denominadas P680.

Cuando la luz incide sobre las membranas tilacoidales, se absorbe energía en los pigmentos antena de ambos fotosistemas, excitando a los centros de reacción de cada uno. Los electrones de ambos centros son transferidos a un aceptor primario de electrones. Los centros de reacción pasan de ser excitados a oxidados.

.Generalidades de la fotosíntesis

a) La fase lumínica: Conjunto de reacciones dependientes de la luz que tienen lugar en las membranas tilacoidales, los electrones liberados se utilizan para reducir NADP^+ a NADPH . La energía de estos electrones se utiliza en la síntesis de ATP.

b) Fase oscura: Conjunto de reacciones independientes de la luz que tiene lugar en el estroma. Se aprovecha la energía y el poder reductor de la fase lumínica para reducir y asimilar el carbono del CO_2 para obtener moléculas orgánicas en un proceso de fijación del carbono.

2.-FASE LUMINOSA Y OSCURA

-Fase luminosa

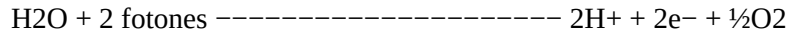
Tiene Lugar en la membrana de los tilacoides de los cloroplastos, la luz, al incidir sobre los cloroplastos y otros pigmentos, impulsa por un lado, la formación de ATP y por otro, la rotura de la molécula de H_2O (reacción de Hill) dando $\frac{1}{2}\text{O}_2$ e hidrógeno ($2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ que se unen e al NADP formándose NADPH (poder reductor). Según sea el camino que recorren los electrones que pierde la clorofila se diferencian dos procesos:

flujo no cíclico y flujo cíclico de electrones.

1) Flujo no cíclico de electrones: es quema en z

Se denomina así porque los electrones perdidos por la clorofila de cada fotosistema no regresan a esas moléculas sino que son reemplazados por otros diferentes. En este mecanismo intervienen los dos fotosistemas acoplados en serie, capturando energía luminosa que provoca un flujo continuo de electrones, que pasan del H₂O al PIS, de éste al PSI, y finalmente al NADP. Se lleva a cabo de la forma siguiente:

.El PIS absorbe 2 fotones que excitan la clorofila a (P680) perdiendo 2 electrones que son recogidos por un aceptor primario de electrones. Simultáneamente, el H₂O se rompe según la reacción de Hill o fotólisis por acción de luz:



Los electrones perdidos por la clorofila del PIS son restituidos por los que desprende el H₂O con lo que la clorofila vuelve a su estado normal. Los electrones del agua van a la clorofila P680, los protones (H⁺) se acumulan en el interior de los tilacoides y los átomos de O₂ que se difunden al medio externo.

Entre tanto, los electrones desprendidos de la clorofila del PIS pasan por una cadena transportadora de electrones formada por:

–Plastoquinona.

–Citocromo b6–f, y.

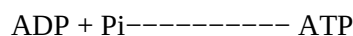
–Plastocianina.

El citocromo b6–f utiliza parte de la energía desprendida por los electrones para bombear protones (H⁺) al interior del tilacoide.

.En el PSI ocurre algo parecido, así el PSI al recibir 2 fotones se excita y su clorofila a (700) pierde 2 electrones. Estos electrones los recoge la ferredoxina que a su vez los cede al NADP el cual se reduce formándose NADPH. La clorofila del PSI recupera los electrones procedentes de la Plastocianina.

La intervención simultánea de los dos fotosíntesis, cada uno de los cuales capta 2 fotones para generar una molécula de NADPH, supone que sobre cierta cantidad de energía, que se utilizará para formar ATP mediante el proceso llamado Fotofosforilación, que se explica, igual que en la fosforilación oxidativa, según la hipótesis Quimiostática de Mitchell.

Los protones bombeados por el citocromo b6–f hacia el espacio tilacoidal sumados los procedentes de la fotólisis del H₂O se acumulan en dicho espacio creando un gradiente electroquímico. La membrana del tilacoide es impermeable a los protones, pero igual que en las mitocondrias, los hidrogeniones son impulsados a favor de gradiente a través de las ATP sintetasas. En este paso se libera energía suficiente para sintetizar ATP:



De manera global, en el flujo no cíclico a partir de una molécula de H₂O y 4 fotones se forman una molécula de NADPH, una de ATP y $\frac{1}{2}\text{O}_2$.

2) Flujo cíclico de electrones

En este flujo sólo interviene el fotosistema I (PSI) y se llama así porque los electrones por la clorofila P700 regresan de nuevo a dicha clorofila. La finalidad de este proceso cíclico es generar más moléculas de ATP debido a que en la fase oscura (fijación del CO₂) se van a necesitar 3 ATP por cada 2 de NADPH. Ocurre así:

Igual que en el flujo no cíclico, al incidir los fotones en el PSI, los electrones del par activo de clorofilas adquieren la energía necesaria para ser capturados por la ferredoxina. Pero ahora, en lugar de ser recogidos por el NADP de la enzima deshidrogenasa, son desviados a la cadena de transportadores que conecta los fotosistemas II y I, concretamente al complejo b₆-f, que bombea hidrogeniones al espacio tilacoidal. Los electrones vuelven, con menor energía al PSI.

En este proceso no interviene el agua ni se forma NADPH ni el oxígeno. EL único resultado neto es el aumento del número de protones en el interior del espacio tilacoidal, lo que genera un gradiente electroquímico que, como en el caso anterior, hace posible la Fotofosforilación cíclica y la consiguiente formación del ATP.

–Fase oscura o de fijación del CO₂: Síntesis de materia orgánica.

Ocurre en el estroma y no es necesario la luz. EL ATP y el NADH formados en la fase luminosa suministran la energía para impulsar una serie de reacciones en las que, a partir de sustancias inorgánicas, se forman compuestos orgánicos.

En la fase oscura se utiliza la energía del ATP y el poder reductor del NADPH obtenidos en la fase luminosa, para impulsar la síntesis de compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas.

EL proceso fundamental de la fase oscura es la fijación del carbono a partir del dióxido de carbono, formándose en primer lugar glúcidos sencillos de los que derivarán el resto de compuestos orgánicos. La fijación del dióxido de carbono se realiza mediante el proceso denominado ciclo de Calvin o de los tres carbonos (C₃), ya que la mayoría de los intermediarios tienen 3 átomos de carbono.

El ciclo se inicia a partir de una enzima, la ribulosa difosfato o rubisco que cataliza la incorporación del CO₂ atmosférico o disuelto en el agua, en el caso de la algas o plantas acuáticas. En cada vuelta del ciclo se incorpora el carbono de una molécula de dióxido de carbono y como el primer compuesto orgánico que se sintetiza es el gliceraldehído 3–fosfato, que tiene 3 átomos de carbono serán necesarias tres vueltas (3 ciclos) para sintetizar una molécula de GAL 3–P que será la precursora del resto de la materia orgánica.

En el ciclo de Calvin se diferencian tres etapas:

- 1) Etapa carboxilativa: Mediante la enzima ribulosa difosfato carboxilasa, una pentosa preexistente en la célula, la ribulosa 1,5 difosfato se combina con el dióxido de carbono, formándose un compuesto muy inestable de 6 carbonos que se rompe en dos moléculas de 3–fosfoglicérido.
- 2) Etapa reductora: El 3– fosfoglicérido es fosforilado a partir de ATP , formándose 1,3 difosfoglicérido, seguidamente el NADPH lo reduce transformándolo en gliceraldehído 3–fosfato (GAL 3–P).
- 3) Etapa regenerativa: De cada molécula de GAL 3–P que se forman , una se considera el rendimiento neto del ciclo. Las otras 5 sufren una serie de transformaciones consecutivas, en las que también se consume ATP, para regresar la ribulosa 1,5 difosfato, con la que se cierra el ciclo.

Resumiendo, por cada 3 vueltas del ciclo, 3 moléculas de CO₂ se combinan al hidrógeno de 6 NADPH impulsadas por la energía de 9 ATP, obteniéndose como producto neto un primer compuesto orgánico de 3 carbonos: el gliceraldehído 3–fosfato, precursor de la glucosa y del resto de la materia por tanto 6 vueltas fijando 6 CO₂ en 2 moléculas de GAL –3P, y consumiendo 18 moléculas de ATP y 12 NADPH.

3.- FOTOSÍNTESIS Y EVOLUCION

Cuando apareció la vida sobre la Tierra, la atmósfera carecía de oxígeno por lo que los primeros organismos serían semejantes a bacterias anaeróbicas y obtendrían ATP por fermentación de sustancias orgánicas procedentes del medio y originadas por síntesis abiótica.

El proceso fotosintético más primitivo pudo ser la fotofosforilación cíclica que, simplemente, proporcionaba un medio de obtener ATP en un ambiente anaeróbico, diferente a la fermentación. Seguramente, el siguiente paso fue una fotofosforilación acíclica que permite una fotosíntesis semejante a la realizada por las bacterias actuales (fotosíntesis anoxigenica) ya que, el romper moléculas como el H₂S o como algunas orgánicas, requiere menos energía que romper el agua.

Un paso crucial fue la aparición de cianobacterias, que poseen dos fotosistemas como las plantas: el PIS absorbe luz de una longitud de onda más corta, y por tanto más energética. Ello permite romper moléculas de agua para obtener electrones, lo cual no puede hacer el único fotosistema de las bacterias, con el resultado de la liberación de oxígeno al medio. Se considera que las cianobacterias fueron los primeros organismos que generaron O₂ a través de la fotosíntesis y a ellas sucedieron las algas eucariotas y las plantas terrestres.

La utilización de agua para la fotólisis, permitió a los organismos que realizan una fotosíntesis oxigénica desarrollarse prácticamente en cualquier lugar, y no sólo en zonas donde hubiera donadores especiales de electrones.

Este hecho, ocurrido unos 200 millones de años, tuvo una repercusión ambiental de enorme trascendencia: la atmósfera y la hidrosfera se fueron paulatinamente en O₂, pasándose de un ambiente reductor a uno oxidante.

Las principales consecuencias del cambio fueron:

- finalización de la síntesis abiótica de materia orgánica ya que las condiciones oxidantes, que se mantienen en la actualidad no permiten procesos semejantes a los ocurridos en las primeras etapas.
- Aparición de los seres aerobios, al poder adquirir un mecanismo respiratorio mucho más eficaz que la fermentación para obtener energía de las sustancias orgánicas, lo que permitió una gran expansión de la vida.
- Formación de la capa de ozono, que se convirtió en una excelente pantalla protectora de las radiaciones de alta energía posibilitando el desarrollo de vida fuera del agua.

4.- QUIMIOSÍNTESIS

La quimiosíntesis es la nutrición autótrofa que o depende de la luz, sino de la energía química que se desprende de una oxidación que realiza el propio organismo, tomando como sustrato sustancias inorgánicas sencillas.

Los organismos que tienen este tipo de nutrición pueden asimilar el dióxido de carbono del medio como fuente de carbono para sintetizar sus propias moléculas. Se encuentra exclusivamente en bacterias.

Los organismos quimiolitotrofos que utilizan la energía química con forma de energía para sintetizar sus propias biomoléculas, se pueden clasificar según el tipo de quimiosíntesis que realizan:

*Bacterias quimiosintéticas del nitrógeno

En suelos y aguas. Unas oxidan amoníaco a nitrito y otras prosiguen la oxidación hasta nitrato.

.Nitrosomas realizan la oxidación de amoníaco a nitrito.

.Nitrobacter completan la oxidación del nitrito a nitrato.

*Bacterias quimiosintéticas del azufre

A este grupo pertenecen tiobacterias y bacterias sulfurosas. Utilizan azufre elemental, sulfuro de hidrógeno o tiosulfato. El producto resultante es el ácido sulfúrico.

*Bacterias quimiosintéticas del hierro

Aprovechan la energía de oxidación de hierro ferrosos a férrico. Se encuentran también una tiobacteria Thiobacillus ferrooxidans.

*Bacterias quimiosintéticas del hidrógeno

Capaces de utilizar hidrógeno como fuentes de energía.

REPRODUCCIÓN SEXUAL

1.-GAMETOGENESIS: ESPERMATOGENESIS

El gameto es una célula sexual que se une con otra en el proceso de la fecundación. La célula que resulta de la unión de dos gametos se denominan cigoto; por lo general, éste experimenta una serie de divisiones celulares hasta que se constituye en un organismo completo.

