

CONTENIDOS PAU 2025

BIOLOGÍA

Región de Murcia



CONTENIDOS PAU 2025 MATERIA BIOLOGÍA

Documento de aplicación transitoria (solo para PAU 2025)

Documento basado en el Decreto 215/2022 del BORM, por el que se establece la ordenación y el currículo de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a partir de los aspectos básicos fijados en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril de 2022, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato por el Ministerio de Educación y Formación Profesional. Preparado por el grupo de trabajo constituido por:

María del Pilar García Hernández (coordinadora). Universidad de Murcia

Rosalía Abrisqueta Valcárcel. IES Juan de la Cierva y Codorníu (Totana)

Lucía Amorós Marco IES Juan Carlos I (Murcia)

Ana Castaño Alcántara. CEC Fuenteblanca (Murcia)

María Jesús González López. IES Saavedra Fajardo (Murcia)

José María Costa Martínez. IES Francisco Salzillo (Alcantarilla)

Francisco José Laveda Molina. IES Alfonso X el Sabio (Murcia)

Natalia Meca Galera. CEC Fuenteblanca (Murcia)

Según el RD 243/2022 y el D 215/2022, los saberes básicos de la Materia Biología, materia de modalidad del bachillerato en Ciencia y Tecnología, se agrupan en seis bloques:

BLOQUE A. LAS BIOMOLÉCULAS

BLOQUE B: GENÉTICA MOLECULAR

BLOQUE C: BIOLOGÍA CELULAR

BLOQUE D: METABOLISMO

BLOQUE E: INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA

BLOQUE F: INMUNOLOGÍA

BLOQUE A: LAS BIOMOLÉCULAS

BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS

- 1.- Bioelementos: Concepto y Clasificación: definir qué es un bioelemento. Conocer su clasificación en primarios, secundarios y oligoelementos. Conocer algunos ejemplos.
- 2.- Biomoléculas: Concepto y clasificación: definir qué son las biomoléculas. Conocer su clasificación en inorgánicas (agua y sales inorgánicas o minerales) y orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). Función que desempeñan en la célula.
- 3.- El agua: Explicar la estructura molecular y propiedades fisicoquímicas que se derivan de su poder disolvente, de su elevado calor específico y elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas. Describir las principales funciones biológicas del agua (disolvente, estructural, bioquímica y termorreguladora) y las propiedades fisicoquímicas con las que están relacionadas.
- 4.- Conocer el fundamento del proceso de ósmosis.
- 5.- Las sales minerales en los seres vivos: describir algunas funciones de las sales minerales en los seres vivos, insolubles en agua (función estructural) y solubles en agua (funciones osmótica y reguladora).
6. Relación de carencia o niveles bajos de algunos bioelementos con patologías. Algún ejemplo (hierro, calcio, iodo).

BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS QUE CONSTITUYEN LAS CÉLULAS

- 7.- **Glúcidos:** Composición química general y nomenclatura. Funciones generales (energética y estructural) y clasificación (monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos: homo- y heteropolisacáridos).

7.1. Monosacáridos: Definir monosacárido y explicar sus propiedades físicas y químicas (sólidos cristalinos, sabor y solubilidad). Conocer las formas cíclicas (en anillo, piranosa y furanosa) y los conceptos de carbono asimétrico, enantiómeros (D y L) y carbono anomérico (α y β , según posición de $-\text{OH}$). Identificar las estructuras de las pentosas (ribosa y desoxirribosa) y hexosas (glucosa, galactosa y fructosa).

7.2. Enlace glicosídico: describir el enlace glucosídico (o glicosídico) como característico de los disacáridos y polisacáridos.

7.3. Disacáridos: Definir disacárido y reconocer la estructura, localización y función de maltosa, sacarosa, lactosa y celobiosa.

7.4. Polisacáridos: conocer la composición, localización y función de los homopolisacáridos de reserva: almidón y glucógeno y estructurales: celulosa y quitina.

