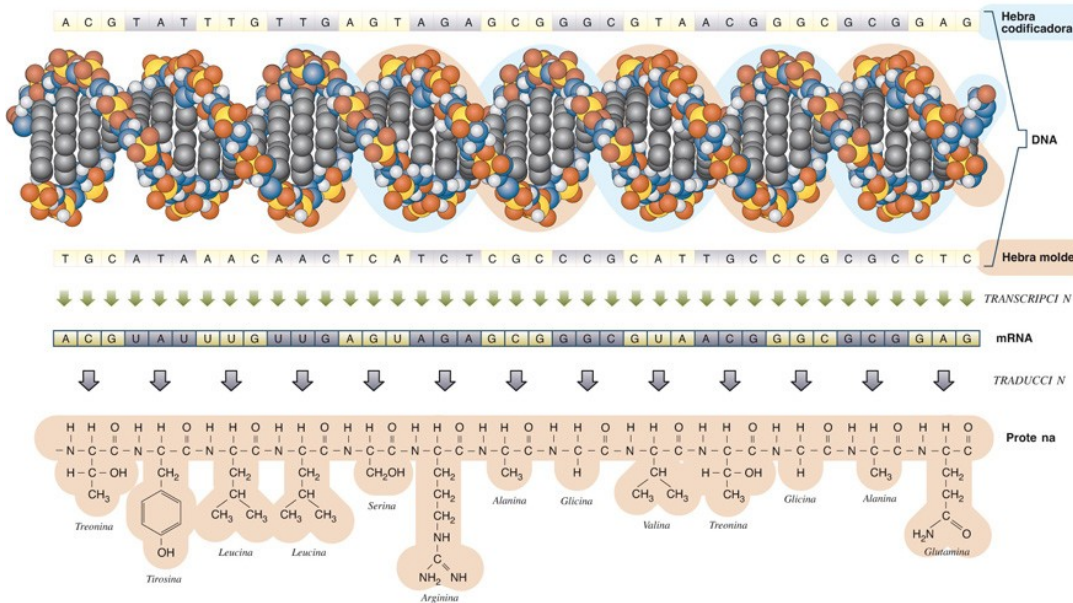
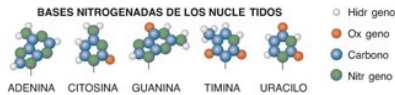


Biología 4º ESO

BLOQUE I. GENÉTICA Y EVOLUCIÓN

2

La información genética



1. Los ácidos nucleicos
2. La replicación de DNA
3. El DNA, portador de la información genética
4. El concepto de gen
5. Las mutaciones
6. La expresión de la información genética
7. La biotecnología
8. La ingeniería genética
9. Aplicaciones de la ingeniería genética
10. Los alimentos transgénicos
11. La clonación
12. Implicaciones de los avances en biotecnología
13. El Proyecto Genoma Humano

1. Los ácidos nucleicos



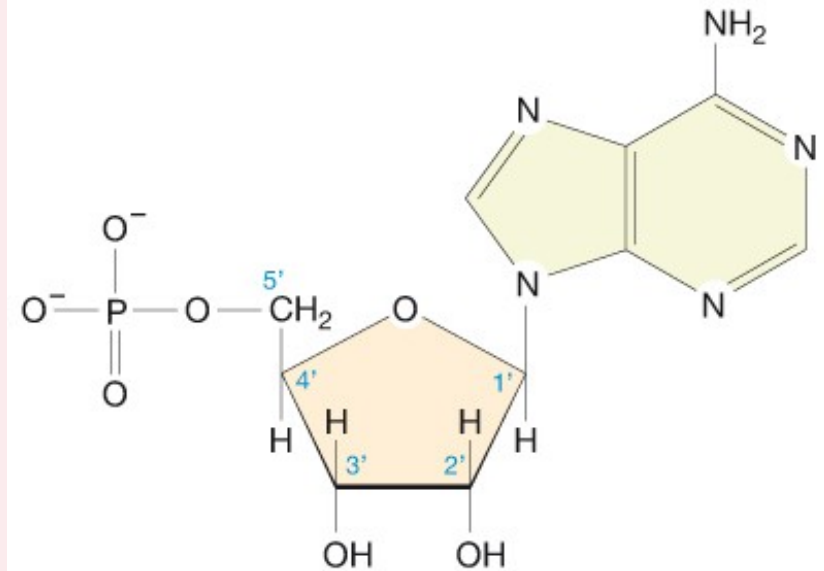
Los **ácidos nucleicos** almacenan y transmiten la información genética. Formados por **nucleótidos**.

NUCLEÓTIDOS

Los nucleótidos son las piezas elementales que al ensamblarse forman los ácidos nucleicos.

En su composición intervienen:

- Grupo fosfato (H_3PO_4)
- Un glúcido (pentosa): ribosa ($C_5H_{10}O_5$, produce ARN) o desoxirribosa ($C_5H_{10}O_4$, produce ADN)
- Una base nitrogenada: estructura cíclica con nitrógeno. Adenina, guanina, citosina, timina y uracilo.



Adenosina 5'-monofosfato (AMP)

1. Los ácidos nucleicos



POLINUCLEÓTIDOS

Unión de varios nucleótidos por el grupo fosfato y la pentosa del siguiente nucleótido.

En cada polinucleótido, el grupo fosfato y la pentosa son la misma, varían las bases nitrogenadas.

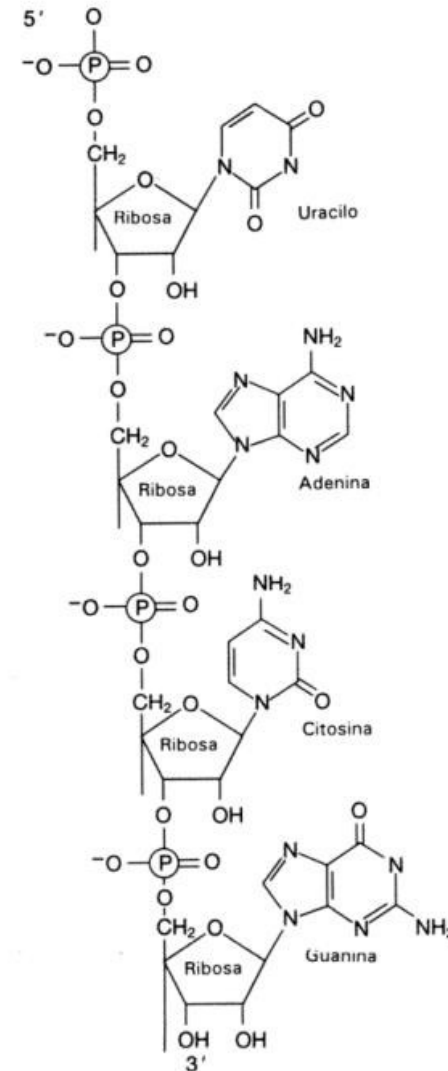
TIPOS DE ÁCIDOS NUCLEICOS

Ácido desoxirribonucleico (ADN)

Contiene la información genética de los individuos

Ácido ribonucleico (ARN)

Participa en la expresión de la información contenida en el ADN mediante la síntesis de proteínas



1. Los ácidos nucleicos



ADN

Se localiza en núcleo, mitocondrias y cloroplastos de célula eucariota.