La estructura de los gametos, que también se denominan células germinales, varía mucho. Los organismos sexuales más simples son isógamos, es decir, producen una única clase de gameto.

La unión de dos gametos idénticos da lugar a un cigoto. Aunque en apariencia todos los isogametos tienen una estructura similar, se cree que difieren en la composición fisiológica ya que los gametos que proceden de un mismo individuo no se unen con éxito.

Los isogametos más simples los de hongos inferiores como los mohos, son células pequeñas que crecen en los extremos de los filamentos del cuerpo y que se desprenden cuando maduran.

Todas las plantas superiores son heterógamas, es decir, producen dos clases de gametos, el gameto femenino se denomina óvulo; el masculino recibe el nombre de espermatozoide. En las plantas, el órgano productor de gametos se denomina gametangio.

–Espermatogénesis: Es el proceso de formación de los espermatozoides, gametos masculinos, que se realiza en las gónadas masculinas.

Los espermatozoides son células haploide, es decir, tiene la mitad de los cromosomas que una célula somática. La reproducción se produce mediante una división celular peculiar, la meiosis.

La Espermatogénesis, en la especie humana, comienza cuando las células germinales de los túbulos seminíferos se multiplican, se forman una células llamadas espermatogónias.

Cuando el individuo alcanza la madurez sexual las espermatogónias aumentan de tamaño y se transforman en espermatocitos de primer orden. En esta células se producen la meiosis, la primera división de la misma da lugar a dos espermatocitos de segundo orden, y estos, tras otra división celular, producen dos espermátidas

cada uno. Las cuatro células resultantes son ya haploides.

La siguiente fase es la espermiogénesis, en ella las espermátidas se convierten en espermatozoides, para ello se reduce el citoplasma, el núcleo se alarga y queda en la cabeza del espermatozoide, las mitocondrias se colocan en el cuello y los centríolos originan un flagelo.

–Ovogénesis: Es el proceso del gameto femenino, el óvulo, que se produce en las gónadas femeninas.

El óvulo es una célula haploide, es decir, posee la mitad de los cromosomas de las células somáticas, esto hace necesario que se produzcan una división celular distintiva, la meiosis.

La ovogénesis en la especie humana comienza cuando las células germinales se multiplican y producen las ovogénesis, estas células entran en una fase de crecimiento y se originan los ovocitos de primer orden.

En ellos acontecen la meiosis y comienza la fase de maduración, la primera división meiótica da lugar a una célula grande el ovocito de segundo orden, y una célula menor, el corpúsculo polar. El ovocito se divide y da lugar al segundo corpúsculo polar y a la ovótida. Esta célula, haploide, es la madura y se transforma en el óvulo. Los corpúsculos polares no son funcionales y se pueden volver a dividir.

El ovocito durante la ovogénesis se rodea de células en el ovario y forma los folículos.

2.– GAMETOS. MEIOSIS: DESCRIPCIÓN Y SIGNIFICADO

Es un tipo de división celular cuyo objetivo es producir células haploides, estas células son los gametos de los organismos que se reproducen sexualmente, las características son:

.A partir de una célula diploide se obtienen 4 células haploides diferentes entre sí y diferentes de la célula madre. El número de cromosomas es la mitad.

.Se produce la recombinación génica o intercambio de material hereditario entre las cromátidas de los cromosomas homólogos.

La meiosis consta de 2 divisiones sucesivas, la meiosis I y la meiosis II, en la interfase previa a la meiosis I, se produce la duplicación de los cromosomas, que quedan formados por 2 cromátidas unidas por el centro.

–Meiosis I

En esta primera división meiótica se aparean los cromosomas homólogos y se produce el intercambio de material hereditario. Fases:

* Profase I; Se divide a su vez en cinco subfases;

–Leptoteno: Los cromosomas se condensan hasta hacerse visibles, cada uno está formado por dos cromátidas.

–Zigoteno: los cromosomas homólogos se aparean se llaman sinapsis y se produce a través de una estructura proteica llamada complejo sinaptonémico, se forma una estructura constituida por 4 cromátidas, la tétrada o cromosoma bivalente.

–Paquiteno. Se produce el sobrecruzamiento o intercambio de material cromatídico entre las cromátidas de los cromosomas homólogos. La consecuencia de esto es el intercambio de genes o recombinación. Génica.

–Diploteno: Los cromosomas homólogos inician su separación, permaneciendo unidos por los puntos donde han tenido lugar el sobrecruzamiento, llamados quiasmas.

–Diacinesis: Los cromosomas se condensan al máximo y sus dos cromátidas ya son visibles, cada par de cromátidas hermanas está unidas por el centrómero, mientras que cada par de cromosomas permanece unido por los quiasmas que se producen entre cromátidas no hermanas. Desaparecen el nucleolo y la membrana nuclear, se forma el huso acromático y comienzan a formarse las fibras cinetocóricas.

*Metafase I: Se disponen en la placa ecuatorial las tétradas, unidas por los quiasma.

*Anafase I: Los pares de cromosomas homólogos comienzan a separarse al ser arrastrados por las fibras del huso acromático, no se separan cromátidas como en la anafase mitótica, sino cromosomas completos. Cada cromosoma de un par de homólogos, formado por dos cromátidas, se dirige a un polo de la célula.

*Telofase I: Reaparecen la membrana nuclear y el nucleolo, se obtiene dos células hijas, con la mitad de los cromosomas que tenía la célula madre y con dos cromátidas cada cromosoma.

–Meiosis II

Se desarrolla igual que la mitosis y ocurre simultáneamente en la células hijas. Antes de comenzar se produce una interfase en la que no hay síntesis de ADN.

*En la profase II desaparece la membrana nuclear, los cromosomas se condensan y se forma el huso.

*En la metafase II los cromosomas se sitúan en la placa ecuatorial, cada uno está formado por dos cromátidas.

*En la anafase se separan los centrómeros y cada cromátida emigra hacia los polos opuestos.

*En la telofase II y se forma la membrana nuclear alrededor de los cromosomas que se condensan. Se produce la citocinesis y se obtienen 4 células hijas, cada una de las cuales tiene la mitad de los cromosomas de la célula madre. Son células haploides y genéticamente distintas.

3.- FECUNDACIÓN

Es la fusión de los materiales de los núcleos de dos gametos que da lugar a la formación de un cigoto o embrión. La conjugación es un tipo de fecundación que puede ocurrir en las bacterias, algas y otros organismos inferiores, que se produce por la transferencia o intercambio de material genético entre dos células, o por su fusión en una.

En la mayoría de las formas superiores la reproducción es el resultado de la unión de dos gametos distintos o heterogametos, uno masculino y otro femenino, y por lo general, el término fecundación se limita a la descripción de este proceso.

El gameto femenino, llamado huevo, óvulo o célula germinal femenina, contiene una reserva de nutrientes (yema y en ocasiones clara), y por lo general carece de movilidad.

Los gametos masculinos llamados espermatozoides, espermatozoos o células germinales masculinas, contienen una reserva muy pequeña de alimento tiene centrosomas y son móviles. Los gametos tienen sólo una dotación de cromosomas y son, por tanto, haploides el cigoto que resulta de su unión tiene una dotación cromosómica doble y es diploide

EL PARADIGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

1.-DESCUBRIMIENTO DEL DNA COMO SOPORTE DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA

La 1ª evidencia de que el ADN es el material hereditario fue obtenido en 1928 por F. Griffith cuando buscaba una vacuna contra la neumonía provocada por la bacteria *Streptococcus pneumoniae*. Descubrió que existía dos capas.

–Cepas S: Las bacterias poseen una cápsula y son capaces de provocar la enfermedad cuando se inoculan a un animal sano. Sus colonias tienen aspecto liso.

–Cepas R: No provocan la enfermedad. Carecen de cápsula. Sus colonias tienen un aspecto más rugoso.

Pensó que se podría inmunizar ratones inyectándoles bacterias virulentas S muertas o con bacterias vivas no virulentas R.

1.– Los ratones inoculados con cepas S contraen la enfermedad y mueren. DE ellos se extraen bacterias vivas de la cepa S.

2.– Los ratones inoculados con cepas S muertas no contraen la enfermedad. De ellos no se extraen bacterias vivas.

3.– Los ratones inoculados con cepas R no contraen la enfermedad. DE ellos no se extraen bacterias vivas, pues no crecen en el animal.

4.– Los ratones inoculados con cepas S muertas por calor y simultáneamente, cepas R vivas, contraen la enfermedad y mueren. De ellos se extraen bacterias vivas de la cepa S.

Los resultados del ensayo 4 llevaron a Griffith a deducir que en las bacterias muertas existía algo que llamó principio transformante, que era captado por las bacterias vivas no virulentas R y transformaba sus caracteres hereditarios convirtiéndolas en virulentas S.

Avery demostró que el principio transformante era el ADN, para que un extracto de célula S transformara una cepa de células R, el único componente que debía contener era el ADN. Esto demostró que el ADN era el material genético en bacterias.

La demostración experimental se debió a Alfred D. Hershey y Martha Chase, que trabajaron con el bacteriógrafo T2, un virus que ataca a la bacteria *E. Coli* y que únicamente está formado de ADN y proteínas, sustancias de las que sospechaban que podría estar formado el material hereditario.

2.-CONCEPTO DE GEN

Es la unidad de herencia, partícula de material genético que determina, o de un grupo de ellas. Los genes están localizados en los cromosomas en el núcleo celular y se disponen en línea a lo largo de cada uno de ellos. Cada gen ocupa en el cromosoma una posición o locus. Por esta razón, el término locus se intercambia en muchas ocasiones con el de gen.

El material genético es el ácido desoxirribonucleico (ADN) una molécula que representa la columna vertebral del cromosoma. Debido a que en cada cromosoma el ADN es una molécula continua, alargada, simple y delgada, los genes deben ser parte de ella; y como es una cadena de subunidades muy pequeñas que se conocen por nucleótido; cada gen incluye muchos nucleótidos.

Cada nucleótido está formado por un azúcar de cinco carbonos, ácido fosfórico y una base nitrogenada. En cada cadena existen cuatro tipos diferentes de bases—adenina, guanina, citosina y timina—y su secuencia

determina las propiedades del gen.

Los genes ejercen sus efectos a través de las moléculas a las que dan origen. Los productos inmediatos de un gen son las moléculas de ácido ribonucleico (ARN); estas son copias de ADN, excepto porque en lugar de la base timina tienen uracilo. Las moléculas de ARN de algunos genes participan de forma directa en el metabolismo del organismo, aunque su finalidad es, en su mayoría, la producción de proteínas. Las proteínas están formadas por cadenas de unidades que se denominan aminoácidos, y la secuencia de bases presentes en el ARN determina la secuencia de aminoácidos en la proteínas por medio del código genético.

La secuencia de aminoácidos en una proteínas específica será la responsable de determinar si está formará parte de un estructura del organismo o si convertirá en un enzima para favorecer una reacción química particular. Por lo tanto, las variaciones en el ADN pueden producir cambios que afecten a la estructura o a la química de un organismo.

Las bases de nucleótidos del ADN que codifican la estructura de los ARN y proteínas, no son los únicos componentes de los genes; otros grupos de bases adyacentes }a alas secuencias codificadoras afectan a la cantidad y disposición de los productos de los genes. Son las regiones reguladoras. Además, mucos genes se encuentran constituidos por regiones reguladoras. Además muchos genes se encuentran constituidos por regiones no codificantes (intrones) que son eliminadas en la formación del ARN. En los organismos superiores las secuencias no codificadoras superan en número de diez o más a las codificadoras y las funciones de estas regiones son muy pocos conocidas.

3.-FLUJO DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA.

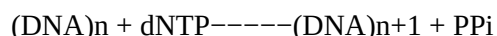
El ADN contiene información para que los aminoácidos se unan y formen las proteínas, se halla en el núcleo, del que no sale, por lo que es en necesaria una molécula que actúe como intermediaria entre el ADN y los ribosoma. Este papel lo realiza el ARN mensajero. El proceso de formación de los ARN se denomina transcripción.

Con la información contenida en la molécula de ARN mensajero se puede sintetizar una cadena polipeptídica en un proceso denominado traducción que ocurre en los ribosomas. En este proceso interviene el ARN ribosómico y el ARN de transferencia, que transporta los aminoácidos hasta los ribosomas.