7.5. Consumo de glúcidos y diabetes. Beneficios de la fibra alimentaria.

8.- Lípidos: Composición química: Funciones generales (energética, estructural y biocatalizadora). Clasificación: lípidos saponificables (ácidos grasos, acilglicéridos, fosfoglicéridos y esfingolípidos) y lípidos insaponificables (terpenos o isoprenoides y esteroides).

8.1. Ácidos grasos: Definir y reconocer las fórmulas desarrolladas de los ácidos grasos. Conocer su clasificación (saturados e insaturados) y sus propiedades químicas (insolubilidad en agua, carácter anfipático, puntos de fusión y su relación con la longitud de la cadena y grado de insaturación). Explicar el concepto de ácidos grasos esenciales y nombrar ejemplos (linoleico, α -linolénico y araquidónico).

8.2. Acilglicéridos: Conocer la composición química general de mono, di y triglicéridos y reconocer su fórmula desarrollada. Explicar los procesos de esterificación y saponificación, describiendo el enlace éster como característico de los lípidos y la reacción de saponificación como típica de los lípidos que contienen ácidos grasos, y las diferencias que existen respecto al proceso de hidrólisis que se produce en los organismos (enzimas específicas “lipasas”, y productos formados: “no se producen jabones, sino ácidos grasos y glicerina”). Conocer las funciones de los acilglicéridos.

8.3. Fosfoglicéridos y esfingolípidos: Conocer su composición química general, algunos ejemplos (fosfatidilcolina y esfingomielina) y las diferencias entre ellos. Explicar la importancia del carácter anfipático en la estructura y fluidez de las membranas.

8.4.- Terpenos o isoprenoides: Conocer su unidad estructural, el isopreno (5 C) y la composición y la función de diterpenos (20 C, como el fitol, vitaminas A, E o K) y tetraterpenos (40 C, como el β -caroteno o las xantofilas) y algunos ejemplos (vitamina A y caroteno).

8.5. Esteroides: Conocer su unidad estructural, el esterano o ciclopentanoperhidrofenantreno. Explicar la función de esteroides como el colesterol y de algunos ejemplos de hormonas esteroideas, como la progesterona y la testosterona.

8.6. Niveles altos de colesterol (lipoproteínas que lo transportan) en sangre y formación de placas de ateroma/obstrucción de las arterias; relación con consumo de carne, ácidos grasos saturados y triglicéridos.

9.- Proteínas y biocatalizadores

9.1. Aminoácidos proteicos y enlace peptídico: Describir la estructura general de los aminoácidos y explicar su carácter anfótero y su clasificación según la cadena lateral: apolar, polar sin carga y polar con carga (ácida o básica). Conocer el concepto de aminoácido esencial y algunos ejemplos. Identificar y describir el enlace peptídico.

9.2. Niveles de organización de las proteínas: describir las estructuras: primaria (secuencia de aminoácidos), secundaria (α -hélice y β -láminar), terciaria (proteínas globulares y fibrosas) y cuaternaria (hemoglobina) y los enlaces que las estabilizan.

9.3. Propiedades y funciones de las proteínas: Explicar la solubilidad de las proteínas, en qué consisten los procesos de desnaturalización y renaturalización de proteínas, y las condiciones en las que se producen. Explicar las funciones de las proteínas (transportadora, reserva, estructural, enzimática, hormonal, defensa y contráctil), relacionando solubilidad con proteínas globulares y funciones varias, e insolubilidad con proteínas fibrosas y funciones estructurales.

9.4. Enzimas: Explicar el concepto de enzima (biocatalizador) y las características que la distinguen de los demás catalizadores (actividad y especificidad). Factores que regulan la actividad enzimática (concentración de sustrato, T° , pH, cofactores e inhibidores (reversibles e irreversibles, no necesario distinguir inhibición competitiva, no competitiva y acompetitiva).