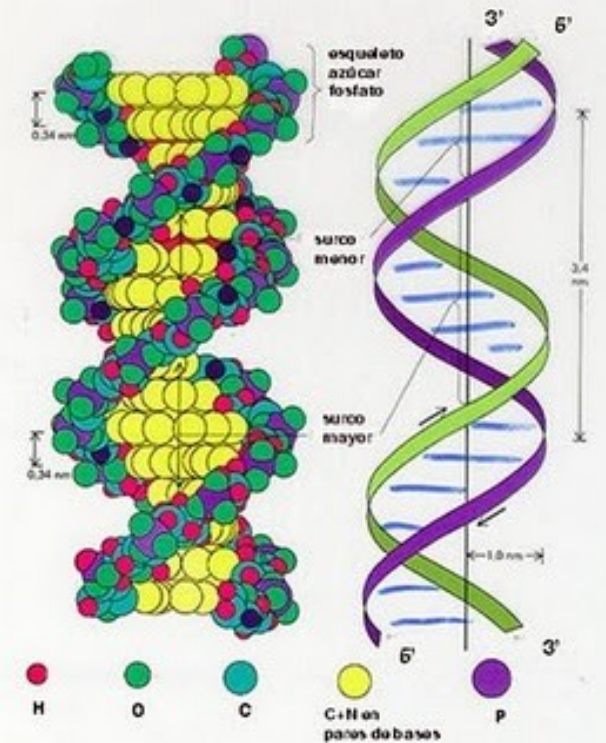
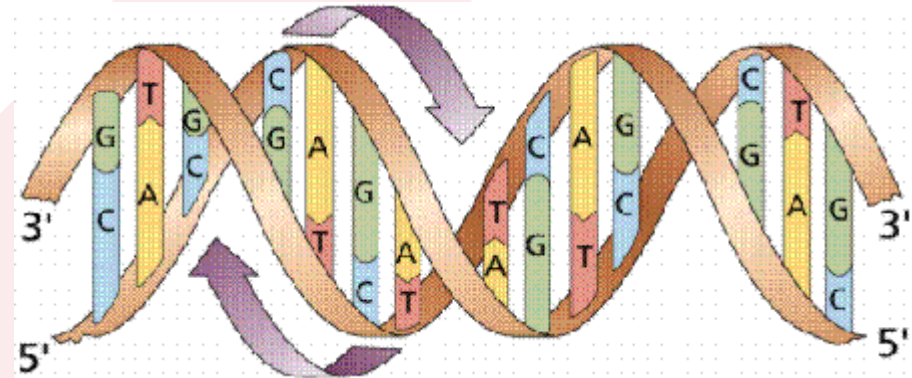
Estructura: 1953, **Watson y Crick**. Premio Nobel 1962. **Pentosa:** desoxirribosa.

Su longitud es variable según especies. Una célula humana contiene dos metros de DNA en su núcleo.

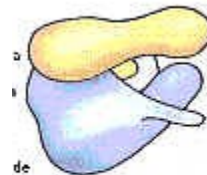
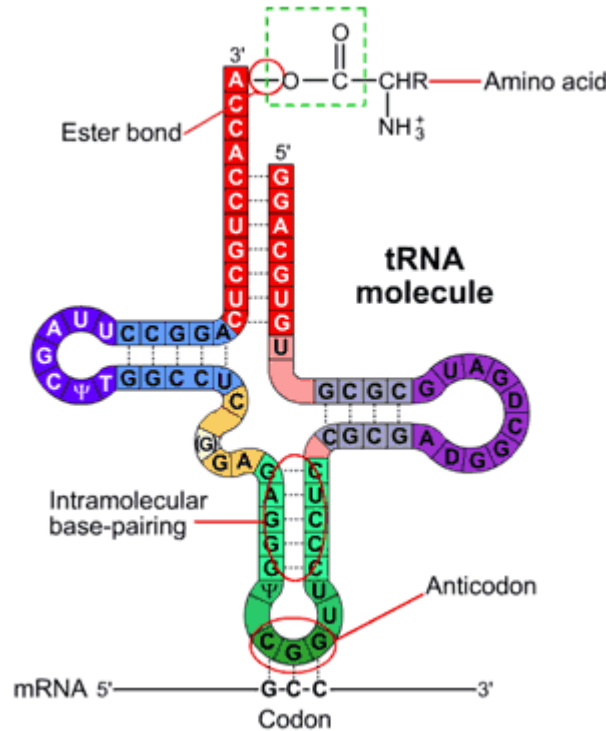
Doble hélice: cada molécula son dos cadenas largas de polinucleótidos enrolladas espiral. Pentosas y fosfato son el esqueleto externo. Las bases en el interior enfrentadas y unidas por puentes de hidrógeno.

Antiparalelas.

Complementarias:



1. Los ácidos nucleicos



ARN

En el núcleo y citoplasma de célula eucariotas.

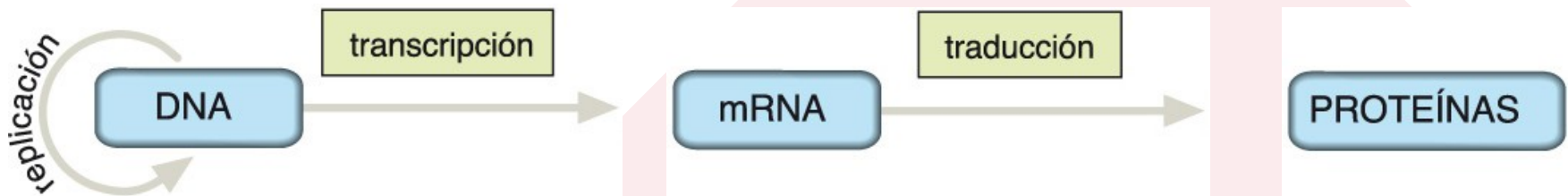
Estructura: una cadena de polinucleótidos.
Pentosa: ribosa. En vez de timina tiene uracilo.

Tipos y funciones:

- **ARN mensajero:** copia el ADN del núcleo y lo lleva a los ribosomas.
- **ARN ribosómico:** se asocia a proteínas formando los ribosomas.
- **ARN transferente:** se une a aminoácidos y los lleva a los ribosomas para formar las proteínas.

(Image adapted from: National Human Genome Research Institute, National Center for Human Genome Research, Washington, DC, USA)

1. Los ácidos nucleicos

Funciones de los ácidos nucleicos

Para realizar las funciones de los ácidos nucleicos hacen falta tres clases de RNA:

- **RNA mensajero (mRNA)**, portador del mensaje genético
- **RNA transferente (tRNA)**, que acerca aminoácidos al mRNA
- **RNA ribosómico (rRNA)**, que ensambla los aminoácidos frente al mRNA para formar el polipéptido correspondiente.

2. La replicación del ADN



Replicarse es hacer copias de sí mismo.

Permite que las células hijas de la mitosis tengan la misma información que la célula progenitora.

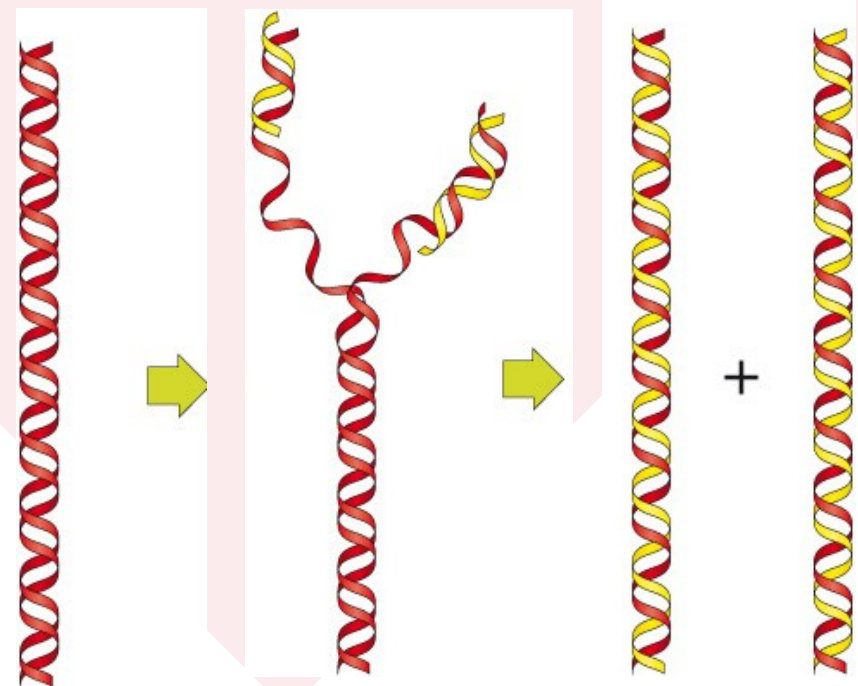
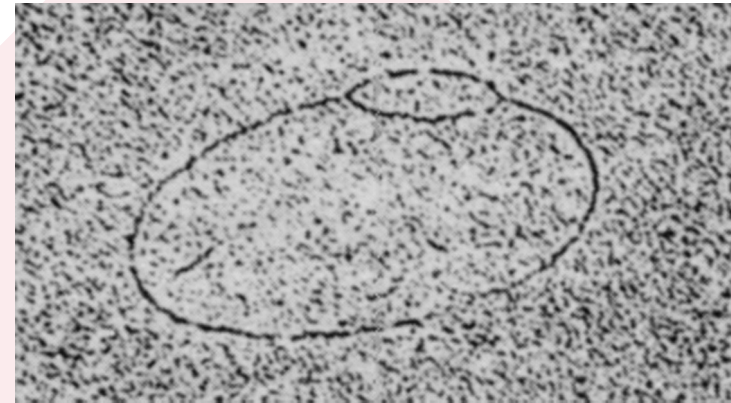
Tiene lugar al final de la interfase.