Este trasvase de información se produce gracias a al naturaleza química de los ácidos nucleicos. Por la complementariedad de las bases nitrogenadas, el ADN se puede replicar y transcribir a ARN mensajero, que se va a traducir también gracias a la complementariedad de las bases.

4.-REPLICACIÓN

Las DNA polimerasas son las enzimas que se encargan de catalizar la formación de los enlaces fosfodiéster entre nucleótidos consecutivos. Añaden secuencialmente, al extremo 3' de una cadena, los nucleótidos complementarios a los de la otra cadena, que actúa como molde. Como sustrato emplean los trifosfatos de los desoxirribonucleosidos correspondientes, con la consiguientes liberación de pirofosfato inorgánico (PPi). Es decir para la polimerización de los nucleótidos es preciso un aporte de energía. Para cada adición, la reacción es:



Donde (DNA)_n es la cadena de n nucleótidos a la que se añade uno más por su extremo 3'.

En E. Coli se han descrito tres DNA polimerasas distintas, denominadas I, II, III. Es frecuente designarlas con el nombre abreviado de POL I, POL II, POL III. Las más conocidas son las POL I, POL II y POL III.

Las enzimas POL I y POL II tienen varios centros activos, uno para su actividad polimerasa y otros para desempeñar una acción de exonucleasa, para romper enlaces fosfodiéster.

POL III es una molécula más compleja y es la enzima que realmente se encarga de la replicación in vivo. Es enormemente activa, no actúa sola en la replicación, sino asociada a otras muchas enzimas y proteínas que forman un complejo aparato para asegurar que la replicación no sólo se produzca, sino que se dé sin errores.

*Mecanismo de la replicación en procariotas

Se ha comprobado que la replicación es bidireccional, comienza en un punto dado del DNA que se denomina origen de replicación, se separa ahí las dos cadenas del DNA la replicación va avanzando en los dos sentidos y se copian las dos hebras a la vez.

Se necesitan, dos complejos enzimáticos que avancen en las dos direcciones y cada uno dicho complejos copia a la vez las dos cadenas del DNA.

Un primer problema es el desmontaje de la doble hélice del DNA un grupo de enzimas del complejo se encarga de desenroscar la hélice y de separar las bases nitrogenadas apareadas y un grupo de proteínas estabilizan las cadenas sencillas de DNA, que por sí son menos estables que en su estado habitual de empaquetamiento.

Un segundo problema es que se ha visto que las DNA polimerasas requieren la preexistencia de una cadena a la que añaden nucleótidos por el extremo 3'. El complejo enzimático incluye una enzimática capaz de sintetizar una corta cadena de RNA que sirva de cebador de la replicación; a partir de ella, se irá añadiendo desoxinucleótidos.

El tercer problema a resolver es que las polimerasas van construyendo en el DNA en el sentido 5' a 3'; pero dado que las dos cadenas del DNA tienen polaridad opuesta.

*Replicación de la eucariotas

Esta replicación sigue un mecanismo similar al descrito con unas diferencias:

- a) El DNA eucariótico forma parte de la cromatina, cuya unidad elemental son los nucleosomas un obstáculo al avance de las horquillas de replicación. El proceso ha de ser más lento, porque se han de desmontar también los octámeros de histonas.
- b) Hace falta duplicar el número de moléculas de histonas coordinadamente con la duplicación del DNA, para ensamblar nucleosomas sobre el DNA recién sintetizada y restablecerla estructura de la cromatina.
- c) El dna eucariota es de longitud mucho mayor que el de procariotas.
- d) Hay otras diferencias menores entre la replicación en procariotas y eucariotas. Una de ellas es que las DNA polimerasas son más complejas.

5.-TRANSCRIPCIÓN

Hay 4 etapas:

*Iniciación

Comienza cuando la ARN-pol reconoce el ADN que se va a transcribir una señal que inicio del proceso.

Tales señales denominadas centros promotores son secuencias indica el inicio del proceso. Tales señales, denominadas centros promotores, son secuencias cortas a las que se une la ARN-pol.

*Elongación

Es la adición de sucesivos ribonucleótidos para formar el ARN. La ARN-pol avanza a lo largo de cadena de ADN en sentido 3-5 mientras que el sentido de la síntesis del ARN es 5-3. La enzima elecciona el ribonucleico trifosfato cuya base es complementaria con la de la cadena de ADN molde, mediante enlace éster.

*Terminación

La ARN-pol reconoce que en el ADN unas señales de terminación que indican el final. Esto implica el cierra de la burbuja formada en el ADN y la separación de la ARN-pol del ARN transcrito.

-En los procariontes, la señal de terminación es una secuencia de bases palindrómicas (secuencia que tienen la misma lectura de izquierda a derecha y de derecha a izquierda).

-En los eucariotas, la ARN-pol transcribe regiones de ADN largas que exceden la longitud de las secuencia que codifica la proteínas.

Una enzima corta el fragmento de ARN que lleva la información para sintetizar la proteínas la señal de corte es una secuencia que aparece sobre el ARN unos pocos nucleótidos antes del punto de corte.

6.- CODIGO GENÉTICO

Conocida la función de intermediario que realiza el ARN mensajero entre el ADN y las proteína, quedando por saber como la secuencia de nucleótidos del ARN se podía traducir en una de aminoácidos. El problema planteaba como pasar de un lenguaje de 4 letras (las 4 bases nitrogenadas que forman el ARN) a otro formado por 20 letras (los 20 aminoácidos). Se necesitan un diccionario que es el código genético.

Para describir el código se utilizó como hipótesis de trabajo que cada tres bases codifican un aminoácido, el número de aminoácidos posible de secuencias formadas es 64, más que suficiente para codificar los 20 aminoácidos. A cada una de estas combinaciones se les llama codón.

Los trabajos partieron del descubrimiento realizado por Severo Ochoa de una enzima, la polinucleótido fosforilasa, que cataliza la síntesis de un ARN mensajero sin utilizar un molde de ADN.

Nirenberg y Matthaei demostraron que el ARN dirige la síntesis de las proteínas.

Las características del código genético;

La práctica totalidad de los organismos comparten un mismo código genético, cada uno de los 64 codones identifican a los 20 aminoácidos y a varias señales de iniciación y terminación.

.Es universal, el código genético es compartido por todos los organismos conocidos, incluyendo los virus, este hecho indica que el código ha tenido un solo origen evolutivo, se han descubierto que tienen excepciones: las mitocondrias y algunos protozoos.

.Es degenerado. Indica que la mayor parte de los aminoácidos está, codificada para un mismo aminoácido se denominan codones sinónimos; esto supone una ventaja ya que en el caso de que se produzcan cambios en algún nucleótido no se tiene porqué alterar el orden de los aminoácidos.

. No presenta imperfección. No se codifica más de un aminoácido.

.Carece de solapamiento. Los tripletes de bases se hallan dispuestos de manera lineal y continua, sin que compartan ninguna base nitrogenada.

7.-TRADUCCIÓN

Para que tenga lugar el proceso de traducción o síntesis de proteínas se necesitan:

- Ribosomas donde se realiza la síntesis proteica.
- ARN mensajero, que lleva la información para sintetizar cada proteína.
- ARN de transferencia, que aporta los aminoácidos en el orden preciso.
- Enzimas y energía.

Se realiza en los ribosomas, formados por dos subunidades, una pequeña y otra grande, formadas por ARNr específicos y por proteínas. En la subunidad pequeña se une el ARN mensajero, en grande se unen los aminoácidos para formar la cadena polipeptídica. Ambas se unen cuando van a sintetizar proteínas.

En el ribosoma se distinguen 3 lugares diferentes unión a los ARN de transferencia: el sitio P, donde se sitúa la cadena polipeptídica en formación; el sitio A, donde entran los aminoácidos que se van a unir a la cadena proteica y el sitio E, donde se sitúan el ARN de transferencia antes de salir del ribosoma.

EL ARN de transferencia son los encargados de transportar los aminoácidos hasta el ribosoma, los incorporan a la proteína en formación según la secuencia del ARN mensajero. Hay más de 20 ARN de transferencia diferentes. En la estructura del ARN de transferencia hay dos zonas:

- El anticodón. Complementarias con las bases, cada tipo de ARN de transferencia reconoce un codón del ARN mensajero.
- El extremo 3'. Lugar al que se une el aminoácido que corresponde al codón que reconoce ese ARN de transferencia.

La activación de los aminoácidos;

La activación es la unión de los aminoácidos con el ARN de transferencia, interviene la enzima aminoacil-ARNt-sintetasa, que da un complejo denominado aminoácido-ARNt. Requiere energía que es aportada por la molécula de ATP.

Aminoácido + ARNt + ATP -----> ARNt + AMP + P_{pi}

La síntesis de proteínas, transcurre de igual forma en procariotas que en eucariotas. Etapas:

- Iniciación de la cadena proteica
- Elongación
- Terminación

8.-REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GENÉTICA

Uno de los principios básicos de l funcionamiento del metabolismo celular es el de la economía, una célula no sintetiza todas las proteínas que es capaz, sino las necesita en un momento determinado. El control se puede realizar en varios puntos desde la transcripción donde ocurra con mayor frecuencia la reulación.

–Regulación de la expresión genética en los procariontes

Un organismo procarionte debe adaptarse a las condiciones del medio ambiente, uno de los modelos de regulación de la expresión genética mejor conocidos en procariontes es el modelo de operón, un operón se compone de:

.Promotor; Secuencia de nucleótidos del ADN a la que se une la ARN–polimerasa para iniciar la transcripción de un gen o un conjunto de genes.

.Genes estructurales; Aquellos que codifican la síntesis de las proteínas implicadas en un mismo proceso metabólico. Se describen sin interrupción de modo que el ARNm resultante lleva la información para varias proteínas y recibe el nombre de ARNm policistrónico.

.Operador: Secuencia de nucleótidos situada entre el promotor y los genes estructurales.

.Gen regulador: Puede estar situado en cualquier lugar del cromosoma bacteriano y codifica la proteína que actúa de represor.

–Regulación genética en eucariontes

El control de la expresión genética en los organismos eucariontes es peor conocidos que el de los procariontes. En un organismo pluricelular todas sus células tienen el mismo ADN y sin embargo realizan funciones diferentes, las células tienen la misma información genética.

Los genes eucariotas tiene un promotor cercano al gen que se va a transcribir, pero también tienen otros elementos activadores más distantes. Tanto el promotor como activador proporcionan lugares de unión específicos para proteínas que activan la transcripción. La ARN–pol en los eucariotas no pueden unirse al promotor a menos que este se halla unido previamente a una proteínas activadora.

ALTERACIONES DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA

1.–CONCEPTO DE MUTACIÓN

Una de las características del material hereditario es la gran fidelidad con la que se transmite de generación sin embargo en ocasiones puede sufrir cambios que se pueden transmitir a la descendencia}, estos cambios reciben el nombre de mutaciones.

El primero en introducir el término mutación fue Hugo de Vries con este término designo cambios inesperados que observaba en la descendencia de un cruzamiento, en la actualidad el término mutación se emplea para designar los cambios que se producen en la secuencia o en el número de nucleótidos del ADN de una célula.

Los cambios en el material genético se traducen en cambios en las proteínas, las mutaciones pueden afectar a las posibilidades de supervivencia del organismo. Las hay que son perjudiciales otras son beneficiosas también pueden ser neutras.

Para muchos genes existen alelos diferentes alternativas para un mismo carácter surgidos por mutación de un gen original.

Un organismo tiene un gran número de genes, pudiendo tener algún alelo, es imposible que dos individuos tengan exactamente la misma constitución genética.

El origen de las mutaciones

Gran parte de las mutaciones se producen de manera espontánea por causas naturales como errores en la replicación o en la meiosis.

La tasa de mutación espontánea es más baja en microorganismos que en organismos más complejos.

Otras mutaciones son causadas por agentes físicos o químicos, estas son mutaciones inducidas y los agentes son agentes mutagénicos.

Tipos de mutaciones:

Se pueden clasificar:

Según las células afectadas;

–Germinal, son las que afectan a los gametos o las células madre que dará origen a los gametos, es decir, la línea germinal, se transmitirá a la descendencia y sobre ella actuará la selección natural.