9.5. Vitaminas: Explicar el concepto de vitamina, su clasificación en hidrosolubles y liposolubles y función de las vitaminas hidrosolubles (complejo B) como coenzimas. Relacionar carencia o exceso de vitaminas con patologías (no enfermedades concretas).

10.- Ácidos nucleicos

10.1. Nucleótidos: Definir nucleótidos y conocer su fórmula química general. Distinguir bases púricas y pirimidínicas. Describir el enlace fosfodiéster como característico de los polinucleótidos. Diferenciar y analizar los diferentes tipos de ácidos nucleicos de acuerdo con su composición, estructura y localización.

10.2. Ácido desoxirribonucleico (ADN): Describir su composición, localización y función. Describir la estructura primaria y secundaria (doble hélice) del ADN y la complementariedad y antiparalelismo de las cadenas. Explicar los procesos de desnaturalización y renaturalización del ADN.

10.3. Ácido ribonucleico (ARN): Describir su composición y estructura general (diferencias con respecto al ADN).

BLOQUE B: GENÉTICA MOLECULAR

TEORÍA CROMOSÓMICA Y GENÉTICA MENDELIANA

1.- Teoría cromosómica de la herencia: Comprender la situación de los factores hereditarios o genes en los cromosomas. Explicar los conceptos de gen, locus, alelo, genoma, plásmido.

2.- Comprender y resolver problemas de transmisión de caracteres hereditarios aplicando las leyes de Mendel (uniformidad de la primera generación filial resultante del cruzamiento de líneas puras; ley de la segregación, en la formación de gametos, de los factores que intervienen en un mismo carácter; ley de la combinación independiente entre los factores responsables de caracteres distintos) y las modificaciones a la ley de segregación, como herencia intermedia de un carácter, codominancia y alelos múltiples (herencia del carácter grupo sanguíneo: sistema ABO). Resolver problemas de transmisión de caracteres hereditarios ligados al sexo (en genes localizados en el cromosoma X).

GENÉTICA MOLECULAR

3.- Naturaleza y conservación de la información genética. Replicación.

3.1. Comprender las bases moleculares de la herencia (reconocer el ADN, componente esencial de los cromosomas, como molécula portadora de la información transmitida en los genes).

3.2. Describir el mecanismo de la replicación y sus características (semiconservativa, discontinua y bidireccional) y las enzimas implicadas. Explicar las diferencias entre la replicación en procariontes y eucariontes (más puntos de replicación, empaquetamiento con histonas, origen de la replicación y extremos y ADN-polimerasas implicadas). Reconocer el proceso como un mecanismo de transmisión y conservación de la información genética.

4.- Expresión de la información genética. Transcripción y Traducción.

Explicar el flujo de la información desde los ácidos nucleicos hasta las proteínas:

4.1. Describir el mecanismo de la transcripción en eucariontes (iniciación, elongación, terminación, y maduración) y sus diferencias con respecto al de procariontes.

4.2. Describir el código genético como la forma en que está codificada la información genética y de sus características (específico, degenerado, sin solapamientos ni discontinuidades y universal).

4.3. Explicar el concepto de traducción, describir el proceso y el papel de ARNm, ARNt y ribosomas en el mismo.

4.4. Resolver ejercicios (esquemas, problemas...) relacionados con los procesos de replicación, transcripción y traducción.

5.- Los genomas procarionte y eucariote: características generales y diferencias.

5.1. Explicar el concepto de genoma.

5.2. Describir las características generales y las diferencias entre los genomas procariontes y eucariontes ([resumido en el anexo I](#)).

6.- Regulación de la expresión génica en eucariontes y su importancia en la diferenciación celular de organismos pluricelulares ([desarrollado en el anexo II](#)).

6.1. Comprender la diferenciación celular como resultado de la expresión diferencial de genes.

6.2. Explicar los niveles de regulación génica: control de la estructura de la cromatina, de la transcripción, de la maduración postranscripcional, de la traducción y control postraduccionial.