A partir del ADN y unas enzimas, se realiza la replicación.

Es **semiconservativa**.

Los fallos durante la replicación los reparan **enzimas de reparación**.

Las dos cadenas de ADN sintetizadas forman cada una de las dos **cromátidas** de un nuevo **cromosoma**.



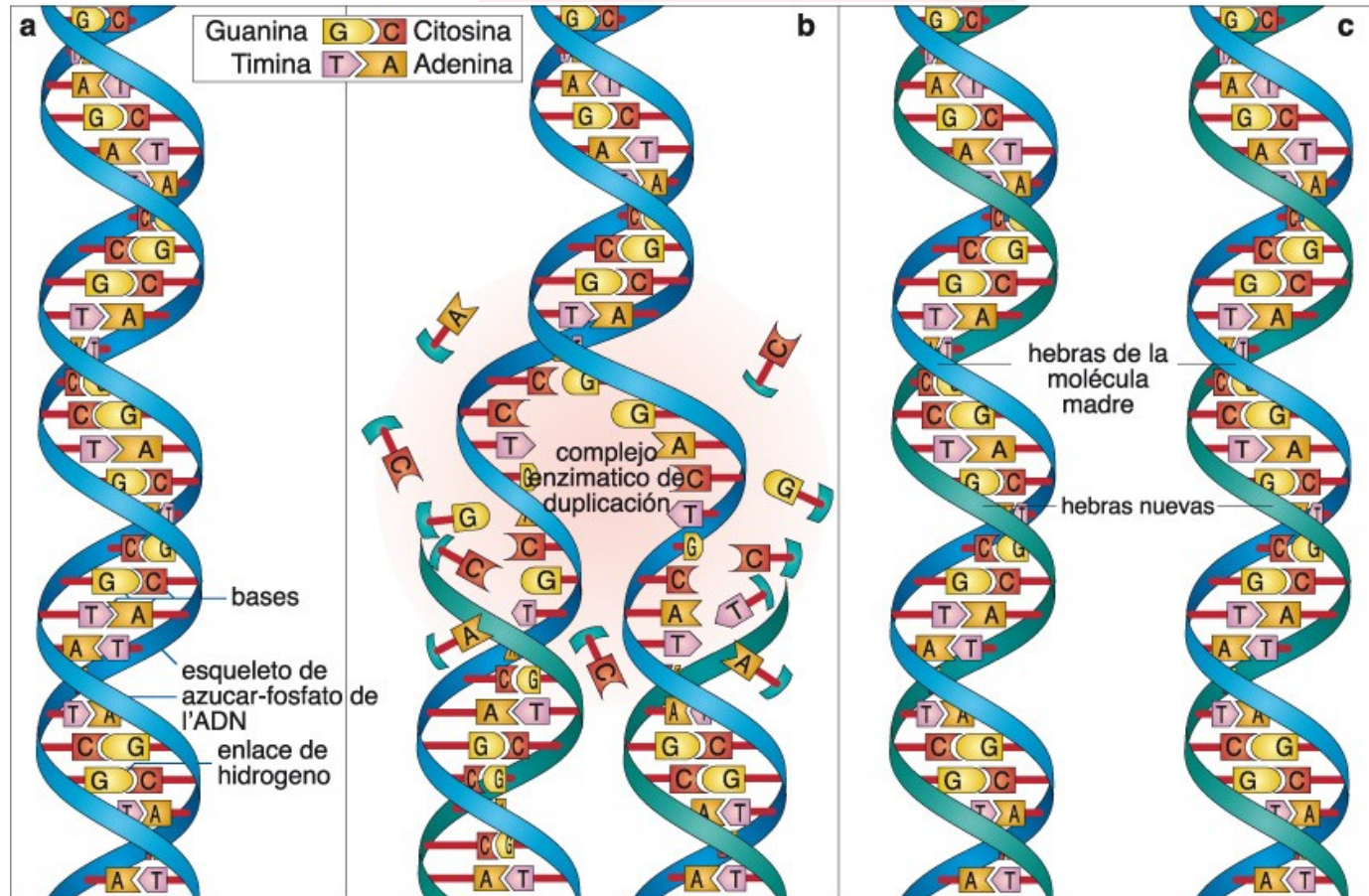
2. La replicación del ADN



1) Se rompen los puentes de hidrógeno que unen las bases complementarias de las dos cadenas.

2) Cada cadena parental es el molde para una nueva cadena hija. Enzimas eligen y unen las bases complementarias.

3) Se establecen nuevos enlaces de hidrógeno entre las bases nuevas colocadas. Se va enrollando la hebra.



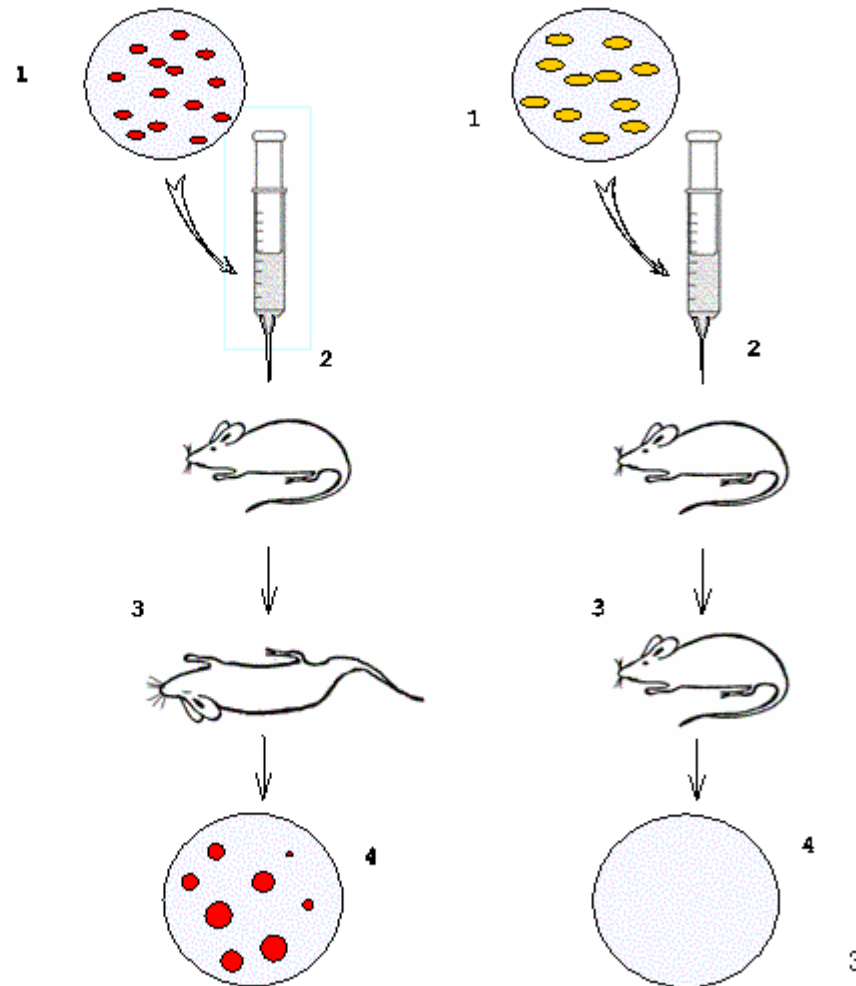
3. El ADN portador de la información genética



Los experimentos de Griffith I

Experiencia 1: Al inyectar en ratones (2) bacterias del tipo S (virulentas) (1) se produce la muerte de los animales por neumonía (3). Un cultivo posterior (4) detectaba la presencia de bacterias S en el animal muerto.