–Somáticas: aquellas que sufren la células somáticas y las que procedan de ella por mitosis, afectan al individuo pudiendo causar en algunas ocasiones enfermedades graves pero no heredables no son importantes en la evolución.

Según la extensión del material genético afectado;

–Génicas: Provocan cambios en la secuencia de nucleótidos de un gen.

–Cromosómicas: Afectan a la disposición de los genes de un cromosoma.

–Genómicas: Alteran aumentando o disminuyendo, el número de cromosomas típico de la especie.

Mutaciones génicas;

Son las que alteran la secuencia de nucleótidos de un gen, se denominan puntuales, dos tipos las sustituciones de bases y las mutaciones por corrimiento de la pauta de lectura.

.Sustituciones de bases

Cambio de una base del ADN por otra.

.Transiciones si se sustituye una base purica o bien una pirimidinica por otra pirimidinica.

.Transversiones si la sustitución es de una base purica por otra pirimidinica o viceversa.

Cualquiera de estas mutaciones afecta a uno solo de los nucleótidos y sólo un triple de bases es el que se ve afectado, como el código es degenerado el triplete puede sustituirse por otro que codifique al mismo aminoácido, la mutación no afectaría al individuo y sería entonces una mutación silenciosa.

Puede que el nuevo triplete codifique otro aminoácido diferente, en este caso salvo que sea uno de los

aminoácidos que conforman el centro activo de una proteína no tiene consecuencias graves.

.Mutaciones por corrimientos de la pauta de lectura

Se denomina inserciones y deleciones si consisten en la adición o en la pérdida de algún nucleótido respectivamente, a partir del punto en el que ocurre al inserción o delección varían todos los tripletes por ello se dice que estas mutaciones provocan un corrimiento de la pauta de lectura, cuando el gen se traduce se produce una proteínas diferente.

Mutaciones Genómicas;

Variaciones en el número de cromosomas de una especie, se produce por una segregación anómala de los cromosomas o de las cromátidas durante la meiosis.

–Euploidías

Alteraciones en el número normal de dotaciones cromosómicas

.Monoploidía, existe un solo cromosoma de cada par, se ha constatado en algunas especies vegetales.

.Poliploidía Son poliploides los organismos que contienen más de un juego completo de cromosomas, pudiendo ser triploides ($3n$), tetraploides ($4n$), en general poliploides, más frecuentemente en vegetales que en animales.

–Aneuploidías

Los afectados presentan algún cromosoma de más o de menos.

.Trisomías, poseen un cromosoma de más; $2n + 1$ entre las trisomías que se dan en los autosomas destaca el síndrome de Down.

En los cromosomas sexuales las trisomías son más frecuentes aunque no son tan graves.

–Síndrome de Klinefelter (XXY), son hombres estériles, con testículos poco desarrollados.

–Síndrome triplo (XXX) son mujeres perfectamente normales.

–Cariotipo XYY en la mayoría de los casos son hombres normales, más altos que la media y con tendencia a padecer un acné intenso.

.Monosomías, los individuos carecen de un cromosoma de una pareja, $2n - 1$, al carencia de un cromosoma autosómico es letal, como ocurre en el síndrome de Turner.

Mutaciones cromosómicos:

Provocan cambios en la estructura de los cromosomas, pueden afectar al orden de los genes o a su número; un gen o grupo de genes puede estar repetido o faltar.

Tipos de cromosómicas

–Deficiencias o deleciones, pérdida de un segmento cromosómico.

- Duplicaciones, Aparece un segmento cromosómico más de una vez en el mismo cromosoma o en otro.
- Translocaciones, Cambio de localización de un segmento cromosómico, puede ser recíproca entre dos cromosomas no homólogos o no recíproca cuando no se produce intercambio.
- Inversiones. Segmentos cromosómicos que han girado 180° con lo que su secuencia génica queda invertida.

Los agentes mutágenos son aquellos factores que aumentan sensiblemente la frecuencia normal de mutación;

-Las radiaciones mutágenos, se pueden distinguir dos tipos, según dos efectos: las radiaciones no ionizantes y las radiaciones ionizantes.

a) Las radiaciones no ionizantes, según los rayos ultravioleta, son radiaciones electromagnéticas, como la luz, pero de menor longitud de onda y por ello más energéticas. Son muy absorbidas por el ADN.

b) Las radiaciones ionizantes, son radiaciones electromagnéticas de longitud de onda inferior a las UV, como los rayos X y los γ y las emisiones de partículas como las radiaciones alfa y beta propias de las explosiones nucleares.

.Sustancias químicas mutágenas: Son sustancias que reaccionan con el ADN y provocan básicamente tres tipos de alteraciones:

a) las modificaciones de las bases nitrogenadas, por ejemplo, el ácido nitroso, la desamina, la hidroxilamina les añade grupos hidroxilo y el etilmetanosulfonato y el gas mostaza les añaden grupos alquilo.

b) La sustitución de una base por otra análoga, por ejemplo, en lugar de una timina puede situarse el 5-bromouracilo o en lugar de una adenina la 2-aminopurina. Las modificaciones y las sustituciones implican emparejamiento con bases distintas de las complementarias.

c) la intercalación de moléculas, se trata de moléculas similares a un par de bases enlazadas como la cridina o la proflavina, capaces de introducirse entre los pares enlazados, entre los pares de bases apiladas del ADN.

2.-CONSECUENCIAS EVOLUTIVAS

La evolución biológica es el proceso de transformación de unas especies en otras mediante una serie de variaciones que se han ido sucediendo, generación tras generación, a lo largo de millones de años. El proceso evolutivo se basa en tres factores:

- El excesivo número de descendientes; Darwin observó que las especies tienen un potencial de reproducción muy alto, y que si el número no crece indefinidamente es porque los recursos alimenticios son limitados.
- La variabilidad de la descendencia; En los organismos que se reproducen sexualmente se observa que a pesar de tener los mismos padres, todos los hermanos son diferentes entre sí, salvo los gemelos univitelinos, es decir, los surgidos del mismo cigoto).
- La selección natural; Darwin la explica diciendo como nacen más individuos que los que pueden sobrevivir, se establece una lucha por la existencia, de un individuo de una especie y con las condiciones físicas del entorno.

La selección natural se puede definir pues, como la supervivencia del más apto.

Tras el descubrimiento de las leyes de Mendel en 1900 y los grandes avances posteriores, a partir de genetista

Dogzhansky, el zoólogo Mayr, el paleontólogo Simpson y el biólogo Huxley surgió entre 1930 y 1940 la teoría neodarwinismo, en ella se aceptan los principios de darwinistas de la variabilidad, el concepto de población genética como unidad de evolución y el concepto genético de especie, que sustituyó al basado en la simples diferencias morfológicas.

La variabilidad de la descendencia en los organismos con reproducción asexual se debe exclusivamente a las mutaciones y en los organismos con reproducción sexual a las mutaciones y sobre todo a lasis.

Así pues, la aparición de una bacteria con un ADN diferente del de su progenitora sólo puede originarse por mutación, mientras que en los organismos con reproducción sexual se produce con recombinación genética mediante el entrecruzamiento al azar de los cromosomas homólogos, también puede influir la mutación, aunque dado que la frecuencia media de mutación es muy baja del orden de 10^{-5} en vertebrados por cada 100.000 gametos con ese gen normal,

3.-EFECTOS PERJUDICIALES

Las mutaciones no son recesivas, son efectos perjudiciales no es expresan a menos que dos de ellos coincidan para dar lugar a una situación homocigótica, esto es más probable en la procreación consanguínea en el apareamiento de dos organismos muy relacionados que pueden haber heredado el mismo gen mutante recesivo de un antecesor común.

Por esta razón las enfermedades entre los niños cuyos padres son primos que en los de la demás población.

MICROORGANISMOS I. FORMAS ACELULARES

1.-CONCEPTO DE MICROORGANISMO

Un ser vivo se sólo se puede encontrar utilizando microscopios ópticos o electrónicos.

Se clasifican en tres de los cinco reinos, las bacterias o cianobacterias pertenecen al reino de los Moneras, son organismos con células procariotas y presentan una gran variedad de forma de vida, hay bacterias fotosintéticas, quimiosintéticas o heterótrofas.

Estas pueden ser saprofitas, patógenas y descomponedoras, como la producen la tuberculosis o la sífilis, en el reino Protista se incluyen a organismo procariotas son organismos protistas los protozoos, las lagas unicelulares y pluricelulares, ciertos hongos incluidas las levaduras, pertenecen al reino Hongo, estos seres tiene una gran importancia económica por el uso industrial de la fabricación de antibióticos y productos alimenticios como el pan o el vino.

Los virus son un tipo particular de microorganismo, no tiene metabolismo y son parásitos intracelulares y causan un gran número de enfermedades a las personas, animales y las plantas.

2.- GRUPOS PRINCIPALES

El reino monera representa el primer peldaño de la evolución de los seres vivos, pues los organismos incluidos en el son unicelulares y procariotas, dentro de este grupo se encuentran todas las bacterias y las algas cianobacterias.

Las bacterias presentan una variedad de formas de vida; así hay autótrofas y heterótrofas., entre las autótrofas están las autótrofas como las bacterias púrpuras y verdes-sulfúreas, las quimiosintéticas como las bacterias nitrificantes, las bacterias de azufre y las bacterias del metano .

Entre las heterótrofas están:

Las saprofitas que descomponen la materia orgánica participando junto a las quimiosintéticas, en su reciclado ciertas especies son utilizadas industrialmente en la fabricación de quesos, pan ,vino...

Sinbióticas y viven íntimamente asociadas a otros organismos proporcionándoles beneficios mutuos.

Las parásitas o patógenas son las ocasionan enfermedades en los hospedadores como el cólera, la tuberculosis...

Las cianobacterias son microorganismos acuáticos que están provistos de pigmentos, lo que les permite captar luz solar para realizar la fotosíntesis.

Los protistas se trata de un reino que incluye organismos unicelulares y pluricelulares indiferidos con estructura celular eucariota, los microorganismos clasificados en este grupo se distinguen entre sí por el tipo de nutrición así las algas unicelulares son autótrofas fotosintéticas mientras que los protozoos son Heterotrofos.

Las algas unicelulares habitan en medios acuáticos o en lugares húmedos como cortezas de árboles o en superficies rocosas; algunas establecen simbiosis con hongos o con animales tales como esponjas o celentéreos. Pueden vivir libres o asociadas en colonias más o menos complejas presentan una serie de pigmentos que facilitan la captación de luz para la fotosíntesis y les dan coloraciones específicas.

Los protozoos tienen características típicamente animales, como la captura y la digestión del alimento, por lo que han sido considerados en Zoología y Parasitología como los primeros animales. Desde el punto de vista ecológico los hay:

- De vida libre que habitan en el agua, en el suelo o en la materia orgánica en descomposición.

- Parásitos causantes de enfermedades como el paludismo.

- Inquilinos: Resultan inofensivos.

Uno de los criterios comúnmente usados para clasificarlos es el tipo de locomoción:

- Son la amebas emiten pseudópodos utilizados para su desplazamiento y para la captura del alimento.

- Los ciliados se desplazan mediante movimientos sincronizados de los cilios que recubren su superficie.

- Los flagelados están dotados de uno o dos flagelos con los que se desplazan.

- Los esporozoos forman esporas; son parásitos obligados y algunas especies son responsables.

Los hongos se clasifican en un mundo aparte debido a su peculiares características, en parte, propias de animales y en parte de vegetales.

Son organismos Heterotrofos saprofitos, es decir descomponedores de materia orgánica y actúan en los ecosistemas terrestres como recicladores, no obstante en ocasiones la actividad descomponedora de los hongos puede causar pérdidas económicas si atacan a los alimentos o la madera.

Los mohos son hongos pluricelulares cuyo cuerpo vegetativo está constituido por filamentos celulares denominados hifas, cuyas paredes poseen celulosa, quitina o las dos sustancias.

Las levaduras se diferencian de los mohos en que son unicelulares y se reproducen por gemación, están muy difundidas en la naturaleza y suelen ser dispersadas por el viento y los insectos.

3.-COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD DE LOS VIROIDES Y PRIONES.