6.3. Describir el papel de los factores epigenéticos en la regulación de la expresión génica y en la diferenciación celular.

7.- Alteraciones del material genético: Mutaciones.

7.1. Entender la mutación como fuente de variabilidad genética. Explicar las implicaciones de las mutaciones en la evolución y aparición de nuevas especies y la biodiversidad. Explicar el concepto de mutación beneficiosa.

7.2. Describir los tipos de mutaciones: génicas (sustitución, delección y adición de bases); cromosómicas (delección, duplicación e inversión de un segmento y translocación de un segmento entre cromosomas no homólogos) y genómicas (poliploidía, haploidía, aneuploidía). Conocer algún ejemplo de mutaciones genómicas, como trisomía del cromosoma 21 y síndrome de Turner.

7.3. Relacionar las mutaciones con la replicación del ADN. Explicar el concepto de agente mutágeno. Definir los tipos de agentes mutágenos (**endógenos, causantes de mutaciones espontáneas, y exógenos, causantes de mutaciones inducidas**). Conocer los tipos de agentes mutágenos exógenos y algún ejemplo (**físicos, como las radiaciones, químicos, como el gas mostaza y biológicos, como algunos virus**). Conocer algunos efectos de los agentes mutágenos, como **alteración o sustitución de las bases, inserciones o delecciones de nucleótidos y emparejamiento erróneos de bases, que provocan errores durante la replicación**.

BLOQUE C: BIOLOGÍA CELULAR

1.- Modelos de organización celular: Describir y diferenciar los tipos de organización celular procariota y eucariota. Describir las diferencias en las características de las células vegetales y animales.

2.- Composición, estructura y función de los componentes de la célula procariota:

2.1. Envolturas celulares y estructuras externas a la pared bacteriana: describir la composición, estructura y función de la membrana plasmática, la pared bacteriana (gram + y gram -), la cápsula bacteriana; función de los flagelos, los pili bacterianos y las fimbrias.

2.2. Citoplasma: describir la composición, estructura y función de citosol/hialoplasma y morfoplasma o estructuras citoplasmáticas (ribosomas, inclusiones, vesículas y plásmidos) y nucleóide.

3.- Composición, estructura y función de los componentes de la célula eucariótica:

3.1. Membranas celulares: describir la composición química y estructura (modelo de mosaico fluido) de las membranas celulares (incluye composición y función del glucocálix). Explicar las funciones de la membrana plasmática: función de intercambio de sustancias (permeabilidad selectiva); transporte pasivo (difusión simple, mediada o facilitada (permeasas y canales iónicos) y transporte activo (concepto); transporte de macromoléculas y partículas: endocitosis (fagocitosis y pinocitosis) y exocitosis (no se incluye distinción de vesículas cubiertas).

3.2. Revestimientos de la membrana: Glucocálix y pared celular de células vegetales. Explicar la composición y la función del glucocálix. Describir la composición, estructura (lámina media, pared primaria y secundaria) y funciones (**impermeabilización, resistencia mecánica o daños físicos, defensa/protección contra invasiones bióticas, fenómenos osmóticos (turgencia y plasmólisis), determinante de la forma de las células, de la rigidez de las células y tejidos (determina el crecimiento) y de soporte (sostén) de la planta**) de la pared celular.

3.3. Describir la composición y función del hialoplasma o citosol.

3.4. Citoesqueleto: reconocer los microfilamentos, microtúbulos y filamentos intermedios como los componentes del citoesqueleto y explicar su composición, estructura y función.

3.5. Ribosomas: describir la composición, estructura, localización y función de los ribosomas.

3.6. Describir la estructura y la función de los componentes del sistema de endomembranas:

- Retículo endoplasmático, estableciendo las diferencias entre retículo endoplasmático liso y retículo endoplasmático rugoso, y aparato o complejo de Golgi, reconociendo el dictiosoma como unidad estructural y funcional.

- Lisosomas, estableciendo su origen y reconociendo su implicación en la digestión celular.