Experiencia 2: La inyección (2) de bacterias R no virulentas (1) no tenía efectos sobre los animales (3). Un cultivo de tejidos del animal después de la inyección no detectaba la presencia de bacterias de ninguna de las cepas (4).



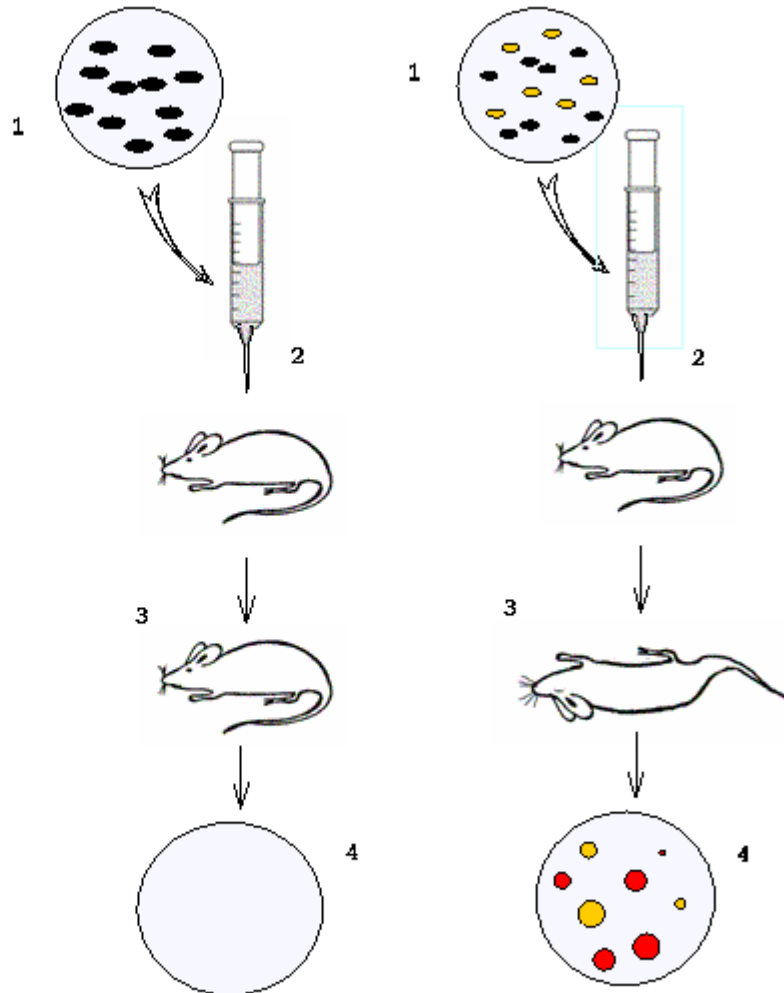
3. El ADN portador de la información genética



Los experimentos de Griffith II

Experiencia 3: Al inyectar bacterias *S* virulentas muertas, por tratamiento con calor (2), los ratones no desarrollaban la enfermedad (3). Un cultivo de tejidos del animal no detectaba bacterias (4).

Experiencia 4: Al inyectar a los ratones (2) una mezcla de bacterias no virulentas *R* y *S*, virulentas, muertas por calor (1), los ratones desarrollan la enfermedad y mueren (3). En los cultivos se observan bacterias de tipo *S* y *R* (4).



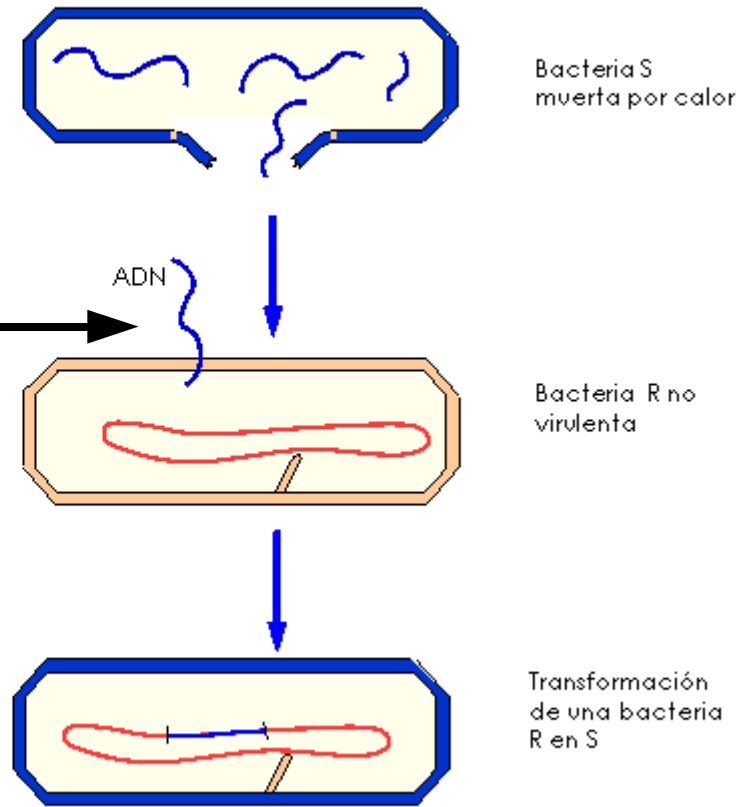
3. El ADN portador de la información genética



Explicación de los experimentos de Griffith

Transformación de bacterias R (no virulentas) en S (virulentas) al adquirir ADN de bacterias S muertas por calor.

Factor transformante



Avery y colaboradores, 1944, demostraron que el factor transformante referido por Griffith era el ADN que determina la formación de una cápsula en las bacterias para protegerlas (cápsula de color azul en el esquema, determina el carácter virulento de la bacteria).

4. El concepto de gen



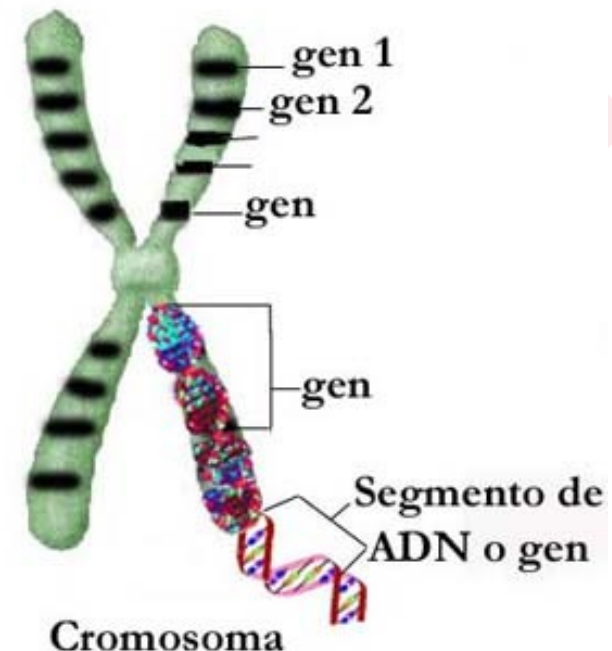
Carácter: cada uno de los rasgos distintivos de un individuo. Ejemplo: color de ojos, estatura...). Caracteres heredados y con influencia ambiental. Ejemplo: estatura.

Gen: fragmento de ADN que contiene la información genética para un determinado carácter.

Experimento de Beadle y Tatum

Objetivo: conocer la función de los genes. 1958 enunciaron la Hipótesis **un gen-una enzima; un gen-una proteína**: cada gen contiene la información para la síntesis de una enzima que determina un determinado carácter. Premio Nobel.

Gen: fragmento de ADN que tiene la información para sintetizar una proteína necesaria para expresar un determinado carácter.



4. El concepto de gen



Estructura del genoma

Existen genes que codifican proteínas, otros regulan la actividad de otros genes, de muchos no se sabe su función.

Genoma: conjunto de genes de un organismo.

- Genoma **procariotas**: un cromosoma circular. Algunas bacterias tienen **plásmidos** (moléculas de ADN que se replican independientemente).
- Genoma **eucariotas**: lo constituye la cromatina del núcleo, y el ADN de mitocondrias y cloroplastos.

5. Las mutaciones



El material genético se transmite sin alterarse de generación en generación.

Mutaciones: cambios aleatorios en el ADN de un organismo debido a errores en la duplicación del DNA o a cambios en su composición química inducida por agentes mutagénicos. Son fuente de variabilidad genética y un motor para la evolución de las especies. Son heredables, es decir, pasan del sujeto que las sufre a su descendencia.