Los viroides son agentes patógenos más pequeños infectan plantas, formados por pequeñas moléculas circulares de ARN monocatenario, no disponen de cápsida, consiste en este ARN desnudo, presenta secundario que parece una molécula de ADN bicatenario con los extremos cerrados, este ARN no contiene genes, es decir, sus secuencias de nucleótidos no codifican ningún polipéptido, lo que hace que el viroide sea dependiente del metabolismo del huésped para su replicación.

Los priones son agentes infecciosos sin precedentes por carecer de ácidos nucleicos, para prusiner, los priones son partículas proteínicas infecciosas formadas por una forma modificada de una proteína de mamíferos.

Las enfermedades producidas por priones suelen ser mortales y reciben el nombre de encefalopatías espongiformes transmisibles por el aspecto esponjoso que presenta el cerebro de los individuos afectados.

Encefalopatía espongiforme bovina o enfermedad de las vacas locas y en humanos la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob

4.-COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS VIRUS

Los virus son elementos genéticos que se replican independientemente de los cromosomas de una célula huésped, pero no independientemente de ésta.

Los virus tienen una maquinaria celular por lo que se consideran que están en el límite de lo vivo y precisan de la maquinaria celular para su replicación, pudiendo considerarse parásitos obligados de bacterias, vegetales o animales.

Los virus presentan dos estados:

*Extracelular metabólicamente inerte, denominado virión, depende totalmente de la célula a la que parasita para su replicación, está constituido por ácido nucleico (ADN o ARN) rodeado de una cubierta proteica denominada cápsida (formada por subunidades proteicas o capsómeros), determinados virus presentan además una envoltura formada por lipoproteínas rodeando la cápsida.

*Intracelular: Que se adquiere cuando el virus infecta una célula huésped, para ello se produce una interacción entre las proteínas del virus y las de la superficie celular, que actúan como receptores para el virus, la entrada del virus puede implicar la entrada del virión o sólo la introducción del genoma vírico, en este estado se desorganiza el virión utiliza la maquinaria celular y forma nuevos viriones, la infección vírica es el resultado de la entrada y replicación del genoma vírico, de la síntesis y ensamblaje de los componentes de la cápsida.

La clasificación de los virus;

Se realiza teniendo en cuenta la naturaleza de su genoma; puede estar constituido por ADN o por ARN, bien de cadena doble (bicatenaria) o sencilla (monocatenario).

Los virus utilizan a la célula huésped para su replicación, logrando que ésta sintetice todos sus componentes, estos componentes deben ser correctamente ensamblados, y los nuevos viriones deben escapar e infectar otras células, el mecanismo de replicación intracelular de los virus provoca daños en las células huésped, siendo la causa de su carácter patógeno.

Las etapas de la replicación vírica son:

- 1.-Fijación o absorción
- 2.-Penetración del virión o inyección de su ácido nucleico.
- 3.- Replicación del ácido nucleico
- 4.-Síntesis de las proteínas de la cubierta del virus
- 5.-Ensamblaje de las unidades estructurales y empaquetamiento del ácido nucleico.
- 6.-Liberación de los viriones maduros fuera de la célula.

Virus que infectan bacterias: bacteriófagos

La mayoría de estos virus carecen de envoltura lipídica, muchos tiene una estructura compleja con una cabeza, en la que se encuentra el ácido nucleico y una cola, el estudio de estos virus ha permitido el desarrollo de la biología molecular.

El ciclo replicativo de los bacteriófagos puede seguir dos caminos:

- Ciclo lítico: Estos fagos producen rápidamente nuevos viriones y la consiguiente lisis de la bacteria.
- Ciclo lisógeno: Los fagos se integran en el cromosoma bacteriano como profagos, el profago puede estar en estado de latencia, pero si algún factor externo pone fin a este estado, el profago se activa y se inicia un ciclo lítico.

Los virus animales;

La multiplicación de los virus animales difiere significativamente de la de los virus bacterianos debido a la compartimentación de la células eucariotas, los virus que infectan células animales presentan diferentes estrategias de replicación.

- Infección lítica, la célula huésped es destruida.
- Infecciones persistentes, en virus con envuelta donde la liberación del virus puede ser lenta y se mantiene produciendo virus.
- Infecciones latentes, se produce un retraso entre la infección por el virus y la aparición de los síntomas.
- Cáncer, los virus denominados oncógenos pueden transformar una célula normal en una tumoral, producen un cambio genético en alguno de los genes controlan el ciclo miótico transformándolos en oncogenes.

5.-CICLOS LÍTICO Y LISÓGENO DE LOS VIRUS.

El ciclo lítico, virulento o normal, después de la penetración del virus en la célula, viene una etapa denominada de eclipse en que el virus puede desaparecer, pues no se advierte ningún indicio ni de su presencia ni de su actividad.

Lo que ocurre en esta etapa es que se da un desensamblaje de la piezas del virus y su ácido nucleico queda asimilado en las estructuras celulares aptas para los procesos de replicación y transcripción.

La multiplicación del virus supone la replicación de su material genético, la transcripción de su mensaje en una molécula de mRNA y la traducción del mensaje para producir proteínas víricas, tanto las que formarán parte de la cápsida como las proteínas enzimáticas necesarias para el ensamblaje de las piezas del virión y para algunas de las funciones anteriores, los ribosomas y la mayor parte de las enzimas que se utilizan en estos procesos son de la célula infectada.

Posteriormente se realiza el ensamblaje de las piezas para constituir nuevos viriones. Des pues de la multiplicación del virus tiene lugar la emergencia de los nuevos individuos, que saldrán con capacidad de infectar nuevas células.

La mayor parte de los virus sin cubierta lipoprotéica, como los bacteriófagos y muchos otros no, no abandonan la célula hospedadora hasta que se ha producido su muerte por agotamiento de los recursos necesarios o para sus funciones vitales, en ese momento tiene lugar la rotura (lisis) de la célula y los viriones escapan libres al medio.

El ciclo lisógeno, temperado o avirulento, fue descubierto en bacteriófagos, el DNA vírico una vez se halla dentro de la célula huésped se inserta en el DNA bacteriano, a veces en alguna región específica.

A continuación la bacteria prosigue su ciclo vital sin ninguna modificación aparente, cuando se duplica el DNA bacteriano se duplica también el DNA vírico de manera que el genoma vírico pasa a las generaciones celulares siguientes.

En algún momento, una alteración de las condiciones ambientales puede provocar la separación del DNA vírico del genóforo y prosiguen entonces las restantes fases del ciclo vírico.

Algunos virus de células animales como los virus de las verrugas y los retrovirus (virus del SIDA) siguen también el ciclo lisógeno.

MICROORGANISMOS II. FORMAS CELULARES

1.-TIPOS Y CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE BACTERIAS, ALGAS, PROTOZOOS Y HONGOS.

Son microorganismos celulares procariotas, su estructura citoplasmática es muy simple sin ninguna compartimentación membranosa, sin embargo pueden existir diferentes clases de invaginaciones de la membrana citoplasmática y también pueden presentarse orgánulos rodeados de membranas citoplasmática y también pueden presentarse orgánulos rodeados de membrana diferentes de la citoplasmática.

La bacterias presentan diferentes muy notables en cuanto a sus dimensiones, así las llamadas minibacterias de vida latente, todas ellas presentes en las comunidades microbianas de los suelos o en el placton.

Según la forma celular podemos distinguir cocos, bacilos, vibriones, espirilos y espiroquetas.

Los cocos son pequeñas células esféricas que pueden permanecen agrupadas de dos en dos (diplocos) o en grupos irregulares en forma de racimos, en hileras o en paquetes (sarcinas).

Los bacilos son células en forma de bastones cortos y cilíndricos que también pueden presentarse como parejas o cadenas.

Los vibriones son células en forma de coma; los espirilos tiene forma de espiral y las espiroquetas que también forma espiral pero son más flexibles, largas y delgadas que los espirilos.

Las algas unicelulares habitan en medios acuáticos o en lugares húmedos como cortezas de árboles o en superficies rocosas; algunas establecen simbiosis con hongos o con animales tales como esponjas o celentéreos. Pueden vivir libres o asociadas en colonias más o menos complejas presentan una serie de pigmentos que facilitan la captación de luz para la fotosíntesis y les dan coloraciones específicas.

Los protozoos tienen características típicamente animales, como la captura y la digestión del alimento, por lo que han sido considerados en Zoología y Parasitología como los primeros animales. Desde el punto de vista ecológico los hay:

–De vida libre que habitan en el agua, en el suelo o en la materia orgánica en descomposición.

–Parásitos causantes de enfermedades como el paludismo.

–Inquilinos: Resultan inofensivos.

Uno de los criterios comúnmente usados para clasificarlos es el tipo de locomoción:

–Son la amebas emiten pseudópodos utilizados para su desplazamiento y para la captura del alimento.

–Los ciliados se desplazan mediante movimientos sincronizados de los cilios que recubren su superficie.

–Los flagelados están dotados de uno o dos flagelos con los que se desplazan.

–Los esporozoos forman esporas; son parásitos obligados y algunas especies son responsables.

Los hongos se clasifican en un mundo aparte debido a su peculiares características, en parte, propias de animales y en parte de vegetales.

Son organismos Heterotrofos saprofitos, es decir descomponedores de materia orgánica y actúan en los ecosistemas terrestres como recicladores, no obstante en ocasiones la actividad descomponedora de los hongos puede causar pérdidas económicas si atacan a los alimentos o la madera.

BIOTECNOLOGÍA

1.-CONCEPTO. MICROORGANISMOS UTILIZADOS EN BIOTECNOLOGÍA

Es el conjunto de técnicas, nacidas de la biología molecular, que permite manipular el genoma de un ser vivo, la posibilidad de manipular los genes permite unir genes de organismos diferentes de manera que se formen nuevas combinaciones de los mismos y por tanto nuevas características hereditarias en los organismos manipulados.

Los avances en la ingeniería genética permiten actualmente múltiples aplicaciones en investigaciones básica, medicina, agricultura y fabricación de medicamentos, armas biológicas...

Los procesos más utilizados en la ingeniería genética son dos: tecnología del ADN y recombinante y reacción cadena de la polimerasa o PCR.

En la tecnología del ADN recombinante, dicho proceso se realiza en las siguientes fases:

- Aislamiento del gen específico a recombinar.
- Introducción de este gen en otra célula de un organismo vivo.
- Incorporación del gen al genoma de la célula hospedadora.

- Detección del gen clonado.

Y en las aplicaciones de la PCR, cuya finalidad es la amplificación del ADN es decir, la obtención de múltiples copias de un fragmento específico de ADN a partir de un número pequeño de moléculas, las aplicaciones son casi limitadas y entre ellas destacan:

- Clonaciones de genes.
- Estudios evolutivos.
- Estudios históricos.
- Medicina forense, pruebas de paternidad (huellas dactilares de ADN)...

Los microorganismos utilizados suelen ser bacterias, virus.

3.- APLICACIONES EN AGRICULTURA, FARMACIA, SANIDAD, ALIMENTACIÓN Y PROCESOS AMBIENTALES.

La biotecnología tradicional comprende un conjunto de procesos industriales en los que se cultivan microorganismos a gran escala para obtener productos comerciales útiles para el hombre. En este tipo de biotecnología se fundamenta la Microbiología Industrial que utiliza las técnicas de fermentación tradicionales en la fabricación de alimentos, como el vino, queso...

Para alcanzar este objetivo, tradicionalmente se han utilizado dos métodos:

- La modificación de las características del microorganismo por medio de técnicas clásicas como la mutación y la selección.
- la modificación de las condiciones físico-químicas del proceso (temperatura, aireación, pH...) para optimizar el rendimiento.

Estos procesos se han aplicado básicamente en tres tipos de industrias; alimentarias, farmacéuticas y agropecuarias.

Industrias alimentarias:

- La fabricación del pan

Los microorganismos que intervienen en la fabricación del pan son levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, las cuales realizan una fermentación alcohólica que emplea como sustratos los azúcares de la harina de trigo.

Los productos obtenidos en la fermentación son etanol, que se evapora en la cocción y dióxido de carbono, responsable de que la masa aumente de volumen y se esponje. Resumida, la reacción es:



La elaboración del pan consiste en mezclar harina, agua, sal y levadura, al entrar en contacto con el agua, las amilasas presentes en la harina hidrolizan el almidón a mono y disacáridos que son fermentados por la levadura, el dióxido de carbono resultante queda atrapado en el interior de la masa y forma numerosas burbujas que determinan el aspecto esponjoso de la misma.