- Vacuola vegetal.

3.7. Describir la morfología, composición y función de mitocondrias y cloroplastos.

3.8. El núcleo celular: describir el núcleo interfásico, su morfología y estructura (envoltura nuclear, nucleoplasma, nucléolo y cromatina). Describir el empaquetamiento del ADN en eucariotas y relacionarlo con los conceptos de cromosoma y cromatina. Describir la morfología del cromosoma metafásico, resultado de la máxima condensación del ADN (cromátidas, centrómero, constricciones secundarias, cinetocoros y telómeros). Identificar los tipos de cromosomas según la posición del centrómero. Entender el concepto de ploidía y que, dependiendo de su dotación cromosómica, las células pueden ser haploides (con una copia de cada cromosoma), diploides (dos copias de cada cromosoma). Explicar los conceptos de cromosomas homólogos, heterocromosomas o cromosomas sexuales y autosomas.

4.- Ciclo celular. Mitosis. Meiosis.

4.1. Explicar el concepto de ciclo celular y describir sus fases: G_1 , S, G_2 y M (no es necesario explicar los puntos de control, excepto el punto R).

4.2. División celular: mitosis y citocinesis. Describir, desde los puntos de vista morfológico y genético, la secuencia de acontecimientos que tienen lugar en la célula en cada una de las etapas del proceso. Establecer las diferencias entre la citocinesis de células animales y la de células vegetales. Explicar el significado biológico de la mitosis en organismos unicelulares (reproducción asexual) y pluricelulares (crecimiento y reparación de tejidos). Establecer las diferencias entre la división celular de procariontes y eucariotas.

4.3. División celular por meiosis: Describir, desde los puntos de vista morfológico y genético, la secuencia de acontecimientos que tienen lugar en cada una de las etapas del proceso. Explicar el significado biológico de la meiosis en relación con la reproducción sexual, destacando los procesos de recombinación genética y de segregación cromosómica como fuente de variabilidad.

4.4. Explicar las analogías y las diferencias más significativas entre mitosis y meiosis.

BLOQUE D: METABOLISMO

1.- Nutrición celular: Explicar el concepto de nutrición celular y describir los tipos según sea la fuente de materia y energía que se utiliza (autótrofa y heterótrofa).

2.- Metabolismo: Explicar los conceptos de metabolismo, catabolismo y anabolismo y el papel de los intermediarios metabólicos energéticos (ATP y coenzimas que participan en reacciones de oxidación-reducción) y los transportadores de electrones en los mismos.

3.- Catabolismo: respiración celular aerobia de la glucosa y de los ácidos grasos y fermentaciones:

3.1. Conocer la ubicación en la célula, los sustratos iniciales, productos finales y balances globales energéticos (rendimiento de ATP y coenzimas reducidas) de glucólisis, ciclo de Krebs y beta-oxidación de los ácidos grasos.

3.2. Conocer la ubicación celular de la cadena respiratoria, o cadena transportadora de electrones, y la fosforilación oxidativa y explicar la conexión entre las coenzimas reducidas y los transportadores de electrones. Explicar la teoría quimiosmótica, relacionándola con la fosforilación oxidativa y la formación de agua. Conocer algunos de los complejos multiproteicos que participan en los procesos, como la NADH deshidrogenasa y la ATP sintasa.

3.3. Explicar los conceptos de respiración aerobia y de fermentación, conocer su ubicación celular y las condiciones en la que se dan. Describir las vías alternativas para el ácido pirúvico: acetil-CoA mediante descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico y las fermentaciones láctica y alcohólica. Comparar las vías anaerobia y aerobia del catabolismo de la glucosa en relación con la rentabilidad energética y los productos finales.

3.4. Conocer la ubicación celular de la beta-oxidación de los ácidos grasos y explicar el proceso como una sucesión de etapas o ciclos mediante los que se degradan los ácidos grasos. Describir el destino de las coenzimas reducidas y las moléculas de acetil-CoA resultantes, relacionando la beta-oxidación de ácidos grasos con el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria.