Agentes mutagénicos: Son agentes físicos, químicos y biológicos que aumentan la probabilidad de que se produzcan mutaciones.

	Agentes mutagénicos
Físicos	Radiactividad Rayos X Rayos UV
Químicos	Benzopirenos del tabaco Asbesto de construcciones
Biológicos	Virus

•**Mutaciones espontáneas:** debidas al azar por causas naturales.

•Mutaciones inducidas **artificialmente** por **agentes mutagénicos.**

5. Las mutaciones



Tipos mutaciones según **efecto sobre individuo**

Perjudiciales

Beneficiosas

Neutras

Tipos mutaciones según **tipo de células afectadas**

Somáticas

Germinales

Tipos mutaciones según **material genético afectado**

Génicas

Genómicas

Cromosómicas

5. Las mutaciones



El albinismo es causado por una mutación génica.



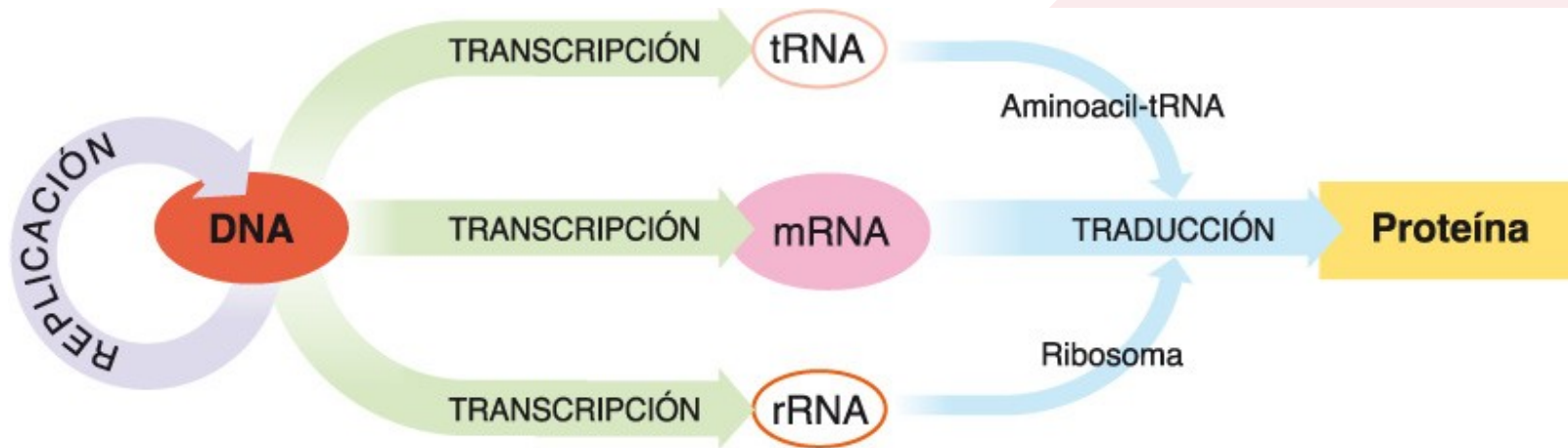
6. La expresión de la información genética



- **Proteínas**: macromoléculas formadas por **aminoácidos** (monómeros). Existen 20 aminoácidos.

- El ADN está codificado con cuatro nucleótidos, adenina, guanina, citocina y timina. Se organiza en forma de **tripletes** o combinaciones de 3 nucleótidos.

La información de los tripletes de ADN se descodifica en el ARN y luego en forma de proteína en dos pasos: **transcripción y traducción**.



6. La expresión de la información genética



Transcripción: copiar la información del ADN en una molécula de ARNm.

En el núcleo en eucariotas.

1) Se abre la hélice de ADN.

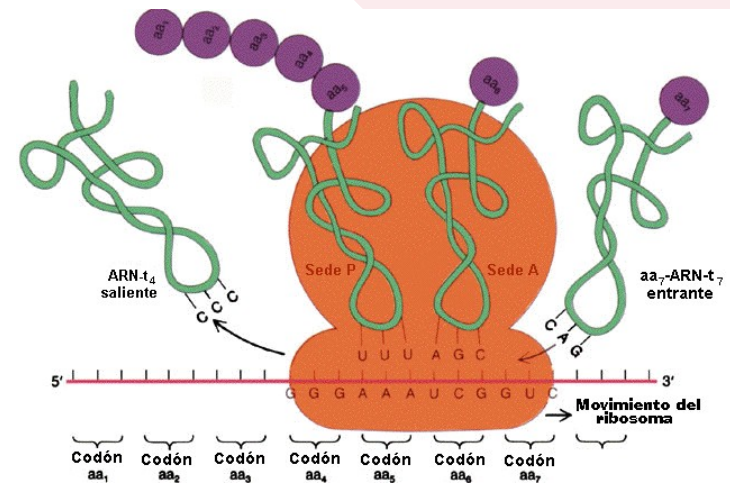
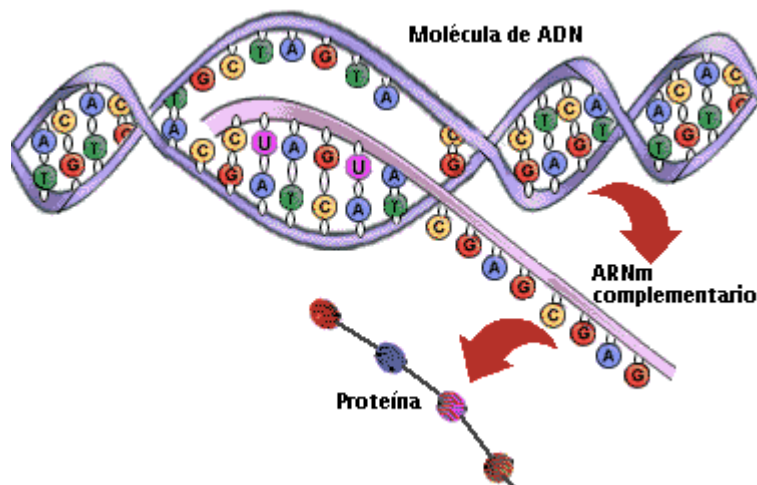
2) Una cadena es el molde. Se añaden nucleótidos complementarios progresivamente formando el ARNm (A-U).

Traducción: transformar el mensaje del ARNm en proteínas.

1) ARNm se traslada al citoplasma.

2) Los ribosomas leen los tripletes (codón), y se traduce a proteínas según el código genético (1 codón corresponde a un aminoácido).

3) El ARNt transporta los aminoácidos hasta los ribosomas. **Anticodón (3 nucleótidos del ARNt).**

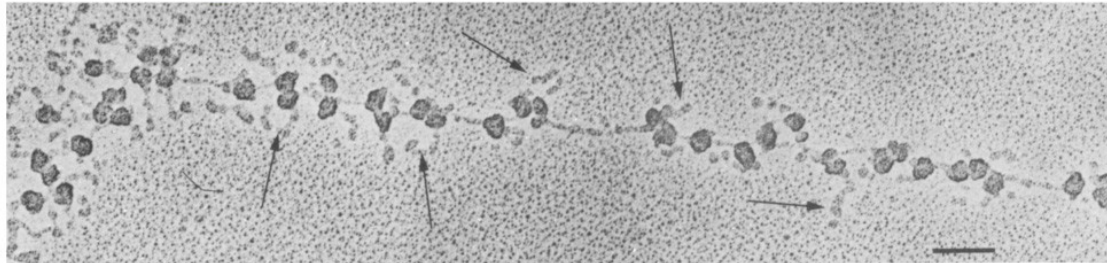
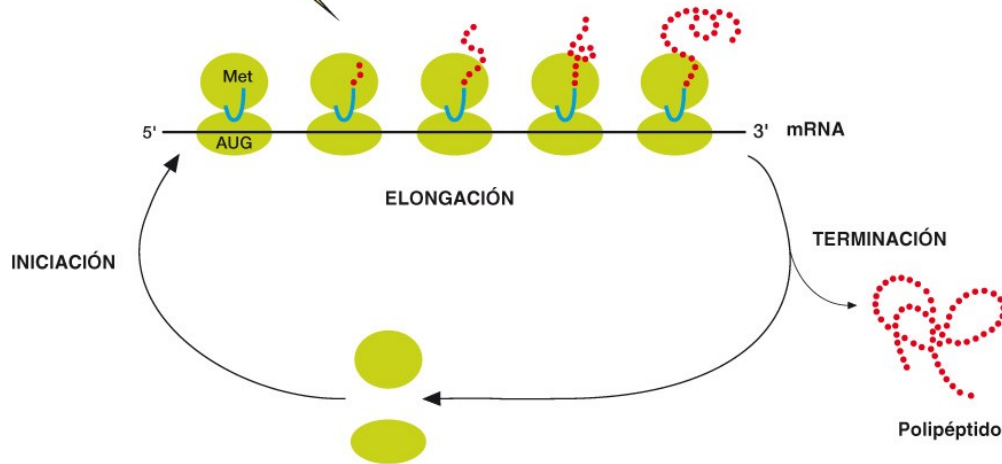


6. La expresión de la información genética



Ensamblaje de aminoácidos. Polirribosomas

Un polirribosoma es el conjunto de ribosomas que leen un mRNA y producen varias cadenas polipeptídicas.