2.- Fabricación del vino y la cerveza

En estos procesos también interviene la levadura *Saccharomyces cerevisiae* que realiza una fermentación alcohólica semejante a la de la producción del pan.

En el caso del vino, el sustrato de fermentación son los azúcares del mosto (zumo natural de uvas) fructosa y glucosa. La levadura que se encuentra de forma natural en la piel de las uvas, transforman estos azúcares en etanol y dióxido de carbono.

El proceso de formación del vino se inicia con el prensado de las uvas para obtener el mosto, las levaduras comienzan rápidamente la fermentación aunque en la producción industrial del vino se añaden capas de levadura para incrementar el contenido de etanol. El dióxido de carbono resultante se evapora o se elimina artificialmente, excepto en los vinos espumosos.

Cuando se termine la fermentación, el vino se aclara y se embotella en el caso de los vinos jóvenes o se somete a un proceso de maduración para envejecerlo.

La cerveza es el resultado de un procedimiento de fabricación más complicado tecnológicamente pues implica la germinación de las semillas de cebada para obtener malta.

Los azúcares presentes en la malta son el sustrato para la fermentación alcohólica en la que el producto final se consigue mediante la incorporación de aditivos como las flores de lúpulo, responsables del sabor amargo.

3.-Fabricación del queso y otros derivados lácteos.

En la elaboración del queso y productos como el yogur, la cuajada o el kéfir, interviene el grupo de las bacterias lácticas, que fermentan azúcares sencillos para producir ácido láctico.

Las técnicas de fabricación del queso y leches fermentadas son muy antiguas y probablemente nacieron, indirectamente como un medio para conservar la leche.

EL yogur, la cuajada...reciben el nombre de leches fermentadas porque se obtienen mediante un proceso de fermentación porque se obtiene mediante un proceso de fermentación láctica producido actúa como un conservante natural y evita así su deterioro por microorganismos.

La elaboración del queso se realiza en tres etapas:

1.- Adición a la leche de renina o cuajo, una enzima del estómago de rumiantes, en combinación con el ácido láctico producido por las bacterias lácticas, la renina precipita las proteínas lácticas formando un producto sólido.

2.-Separación del suero y la cuajada mediante un proceso de filtración en el cual se hace pasar el conjunto a través de telas.

3.-Maduración del queso, según el tipo de queso, en esta etapa intervienen otras bacterias, como *Micrococcus*, responsables del sabor y olor propios de cada variedad.

Industria farmacéutica

1.-Obtención de vacunas

El organismo es capaz de reconocer e identificar ciertos genes agentes patógenos, bacterias o virus y de poner

en marcha el sistema inmunitario con el fin de:

- Destruir y eliminar el agente infeccioso
- Conservar en su marcha algunos aspectos identificativos del agente, sus antígenos o determinantes antigénicos, de modo que el organismo quede inmunizado y sea capaz de desarrollar una respuesta inmediata ante una nueva exposición al mismo antígeno.

La vacunación se basa en la capacidad de memoria del sistema inmunológico, así inoculando el virus o bacteria desprovistos de su virulencia o fragmentos del mismo que contengan antígenos adecuados.

Actualmente la obtención de vacunas se realiza utilizando técnicas de ingeniería genética.

2.- Producción de antibióticos

La penicilina fue el primer antibiótico que se consiguió aislar, en 1929 estudiando las infecciones de heridas causadas por *Staphylococcus aureus*, Alexander Fleming observó una sustancia producida por el hongo *Penicilium notatum* que impedía el crecimiento de la bacteria, la producción en masa de la penicilina no se realizó hasta finales de la Segunda Guerra Mundial (años 40):

Otros antibióticos obtenidos por fermentación industrial son:

- Las cefalosporinas muy semejantes químicamente a las penicilinas ya que ambos grupos derivan de una estructura química llamada. Lactamasa, de ahí que se incluyan en la clase de los lactámicos.
- Los antibióticos producidos por actinomicetos grupo de bacterias gran positivas aerobias del suelo, entre ellos destacan:
- La estreptomicina se utiliza contra la tuberculosis.
- EL cloranfenicol utilizado contra las fiebres.
- La eritromicina utilizado de amplio espectro.
- La tetraciclina se usa como alternativa en las personas alérgicas a la penicilina.

MECANISMOS DE DEFENSA ORGÁNICA

1.-CONCEPTO DE INFECCIÓN

La infección es una invasión de un ser vivo por patógenos (bacterias, hongos, protozoos y virus) capaces de causar daño en el huésped y si se multiplican sin control pueden llegar a producir la muerte del huésped, las enfermedades ocasionadas por estos patógenos se denominan enfermedades infecciosas y la respuesta frente a ellos es la respuesta inmunológica.

La inoculación artificial de estas sustancias sean o no potencialmente patógenas y generadoras de respuesta inmunitaria se denomina inmunización.

El estado de inmunidad supone que las personas que ha padecido una enfermedad infecciosa y sobrevivido a ella, guardan una especie de memoria protectora de dicha enfermedad, pero además de la memoria adquirida, el estado de inmunidad también supone una capacidad natural de respuesta innata para combatir la infección.

Las infecciones suponen una ruptura del equilibrio homeostático, el sistema inmunitario realiza dos funciones:

–Función defensiva: Protege el organismo de enemigos externos.

–Función homeostático: Mantienen un equilibrio entre las distintas células que coexisten en un animal vertebrado.

Los agentes patógenos se presentan en múltiples formas, es necesaria la existencia de una amplia variedad de respuestas para combatir los distintos tipos de infección, este sistema inmunitario agrupa dos estrategias:

–Sistema inmunitario innato, mecanismo defensivo innato, aunque es inespecífico posee cierta capacidad para distinguir entre lo propio y lo ajeno.

–sistema inmunitario adaptivo: Exclusivo de los vertebrados, proporciona una respuesta que se caracteriza por:

–Especificidad: Los antígenos una respuesta específica contra ellos.

–Memoria: Base de la adquisición activa de inmunidad, supone una capacidad mayor de respuesta inmunitaria en el segundo o posteriores contactos con el antígeno.

–Tolerancia: El sistema inmunitario debe eliminar o inactivar cualquier célula capaz de reconocer y responder frente a lo propio.

2.-DEFENSAS INESPECÍFICAS: BARRERAS NATURALES CONTRA LAS INFECCIONES Y RESPUESTA LOCAL O INFLAMACIÓN

Los mecanismos de defensa inespecíficos actúan cualquier microorganismo o sustancia extraña, son tres tipos: barreras naturales, microflora normal del organismo y respuesta celular inespecífica.

1._ Barreras naturales: Están constituidas por la piel (la epidermis en vegetales las secreciones de las superficies mucosas).

La piel constituye en primer lugar una barrera mecánica debido a su grosor ya que su estructura ya que su capa córnea más externa está totalmente queratinizada, es decir, compuesta por células muertas e impermeables que se van a desgastando y perdiendo constantemente y van siendo sustituidas por otras.

Las secreciones mucosas contienen también enzimas bactericidas como la lisozima, presente en el moco, la saliva las lágrimas o la espermina que se encuentra en el semen.

2.– Microflora normal del organismo, los animales poseen una microflora propia constituida por microorganismos comensales o mutualistas que dificulta el desarrollo de otros microorganismos, bien liberando sustancias inhibitorias al medio.

3.– Respuesta celular inespecífica, se activa si por alguna causa los microorganismos patógenos invaden los tejidos.

Las propias células afectadas producen sustancias antimicrobianas o bien destruir los ARNm víricos, por eso los viriones producidos dentro de las células que han sido expuestas al interferón son menos eficaces para infectar nuevas células.

3.- DEFENSAS ESPECÍFICAS: INTRODUCCIÓN GENERAL A LA RESPUESTA INMUNITARIA

En muchas ocasiones, los mecanismos de defensa inespecíficos no son suficientes para controlar la infección y en poco días, se activa el sistema de defensa específico.

La respuesta inmunitaria se basa en la capacidad de distinguir lo propio de lo extraño, cualquier organismo es capaz de reconocer sus propias células gracias a que éstas poseen en su superficie moléculas que son ligeramente distintas a las moléculas superficiales de otras células, ya sean de otras especies o incluso, de otros organismos de la misma especie, al detectar la presencia de moléculas extrañas el organismo elabora una respuesta encaminada a su destrucción la respuesta inmunitaria.

Existen dos tipos de inmunidad específica: la inmunidad mediada por anticuerpos en la que los linfocitos producen sustancias específicas que provocan la destrucción del agente invasor y la inmunidad mediada por células en la que los linfocitos atacan directamente al agente patógeno.

Sistema inmunitario, las dos clases de inmunidad específica que se han referenciado son llevadas a cabo por los linfocitos de ahí que el sistema inmunitario esté constituido por todos los órganos donde se originan, transforman y acumulan los linfocitos.

Los linfocitos se originan por diferenciación de las células madre de la médula ósea y se transformarán en uno u otro según el lugar donde maduren.

Las estructuras en las que se produce tal maduración son los órganos linfoides primarios:

- El timo, que se produce linfocitos T.

- La médula ósea productora de linfocitos B.

- La bolsa de Fabricio exclusiva de las aves, donde se originan también linfocitos B.

Al abandonar estos órganos las células viajan por la sangre y la linfa hasta las estructuras donde se acumulan los órganos linfoides secundarios.

Los dos clases de linfocitos se diferencian en las macromoléculas de superficie que poseen, los linfocitos B presentan inmunoglobulinas capaces de detectar antígenos solubles, los T tienen moléculas receptoras específicas que reconocen fragmentos proteicos de los antígenos.

SISTEMA INMUNITARIO ESPECÍFICO

1.-CONCEPTOS Y TIPOS DE INMUNIDAD

El término inmunitario se empleó inicialmente para definir la protección contra agentes infecciosos; más tarde se amplió para incluir otras sustancias extrañas, en la actualidad, el gran desarrollo de la inmunología permite conocer multitud de detalles acerca de los procesos inmunitarios.

Los mamíferos pueden obtener dicha inmunidad de manera natural o por medios artificiales, además la inmunidad se puede deber a la síntesis de anticuerpos por el propio organismo (activa) o a la adquisición de los producidos por otro organismo (pasiva), de ahí que se clasifiquen los distintos de inmunidad de este modo:

a) Inmunidad natural: Puede ser activa o pasiva.

*Activa: Se obtiene al contraer y superar una enfermedad, se basa como ya se ha descrito en la memoria inmunológica que se adquiere tras un primer contacto con el agente patógeno y que se puede conservar durante muchos años, así cuando una persona ha sufrido el sarampión durante la infancia las células de

memoria que se han formado la vuelven inmune a esa enfermedad para toda la vida.

*Pasiva: Se adquiere de manera natural durante el desarrollo embrionario, en la especie humana, al igual que en los demás mamíferos, las IgG atraviesan la placenta y llegan al feto y la primera secreción láctea, de manera pasiva, durante unos seis meses, frente a muchos microorganismos patógenos mientras desarrolla totalmente su sistema inmunológico.

b) Inmunidad artificial, también se puede clasificar en activa y pasiva.

*Activa se consigue mediante la vacunación, es decir la inoculación de un preparado artificial que contiene un microorganismo patógeno o su toxina de tal forma que, aunque ha perdido su carácter patógeno, conserva su capacidad antigénica.

Al vacunación se utiliza como medida de prevención de la enfermedad, en la actualidad existen vacunas contra multitud de microorganismos patógenos y se vacuna sistemáticamente a toda la población.

*Pasiva: Se adquiere mediante la sueroterapia que consiste en la inyección de un suero que contienen los anticuerpos específicos contra determinada enfermedad formados por otro organismo.

Se suele utilizar como terapia curativa, cuando el individuo ha contraído una enfermedad y necesita anticuerpos para combatirla inmediatamente.

2.- COMPONENTES DEL SISTEMA INMUNITARIO: ÓRGANOS, CÉLULAS Y MOLÉCULAS.

Las dos clases de inmunidad específica que se han referenciado son llevadas a cabo por los linfocitos de ahí que el sistema inmunitario esté constituido por todos los órganos donde se originan, transforman y acumulan los linfocitos.