4. Anabolismo autótrofo.

4.1. Fotosíntesis oxigénica: conocer la importancia del proceso fotosintético, la reacción general y balance energético global del proceso y las fases de que consta y su localización en la célula. Identificar los sustratos y los productos que intervienen y el balance energético de cada fase.

4.1.1. Fase lumínica: Describir la captación de la energía luminosa por los fotosistemas I y II, la fotólisis del agua, el transporte cíclico de electrones y la reducción del $NADP^+$ en la fotofosforilación no cíclica u oxigénica (no es

necesario el conocimiento pormenorizado de la estructura de los fotosistemas ni de los intermediarios del transporte electrónico). Describir la fotofosforilación cíclica y su papel en el proceso. Explicar la hipótesis/teoría quimiosmótica que explica la formación de ATP en la fotofosforilación. Establecer las diferencias entre la fotofosforilación no cíclica y la fotofosforilación cíclica.

4.2.2. Fase oscura o biosintética: Describir el ciclo de Calvin de manera que permita comprender la fijación del CO₂, el papel de la Ribulosa bifosfato carboxilasa/oxigenasa (RUBISCO) y la procedencia del ATP y del NADPH necesarios.

4.2. Explicar el concepto de quimiosíntesis.

4.3. Metabolismo y dieta equilibrada.

BLOQUE E: INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA

CONCEPTOS BÁSICOS

1.- Explicar los conceptos de biotecnología, ingeniería genética, organismo modificado genéticamente (OMG) y organismo transgénico (microorganismo recombinante, plantas transgénicas y animales transgénicos), terapia génica, biorremediación.

TÉCNICAS DE INGENIERÍA GENÉTICA Y SUS APLICACIONES

2.- Clonación molecular: explicar en qué consiste la clonación molecular o clonación del ADN y algunas de sus aplicaciones. Obtención de ADN recombinante y generación de organismos transgénicos. Describir el proceso de clonación de un gen. ([Desarrollado en el anexo III](#)).

3.- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR): explicar en qué consiste la técnica y describir el proceso que tiene lugar. Describir algunas variantes de la técnica que se aplican a propósitos concretos. ([Desarrollado en el anexo IV](#))

4.- CRISPR-CAS9: explicar el fundamento de la técnica: secuencias CRISPR y endonucleasa Cas 9 en bacterias. Explicar la tecnología de edición genómica mediante CRISPR-Cas9. Conocer algunas aplicaciones de esta tecnología. ([Desarrollado en el anexo V](#))

IMPORTANCIA Y REPERCUSIONES DE LA BIOTECNOLOGÍA

5.- Conocer las aplicaciones de la biotecnología en los distintos ámbitos. Explicar las aplicaciones y citar algunos ejemplos concretos de: biotecnología médica (roja), industrial (blanca), agrícola (verde), gris (ambiental), alimentaria (amarilla), marina (azul) y contra bioterrorismo (negra). ([Resumido en la tabla del anexo VI](#))

BLOQUE F: INMUNOLOGÍA

1.- Conocer los mecanismos de defensa orgánica, distinguiendo los englobados en la respuesta inmunitaria innata o inespecífica y los que constituyen la respuesta inmunitaria específica o adaptativa.

2.- Describir las barreras primarias y secundarias y sus modos de acción: barreras externas (físicas: piel y mucosas) y componentes internos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, macrófagos, natural *Killer* (NK) y células dendríticas/células presentadoras de antígenos, células cebadas, complemento e interferón) y modos de acción (fagocitosis, respuesta inflamatoria).

3.- Mecanismos de defensa específica o adaptativa: explicar las características de la respuesta inmunitaria adaptativa (especificidad y diversidad, reconocimiento de lo propio/no propio y memoria).