6. La expresión de la información genética



El código genético

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

Algunos tripletes no significan un aminoácido, sino que indican el final de la traducción.

Además de significar el aminoácido metionina, significa el comienzo de la traducción.

Unos cuantos tripletes significan un mismo aminoácido.

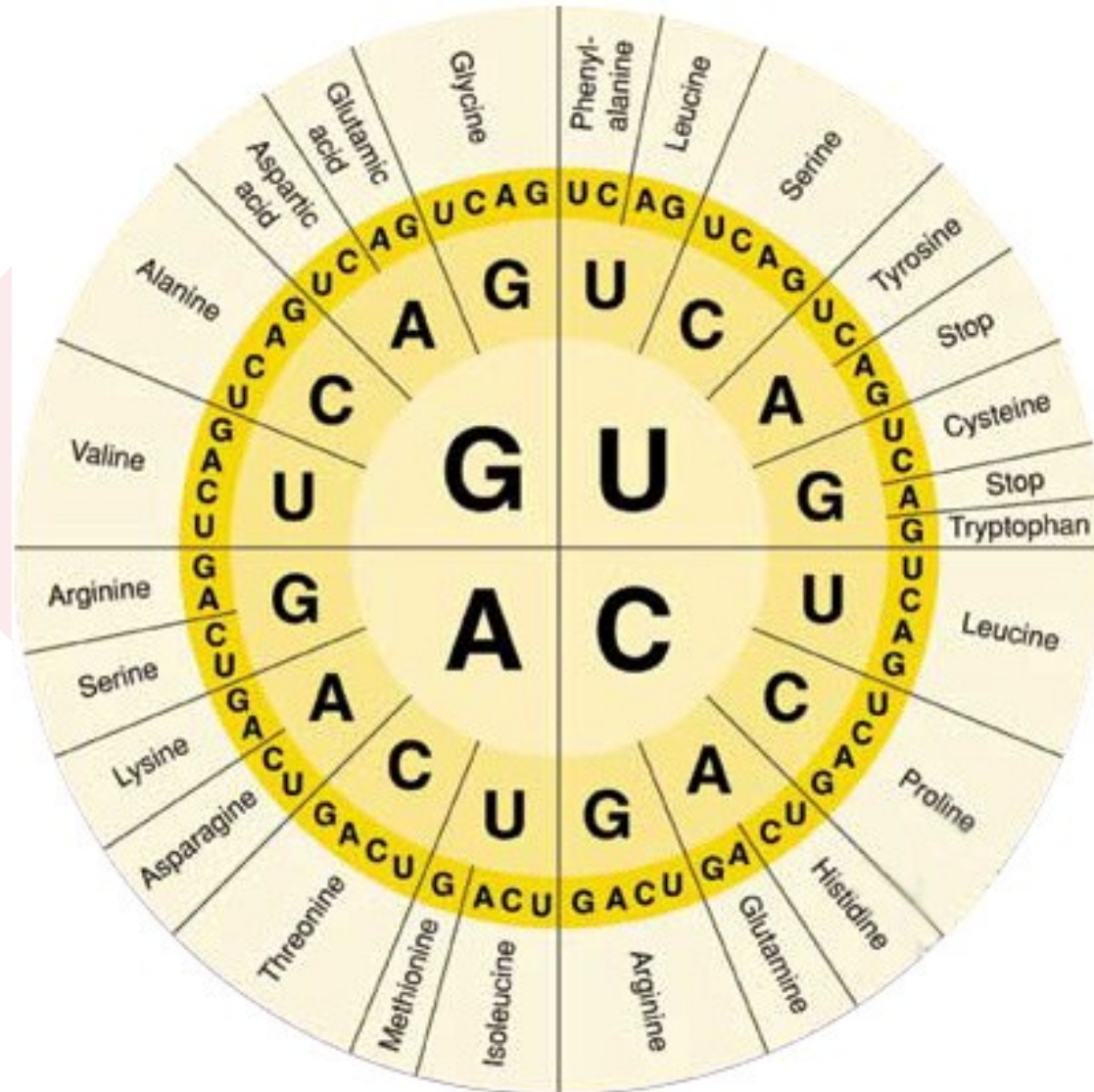
64 codones. Código genético **Universal**.

6. La expresión de la información genética



El código genético

Abreviación		Aminoácido
A	<i>Ala</i>	Alanina
C	<i>Cys</i>	Cisteína
D	<i>Asp</i>	Ac. Aspartico
E	<i>Glu</i>	Ac. Glutamico
F	<i>Phe</i>	Fenilalanina
G	<i>Gly</i>	Glicina
H	<i>His</i>	Histidina
I	<i>Ile</i>	Isoleucina
K	<i>Lys</i>	Lisina
L	<i>Leu</i>	Leucina
M	<i>Met</i>	Metionina
N	<i>Asn</i>	Asparagina
P	<i>Pro</i>	Prolina
Q	<i>Gln</i>	Glutamina
R	<i>Arg</i>	Arginina
S	<i>Ser</i>	Serina
T	<i>Thr</i>	Treonina
V	<i>Val</i>	Valina
W	<i>Trp</i>	Triptofano
Y	<i>Tyr</i>	Tirosina



7. Biotecnología



Biotecnología: uso de seres vivos o sus partes para obtener productos de interés para el ser humano.

1919, Kart Ereky. Usado desde siglos para elaborar alimentos.

Hoy día se usan **técnicas de manipulación del ADN:** detectan enfermedades génicas, transfieren genes de unos organismos a otros (mejora de especies), desarrollan microorganismos (descontaminación), etc.

Producción de sustancias terapéuticas: a partir de microorganismos modificados genéticamente que producen hormonas, vacunas. Ejemplo: diabetes e insulina.



Producción de alimentos: productividad cosechas, plantas resistentes plagas o tolerantes a condiciones ambientales extremas.

Eliminación metales pesados: por bacterias o plantas en suelos contaminados.

Biorremediación: hongos y bacterias eliminan contaminantes.

Producción energía: gas metano de fermentación de residuos orgánicos o aguas residuales. Bioetanol de caña de azúcar.