Los linfocitos se originan por diferenciación de las células madre de la médula ósea y se transformarán en uno u otro según el lugar donde maduren.

Las estructuras en las que se produce tal maduración son los órganos linfoides primarios:

–El timo, que se produce linfocitos T.

–La médula ósea productora de linfocitos B.

–La bolsa de Fabricio exclusiva de las aves, donde se originan también linfocitos B.

Al abandonar estos órganos las células viajan por la sangre y la linfa hasta las estructuras donde se acumulan los órganos linfoides secundarios.

Los dos clases de linfocitos se diferencian en las macromoléculas de superficie que poseen, los linfocitos B presentan inmunoglobulinas capaces de detectar antígenos solubles, los T tienen moléculas receptoras específicas que reconocen fragmentos proteicos de los antígenos.

3.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA INMUNITARIO ESPECÍFICO

Cuando los mecanismos de defensa inespecíficos no son suficientes para controlar la infección se activa el sistema de defensa específico.

La respuesta inmunitaria se basa en la capacidad de distinguir lo propio de lo extraño, cualquier organismo es

capaz de reconocer sus propias células gracias a que éstas poseen en su superficie moléculas superficiales de otras células, ya sean de otras especies o incluso de otros organismos de la misma especie, al detectar la presencia de moléculas extrañas, el organismo elabora una respuesta encaminada a su destrucción: la respuesta inmunitaria.

Dos tipos de inmunidad específica:

–La respuesta humoral o inmunidad inmediata por anticuerpos, en la que los linfocitos producen sustancias específicas llamadas anticuerpos que provocan la destrucción del agente invasor. La realizan fundamentalmente los linfocitos B.

–La respuesta celular o inmunidad mediada por células en la que los linfocitos atacan directamente al agente patógeno, intervienen principalmente los linfocitos T.

4.-ANTÍGENOS

Son sustancias que se caracterizan por:

–Ser exógenas, es decir, extrañas al organismo.

–Ser inmunogénicas capaces de inducir en el individuo hospedador la formación de anticuerpos.

–Reaccionan específicamente con los anticuerpos.

Existen diversas moléculas que pueden actuar como antígenos: proteínas polisacáridos, lipoproteínas....estas moléculas o bien se localizan en la superficie de un agente patógeno o bien son sustancias producidas por éste.

En la molécula del antígeno cabe destacar diversas zonas que es donde reside la capacidad de provocar la aparición de anticuerpos y de reaccionar con ellos, estas zonas presentan una configuración espacial que puede ser identificada por un anticuerpos.

Existen unas moléculas llamadas haptenos, capaces de unirse específicamente con algunos anticuerpos, sin embargo no se consideran antígenos, ya que no son inmunogénicas es decir, no provocan la formación la formación de anticuerpos. Pueden volver antígenicas al combinarse con una molécula de mayor tamaño que, en la mayoría de los casos, es una proteínas, existen haptenos, por ejemplo, en el polvo o algunos medicamentos.

Generalmente un antígeno posee entre cinco y diez determinantes antigénicos en su superficie que pueden ser distintos entre sí por lo que podrán reaccionar con diferentes tipos de anticuerpos.

5.-RESPUESTAS INMUNE PRIMARIA Y SECUNDARIA

Son situaciones patológicas producidas como resultado de la ausencia de la función normal del sistema inmunitario.

Inmunodeficiencias primarias o congénitas

Son patologías determinadas genéticamente debidas a defectos de los diferentes componentes del sistema inmunitario, desde hace más de una década muchas son curables mediante injertos de médula ósea.

.Inmunodeficiencia de linfocitos T: Son las más graves, entre ellas se encuentran los déficit inmunitarios combinados que consisten en la alteración del proceso de diferenciación de los prelinfocitos T.

.Inmunodeficiencias de linfocitos B: Son más frecuentes y las menos graves.

.Inmunodeficiencias de fagocitos: Aumenta la sensibilidad hacia todo tipo de infecciones bacterianas y fúngicas.

.Inmunodeficiencias de proteínas del complemento

Inmunodeficiencias secundarias o adquiridas

Se adquieren después del nacimiento y se deben a factores extrínsecos o medioambientales como pueden ser la mayoría de los fármacos utilizados en la quimioterapia contra el cáncer, las radiaciones, la malnutrición o el SIDA.

RESPUESTAS HUMORAL Y CELULAR

1.-SELECCIÓN CLONAL

El clon es un organismo o un grupo de organismos que derivan de otro a través de un proceso de reproducción asexual (no sexual), el término se ha aplicado tanto a células como a organismos de modo que un grupo de células que proceden de una célula única también se considera un clon.

Por lo general, los miembros de un clon tienen características hereditarias idénticas, es decir, sus genes son iguales, con excepción de algunas diferencias a causa de las mutaciones. Por ejemplo los gemelos idénticos, que proceden de la división de un óvulo fecundado único, son miembros de un clon, mientras que no lo son los gemelos no idénticos que se originan a partir de la fecundación de dos óvulos independientes.

Gracias a los recientes progresos de la ingeniería genética, los científicos pueden aislar un gen individual de un organismo e implantarlo en otro organismo perteneciente a una especie diferente.

Las especies seleccionadas como receptoras son por lo general aquellas con reproducción asexual como las bacterias o levadura.

Por lo tanto es posible generar un clon de organismos o de células que contengan todos el mismo gen extraño. Debido a que las bacterias levaduras y otros cultivos celulares pueden multiplicarse a gran velocidad.

Otro descubrimiento ha sido la posibilidad de tomar de una célula un núcleo con la dotación completa de cromosomas e inyectarlo en un huevo fecundado cuyo núcleo ha sido extraído. La división del huevo supone la división del núcleo, y el núcleo descendiente a su vez puede ser inyectado en otros huevos.

Esta técnica de clonaciones es en teoría, capaz de producir un gran número de individuos genéticamente idénticos.

2.-LINFOCITOS B

Cuyos precursores provienen de la médula ósea roja y maduran en los órganos linfoides distintos del timo, se encuentran en dichos órganos y en el torrente circulatorio linfático y sanguíneo.

La superficie de los linfocitos B se halla recubierta de receptores proteicos específicos de los diferentes antígenos, habiendo tantas cepas de linfocitos B como antígenos distintos hayan sido reconocidos por los precursores de los órganos linfoides. Los receptores proteicos son de la misma naturaleza que los anticuerpos.

Pueden tomar con un antígeno o bien porque le es presentado por un macrófago o bien porque se encuentra

con él libre en el medio interno.

Una vez que el linfocito ha reconocido el antígeno si recibe el mensajero de inmunidad apropiado procedente de linfocitos T_H que han reconocido el mismo antígeno, comienza su proliferación.

La producción de anticuerpos cesa cuando las células plasmáticas dejan de recibir de inmunidad que induce dicha producción.

La producción de anticuerpos cesa las células plasmáticas dejan de recibir el mensajero de inmunidad que induce dicha producción.

3.-CONCEPTO Y ESTRUCTURA DE ANTICUERPOS.

Son sustancias que reúnen las siguientes características:

- Son exógenas, extrañas al organismo.
- Son inmunogénicas capaces de inducir al hospedador la formación de anticuerpos.
- Reaccionan específicamente con estos anticuerpos.

Existen diversas moléculas que pueden actuar como antígeno proteínas, polisacáridos, lipoproteínas.... Esta moléculas o bien se localizan en la superficie de un agente patógeno o bien sustancias producidas por éste.

En la molécula de antígeno cabe destacar diversas zonas que es donde reside la capacidad de provocar la aparición de anticuerpos y de reaccionar con ellos.

Estas zonas presentan una configuración espacial que puede ser identificada por un anticuerpo, a estas porciones de la molécula se las denomina determinantes antigénicos o epítopes.

4.-REACCIÓN ANTÍGENO – ANTICUERPO

Los anticuerpos reconocen a los agentes patógenos al unirse a los antígenos presentes en la superficie de éstos, la formación del complejo antígeno – anticuerpo puede activar una serie de reacciones defensivas de distinta naturaleza.

Los agentes patógenos poseen más de un antígeno en su superficie por lo que suelen combinarse con varios anticuerpos y cada anticuerpo con más de un antígeno originando una masa de complejo antígeno –anticuerpo aglutinados.

En algunas ocasiones, la unión antígeno –anticuerpo bloquea la actividad del agente patógeno o de su toxina.

Los complejos antígeno –anticuerpo estimulan la actuación de los fagocitos, macrófagos y neutrófilos, que ingieren a los agentes patógenos.

Los anticuerpo IgG e IgM activan al sistema de complemento.

5.-RESPUESTA CELULAR

Se basa en la actividad de los linfocitos T y de los macrófagos. Cuando un antígeno invade el organismo, los macrófagos lo fagocitan y digieren fragmentándolo en pequeños péptidos. Los macrófagos van a sintetizar un complejo de proteínas denominado MHC que reconocen dichos fragmentos.

Las moléculas MHC se unen a los péptidos y los transportan a la superficie del macrófago, permaneciendo allí hasta que son reconocidos por un linfocito T, de manera similar cuando una célula del organismo es infectada por un virus, sintetiza proteínas MHC, que se unen péptidos víricos y los trasladan a la superficie de la célula, este mecanismo de señalización permite al sistema detectar las infecciones ocultas en el interior de las células.

Los linfocitos T tienen en su membrana plasmática receptores especializados en reconocer esos fragmentos peptídicos extraños unidos a moléculas MHC en la superficie de otras células.

–Linfocitos T CD8 reaccionan ante péptidos extraños situados sobre la superficie célula del organismo, fragmentos víricos en una célula infectada.

Estos linfocitos se fijan sobre la superficie celular y liberan proteínas que, directa o indirectamente destruyen la membrana celular, lo que destruye a la célula infectada, pueden segregar citotoxinas, como la perforina que degrada la membrana celular, lo que destruye a la célula o liberar citocinas, que impide la replicación del virus.

–Linfocitos T CD4 reconocen péptidos presentados en su superficie por los macrófagos o por otras células que capturan antígenos.

Cuando las células T CD4 son activadas por la unión a estos fragmentos antigénicos liberan una gran cantidad de linfocinas que estimulan al acción de otros linfocitos: promueven la proliferación de linfocitos T CD 8 y linfocitos B así como un aumento de la inflamación.

–Cuando los linfocitos T son activados no todas las células que se producen salen del tejido linfático, sino que algunas permanecen allí como la células de memoria que se continúan dividiendo durante años.

Los distintos elementos del sistema no actúan de manera independiente, sino formando un sistema interactivo perfectamente conjuntado, algunas células fagocitarias como los macrófagos patrullan constantemente el organismo, ingiriendo antígenos presentando segmentos de los mismo en superficie.

6.–LINFOCITO T Y MACRÓFAGOS

Los macrófagos son grandes células deformables, capaces de fagocitar partículas y células, presentes en el medio interno del organismo, repartidos entre los diversos tejidos, especialmente en trono a los vasos linfáticos y sanguíneos en el tejido conjuntivos de los ganglios linfáticos.

Proceden de la maduración de los monocitos, células sanguíneas procedentes de la médula ósea roja, dicha maduración se realiza fuera de los vasos sanguíneos, en los tejidos, la vida media de los macrófagos es de varios meses, mientras que la de los monocitos es de sólo uno días.

Tienen la propiedad e reconocer si una determinada célula o fragmento celular es del propio organismo o tiene un origen extraño.

Una vez reconocido una célula o partícula como extraña, ésta queda adherida a la membrana celular y después es fagocitada formándose una vacuola digestiva.

Los linfocitos T cuyas células precursoras aunque proceden de la médula ósea, han madurado en el timo, se encuentran principalmente en los ganglios linfáticos y ne el torrente circulatorio linfático y sanguíneo.

Dos tipos: Ta o T4 y Tc o T8:

Los Ta son activados cuando toman contacto simultáneamente con el antígeno y una proteína de clase II del

CMH presentes en la superficie de un macrófago.

Funciones:

- Sintetizan mensajeros de inmunidad para estimular la acción de aquellas células inmunitarias que hayan tomado contacto con el mismo antígeno que ha participado en su activación.
- Estimulan a los macrófagos y otros fagocitos haciendo más eficaz su fagocitosis, fenómeno que recibe el nombre de opsonización.
- Estimulan la proliferación y fabricación de anticuerpos por parte de los linfocitos B específicos para el antígeno reconocido.

Los Tc son activados cuando toman contacto con un macrófago que les presenta, simultáneamente un antígeno y una proteína de clase I del CMH, al tiempo que toman contacto también con la proteína.

Su función es unirse a las células del organismo portadoras del mismo antígeno y proteínas del CMH que a ellos les ha estimulado, las células que han sido invadidas por bacteria o virus.

Al acción de los Tc consiste en la liberación de citosinas, sustancias que producen la muerte celular y de interferón (IF); este último estimula la lucha contra las células infectadas de virus.

ALTERACIONES DEL SISTEMA INMUNITARIO

1.-ALERGIAS

Es una respuesta del sistema inmunitario ante determinados sustancias que, normalmente no presentan efectos perjudiciales, las causa más importantes parecen ser el aumento de la contaminación, el uso de aditivos alimentarios o la bajada de defensas que produce el estrés.

Las sustancias que producen las alergias se llaman alérgenos y su naturaleza es variada; polvo, pelo de animales... los alérgenos introducidos en la sangre pueden provocar anafilaxis.

Los linfocitos T reconocen algunos de estos fragmentos y se unen a ellos, secretando linfocinas que causan la maduración de linfocitos B vecinos, las cuales se transforman en células plasmáticas productoras de anticuerpos IgE.

En un segundo contacto con el alérgeno, sus moléculas se unen a los anticuerpos IgE de los mastocitos, provocando la liberación por parte de éstos de sustancias químicas que inducen los síntomas típicos de la alergia, entre las que destacan la histamina y la serotonina que en conjunto dilatan los vasos e incrementan la permeabilidad de los capilares, lo que produce un enrojecimiento e hinchazón de la zona afectada.

Un tipo extremo de respuesta alérgica es la anafilaxia caracterizada por afectar a todo el organismo y que puede llegar a producir la muerte por shock anafiláctico

2.-AUTOINMUNIDAD

En condiciones normales el sistema inmunitario es capaz de reconocer las moléculas y los tejidos propios, sin embargo en algunas ocasiones desaparece esta tolerancia, produciéndose una respuesta inmunitaria contra él mismo: es la llamada autoinmunidad, estos fallos son responsables de la aparición de algunas enfermedades que pueden afectar a un órgano concreto o a varios.

Tal es el caso de las esclerosis múltiple que afecta a la sustancia blanca del cerebro y a la médula espinal; la artritis reumatoide, que afecta al tejido conjuntivo de las articulaciones, la diabetes mellitus juvenil que daña las células del páncreas...

Las causas de los fenómenos de autoinmunidad no están claros, algunos investigadores han sugerido una probable predisposición genética, otros postulan que la autoinmunidad es consecuencia de la pérdida de células.

Otra posible explicación se basa en las tácticas de mimetismo que utilizan algunos patógenos, como virus y bacterias, para pasar desapercibidos y eludir a los linfocitos T.

3.-INMUNODEFICIENCIA CONGÉNITA Y ADQUIRIDA

Se debe a la carencia de alguno de los factores del sistema inmunitario, lo cual produce una excesiva facilidad para adquirir enfermedades infecciosas.

La inmunodeficiencia puede ser congénita debido a la falta de maduración de algunos de los elementos celulares de la inmunidad.

A los pacientes que han sufrido un trasplante de órganos se les ha de provocar una inmunodeficiencia para impedir que el sistema inmunitario ataque a las células del nuevo órgano, cuyas células tienen unas proteínas del CMH distintas de las del propio organismo y por tanto son reconocidas como extrañas por las células inmunitarias.

Tiene especial actualidad el denominado síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) provocado por la infección de un virus que ataca selectivamente a receptores de antígenos y proteínas del CMH de clase II de los linfocitos T_H con lo que si estos linfocitos no toman contacto al mismo tiempo con la proteínas B7 quedan inactivos aun antes de sucumbir frente al virus.

–Prevención de la lucha contra el sida

Relaciones sexuales seguras y evitar el contacto sanguíneo, no se transmite por saliva, sudor o lágrimas.

–Tratamiento:

.Compuestos antivirales como la azidotimidina (AZT).

.Inhibidores de la proteasa.

.Análogos de sustrato, diseñados por ordenador y que actúan contra la proteasa y la transcriptasa inversa.

4.-VACUNAS Y SUEROS

Las vacunas se preparan con microorganismo muertos por la exposición al calor o a agentes químicos; con un toxoide forma inactivada de la toxina producida por el microorganismo o con un virus vivo atenuado, es decir, un virus debilitado en el laboratorio de manera que no produzca la enfermedad.

Para inmunizar a una población hay dos estrategias diferentes de vacunación: acunar de manera selectiva sólo a aquellos individuos con mayor probabilidad de padecer la enfermedad, sin embargo la mayor parte de las veces se sigue el principio de inmunidad en masa; cuando en una población la probabilidad de que un individuo con determinada enfermedad infecciosa se ponga en contacto con un individuo susceptible.

Todavía se está trabajando en la mejora de la creación de nuevas vacunas: hepatitis b, vacunas más eficaces e indoloras de la rabia, o vacunas frente a los principales responsables de las neumonías.

En países en vías de desarrollo se investigan las vacunas del cólera o las de infecciones parasitarias como la malaria o la tripanosomiasis.

Otra forma de suministrar resistencia frente a la infección es a través de la inmunización pasiva (administración de un suero que ya contienen esos anticuerpos porque se obtiene de una persona que ha padecido la enfermedad previamente).

La inmunización pasiva se emplea en raras ocasiones, como en ciertos casos de hepatitis.

GENÉTICA APLICADA

1.-ENFERMEDADES HEREDITARIAS

Anomalías congénitas o enfermedades estructural o funcional presente en el momento del nacimiento, el desarrollo embrionario y fetal puede ser alterado por diversos factores externos como: radiaciones, calor, sustancias químicas, infecciones y enfermedades maternas.

Estos agentes externos se llaman teratógenos, las anomalías congénitas también pueden ser causadas por una alteración genética del feto o por la acción conjunta de un agente teratógeno y una alteración genética.

Más del 20 % de los fetos malformados terminan en aborto espontáneo; el resto nacen con una enfermedad congénita, hasta un 5% de los recién nacidos presenta algún tipo de anomalía congénita, y éstas son causa del 20% de las muertes en el periodo posnatal, un 10% de las enfermedades congénitas son hereditarias por alteración de un solo gen; otro 5% son causantes por alteraciones en los cromosomas.

Algunas anomalías genéticas presentan síntomas evidentes ya en el momento del nacimiento, pueden ser causadas por mutaciones de un gen, de varios genes, o por alteraciones cromosómicas complejas. Muchas enfermedades se heredan de modo recesivo; ninguno de los padres padece la enfermedad pero ambos son portadores del gen causante de ella, cuando ambos padres presentan un gen dominante A y un gen recesivo a sus descendientes pueden heredar una de las cuatro posibles combinaciones: AA, Aa, aA, aa, si el gen recesivo a transmite la enfermedad existe un 25% de probabilidades de que cada hijo esté enfermo, en otras anomalías congénitas la presencia de un solo gen produce la enfermedad.

2.-MEJORA GENÉTICA: PROCEDIMIENTOS GENÉTICOS E INGENIERÍA GENÉTICA

La ingeniería genética es el método que modifica las características de un organismo en un sentido predeterminado mediante la alteración de su material genético, suele utilizarse para conseguir que determinados microorganismos como bacterias o virus aumenten la síntesis de compuestos, formen compuestos nuevos, o se adapten a medios diferentes. Otras aplicaciones de esta técnica también denominada técnica de ADN recombinante, incluye la terapia génica, la aportación de un gen funcional a una persona que sufre una anomalía genética o que padece enfermedades como SIDA o cáncer.

La ingeniería genética consiste en la manipulación del ADN, en este proceso son muy importantes las llamadas enzimas de restricción producidas por varias especies bacterianas, las enzimas de restricción son capaces de reconocer una secuencia determinada de la cadena de unidades químicas que forman la molécula de ADN y romperla en dicha localización.

También son importantes en la manipulación del ADN los llamados vectores partes del ADN que se pueden autorreplicar con independencia del ADN de la célula huésped donde crecen.

Otra forma de obtener muchas copias idénticas de un apatado determinada de ADN es la reacción en cadena de la polimerasa, de reciente descubrimiento, este método es rápido y evita la clonación de ADN en un vector.

3.- EUGENESIA, GENES Y CANCER

La eugenesia es la aplicación del estudio de la herencia al perfeccionamiento de las cualidades de la raza humana, aunque la idea de la eugenesia estaba ya presente en el texto de la República de Platón, el concepto actual adquirió importancia durante la segunda mitad del siglo XIX, detrás de este interés por la eugenesia existían dos convicciones filosóficas muy extendidas: la creencia en la perfección de la especie humana y la confianza cada vez mayor en la ciencia como la forma más fiable y útil de conocimiento.

La eugenesia moderna está basada en la noción de que la planificación cuidadosa a través de una educación adecuada es la clave para mejorar la sociedad.

Hoy, la eugenesia está desprestigiada y carece del apoyo de la ciencia de la genética suscitado la discusión más importante dentro del gran debate de la ética médica.

El gen es La unidad de herencia, partícula de material genético que determina, o de un grupo de ellas. Los genes están localizados en los cromosomas en el núcleo celular y se disponen en línea a lo largo de cada uno de ellos. Cada gen ocupa en el cromosoma una posición o locus. Por esta razón, el término locus se intercambia en muchas ocasiones con el de gen.

El material genético es el ácido desoxirribonucleico (ADN) una molécula que representa la columna vertebral del cromosoma. Debido a que en cada cromosoma el ADN es una molécula continua, alargada, simple y delgada, los genes deben ser parte de ella; y como es una cadena de subunidades muy pequeñas que se conocen por nucleótido; cada gen incluye muchos nucleótidos.

El cáncer es el crecimiento tumoral por la proliferación continua de células anormales con capacidad de invasión y destrucción de otros tejidos, el cáncer que puede originarse a partir de cualquier tipo de célula en cualquier tipo corporal, no es una enfermedad única sino un conjunto de enfermedades que se clasifican en función del tejido y célula de origen, existen varios tipos de cientos de formas distintas, siendo tres los principales subtipos: los sarcomas proceden del tejido conectivo como huesos, cartílagos...los carcinomas proceden de tejidos epiteliales como la piel o los epitelios, los carcinomas incluyen unos de los cánceres más frecuentes.

Los que tienen estructura glandular se denominan adenocarcinomas, en el tercer subtipo se encuentran las leucemias y los linfomas, que incluyen los cánceres de los tejidos formadores de las células sanguíneas, producen inflamación de los ganglios linfáticos invasión del bazo y médula ósea y sobreproducción de células blancas, estos factores ayudan a su clasificación.

4.-CLONACIÓN

El clon es un organismo o un grupo de organismo que derivan de otro a través de un proceso de reproducción asexual (no sexual), el término se ha aplicado tanto a células como a organismos de modo que un grupo de células que proceden de una célula única también se considera un clon.

Por lo general, los miembros un clon tienen características hereditarias idénticas, es decir, sus genes son iguales, con excepción de algunas diferencias a causa de las mutaciones. Por ejemplo los gemelos idénticos, que proceden de la división de un óvulo fecundado único, son miembros de un clon, mientras que no lo son los gemelos no idénticos que se originan a partir de la fecundación de dos óvulos independientes.

Gracias a los recientes progresos de la ingeniería genética, los científicos pueden aislar un gen individual de

un organismo e implantarlo en otro organismo perteneciente a una especie diferente.

Las especies seleccionadas como receptoras son por lo general aquellas con reproducción asexual como las bacterias o levadura.

Por lo tanto es posible generar un clon de organismos o de células que contengan todos el mismo gen extraño. Debido a que las bacterias levaduras y otros cultivos celulares pueden multiplicarse a gran velocidad.

Otro descubrimiento ha sido la posibilidad de tomar de una célula un núcleo con la dotación completa de cromosomas e inyectarlo en un huevo fecundado cuyo núcleo ha sido extraído. La división del huevo supone la división del núcleo, y el núcleo descendiente a su vez puede er inyectado en otros huevos.

Esta técnica de clonaciones es en teoría, capaz de producir un gran número de individuos genéticamente idénticos.