8. La ingeniería genética

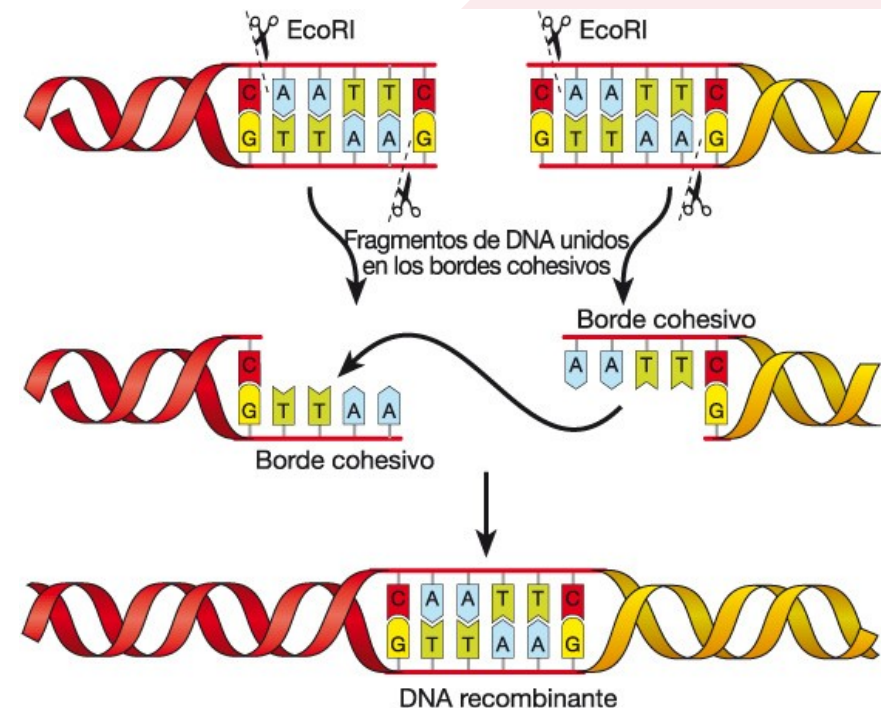


Ingeniería genética: manipulación ADN de un organismo para conseguir objetivo práctico.

Transferencia de genes de un organismo a otro. **Organismo transgénico:** el que se le han modificado los genes y sustituido por otros.

El ADN del organismo transgénico se denomina **ADN recombinante**. Herramientas para realizar manipulaciones genéticas:

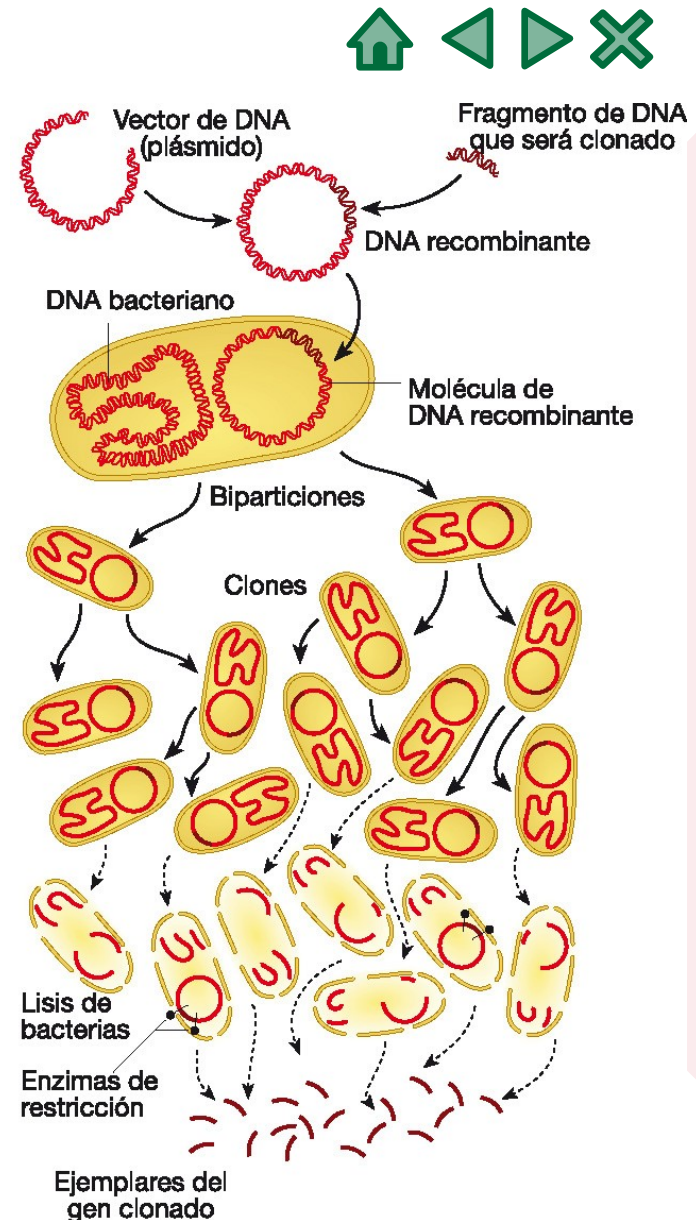
- **Enzimas de restricción:** proteínas bacterianas que cortan ADN en determinados puntos.
- **Vector de transferencia:** agente que transfiere el segmento de ADN de un organismo a otro. Se usan plásmidos (ADN circular de bacterias), o virus.
- **ADN ligasas:** enzimas que unen el fragmento de ADN a la cadena de destino.



8. La ingeniería genética

Obtención de ADN recombinante

- 1) **Localizar y aislar el gen** que queremos transferir a otro organismo. Enzimas restricción.
- 2) **Selección de vectores.** Se corta con la misma enzima de restricción.
- 3) **Unión del ADN elegido con el ADN del vector.** ADN ligasa los une dando ADN recombinante.
- 4) **Inserción del vector con el gen en una célula del organismo hospedador.**
- 5) **Multiplicación del organismo transgénico.** Se originan copias del gen deseado.



9. Aplicaciones ingeniería genética

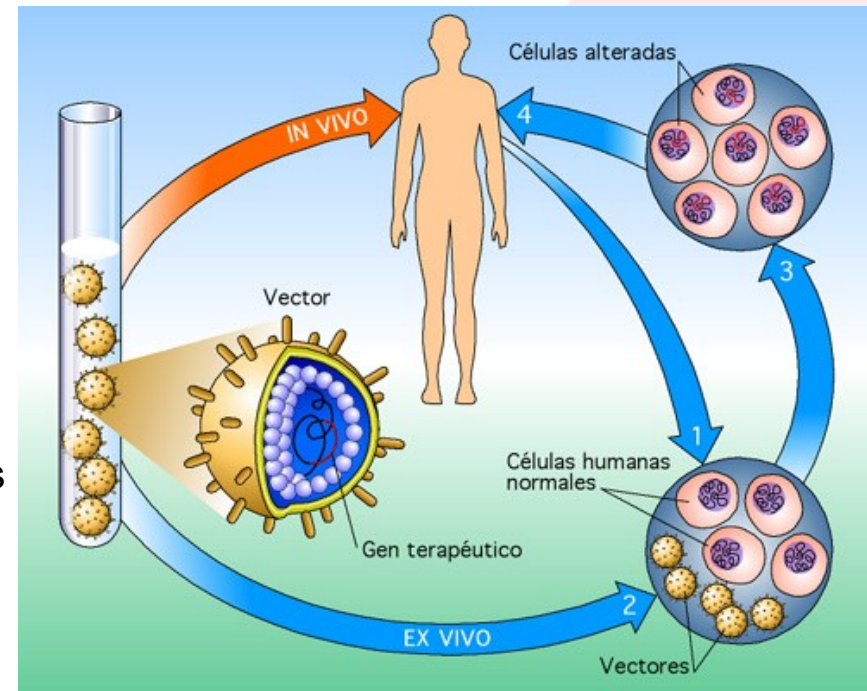


El gen introducido en el organismo transgénico se expresa dando una proteína que realiza una determinada función en el organismo. Las aplicaciones son:

Obtención de fármacos: genes humanos en bacterias para obtener en grandes cantidades fármacos. Insulina, proteínas de coagulación de suero sanguíneo o vacunas.

Mejora de producción agrícola: transferir a plantas y animales genes de resistencia a herbicidas, aumentan valor nutritivo, mayor crecimiento, suministro hormonas animales.

Terapia génica: tratamiento enfermedades genéticas, se sustituye el gen defectuoso por otro sano. **Dopaje génico.**



10. Alimentos transgénicos



Organismos Modificados Genéticamente o transgénico (OMG): por ingeniería genética se le ha introducido un gen (transgen) de otro organismo, se le ha suprimido o se le ha insertado. Así expresan alguna característica de interés.

Los transgénicos ya están entre nosotros y los intereses económicos relacionados a este tema son muy grandes, y a pesar de la oposición de los consumidores, las transnacionales que manejan los mercados siguen vendiendo más y más semillas transgénicas, pero ninguna compañía aseguradora quiere correr con los riesgos.

Mejoras alimentos transgénicos:

retraso maduración (tomates Flavr Svr), producción de sustancias (patatas inmunizan diarreas), mejora de calidad (café más aromático y menor cafeína), resistencia herbicidas (maiz Bt, soja).



10. Alimentos transgénicos



Beneficios:

Resistencia a plagas.
 Propiedades nutritivas.
 Resistencia herbicidas.
 Mejora productividad.
 Control virus.
 Frutos más resistentes.
 Tolerancia estrés ambiental.
 Fármacos, vacunas.

Desventajas:

Superplagas.
 Resistencia antibióticos.
 Riesgo biodiversidad.
 Alergias.

Especies transgénicas

Especie	Experimentos de campo [%]
Maíz	28
Nabo	18
Patata	10
Tomate	9,5
Soja	7,5
Algodón	6
Tabaco	4,5
Total	83,5

10. Alimentos transgénicos



En la etiqueta de los alimentos (ingredientes):

- Indicar si aparecen en más del 0,9% de manera independiente.
- Almidón *modificado* de maíz.
- Maíz Bt.

Alimentos de “segunda generación”, animales alimentados con piensos transgénicos. No hay obligatoriedad de indicación en el etiquetado porque no pasa a la carne ni leche.



11. La clonación



Clonar organismo, célula o molécula: hacer una o varias copias idénticas del original.

•**Clonación terapéutica:** tratar enfermedades y regenerar tejidos. Obtiene célula madre (no diferenciadas, pueden convertirse en cualquier célula del organismo) a partir de embriones.

•**Clonación reproductiva:** se obtiene individuos idénticos. 1997, oveja Dolly, **transferencia nuclear.**

Consideraciones éticas.

Clonación humana prohibida por la ley. Eliminación embriones en clonación terapéutica, vienen de donantes en tratamiento de fertilidad (Ley de Investigación Biomédica 2007).

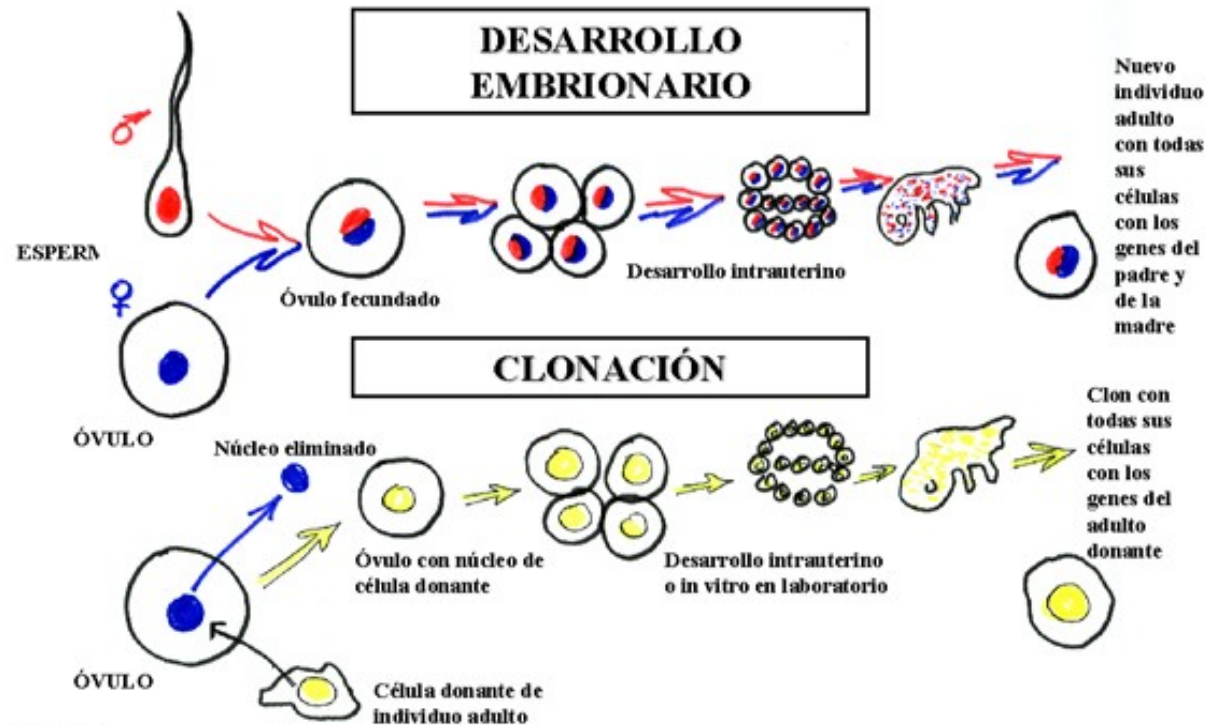


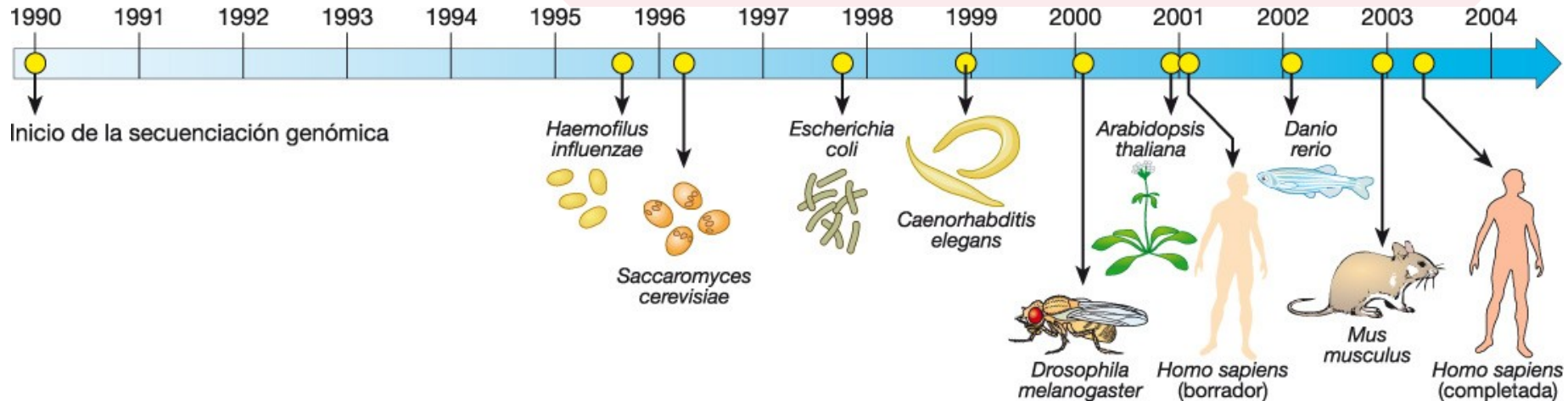
FIGURA 3

13. Proyecto Genoma Humano



El PGH fue el primer gran esfuerzo coordinado internacionalmente en la historia de la Biología. Se propone determinar la secuencia completa (más de $3000 \cdot 10^6$ pares de bases) del genoma humano, localizando con exactitud (cartografía) los 100.000 genes aproximadamente responsables de las instrucciones genéticas de lo que somos desde el punto de vista biológico.

Hacia mediados de la década de los años 80 la metodología del ADN recombinante y sus técnicas asociadas habían alcanzado una madurez suficiente como para que se planteara la pertinencia y viabilidad de un proyecto coordinado de caracterización detallada (hasta nivel de secuencia de nucleótidos) del genoma humano y de genomas de una serie de organismos modelo.



13. Proyecto Genoma Humano



Conocimientos actuales

En la actualidad los expertos están de acuerdo en que más de 6.000 enfermedades tiene un origen claramente hereditario y de ellas, tan solo en un 3% de los casos se ha podido llegar a identificar el gen responsable de la misma. Enfermedades como el Parkinson, Alzheimer, hemofilia, Síndrome de Down, multitud de patologías cardíacas, etc. podrían beneficiarse directamente de los avances en el conocimiento del genoma pero.

Pero destacar que detrás de estos descubrimientos hay importantes intereses económicos, con un gran potencial de suculentos beneficios, lo cual abre un amplio debate sobre la posibilidad de patentar los genes o las aplicaciones médicas de estos nuevos hallazgos. En este sentido, no debe resultar baldío insistir en que **el genoma humano es uno de los más valiosos patrimonios del ser humano** y, por tanto, su información genética debe ser considerada como un **patrimonio indiscutible de la humanidad.**