3.1. Explicar en qué consisten y en qué se diferencian la respuesta humoral y la respuesta celular.

3.1.1. La respuesta humoral: explicar el concepto de antígeno y de anticuerpo. Describir la estructura molecular de los anticuerpos (reconocer el esquema de la estructura de un anticuerpo y localizar en él las cadenas pesadas y las ligeras y el sitio de unión del antígeno). Conocer los tipos de reacción antígeno-anticuerpo y su papel en la defensa. Explicar la implicación de los linfocitos B y las células plasmáticas.

3.1.2. Explicar el concepto de memoria inmunológica y las respuestas primaria y secundaria.

- 3.1.3.** Explicar el concepto de respuesta celular; conocer los tipos de células que intervienen y el papel que desempeñan: linfocitos T (T4-auxiliares, T8-citotóxicos, TS-supresores) y los macrófagos/células presentadoras de antígenos.
- 4.-** Distinguir los tipos de inmunidad: innata o natural y adquirida o adaptativa. Esta última, adquirida naturalmente, de forma activa o de forma pasiva, o adquirida artificialmente, de forma activa o de forma pasiva.
- 5.-** Describir el fundamento y las diferencias entre vacunación y sueroterapia.
- 6.-** Reconocer las alteraciones del sistema inmunitario: explicar los conceptos de inmunodeficiencia, hipersensibilidad y enfermedades autoinmunes. Explicar reacción de alergia. Describir etapas de un proceso infeccioso en relación con la respuesta inmunitaria. Tipos de inmunoglobulinas y tests de detección de enfermedades (gripe, COVID...).

Los textos en azul son acotaciones, indican lo que tienen que conocer sobre esos contenidos concretos.

Anexo I

**DIFERENCIAS EN EL GENOMA Y LA
EXPRESIÓN GÉNICA
ENTRE EUCARIOTAS Y PROCARIOTAS.**

DIFERENCIAS EN EL GENOMA Y LA EXPRESIÓN GÉNICA ENTRE EUCARIOTAS Y PROCARIOTAS

	PROCARIOTAS	EUCARIOTAS
Genes	Genes CONTINUOS . La mayoría son POLICISTRÓNICOS ya que en muchos casos un único ARNm tiene varias secuencias de inicio y terminación que reconoce el ribosoma y origina varios polipéptidos.	Genes FRAGMENTADOS que tienen intrones y exones. Hay que eliminar los intrones y unir los exones antes de su traducción. El ARNm es MONOCISTRÓNICO y durante la traducción del ARNm forma un único polipéptido.
ADN	Sin histonas . Bajo empaquetamiento y es fácil de iniciar la replicación y transcripción.	Asociado a histonas y muy empaquetado en forma de cromatina. El ADN debe desempaquetarse para ser accesible en la replicación y transcripción. Tras la replicación hay que duplicar el número de histonas, por lo que se necesita fabricar nuevas.
	ADN circular y único . En la replicación, al eliminar los cebadores no se acorta .	ADN lineal y fragmentado en cromosomas . En la replicación al eliminar el cebador del extremo 5' no puede ser reemplazado por ADN y el cromosoma se acorta (se reducen los telómeros en cada replicación).
	Inicio de replicación único . Secuencias de iniciación y terminación de transcripción propias de procariotas.	Hay múltiples puntos de inicio de replicación . Las secuencias de iniciación y terminación de la transcripción son diferentes de los procariotas
ARN	Solo madura el ARNr y el ARNt , no el ARNm tras la transcripción.	Maduran todos los tipos de ARN tras la transcripción.
ADN-polimerasa	Se precisan 3 tipos en la replicación.	Se precisan 5 tipos en la replicación.
ARN-polimerasa	Una única ARN-polimerasa transcribe los tres tipos de ARN.	Se precisan tres tipos de ARN-polimerasas , uno por cada tipo de ARN para la transcripción.
Localización de los procesos de expresión génica	No hay separación espacial , ya que la transcripción y la traducción se producen en el citoplasma, al carecer de núcleo. El ARNm se puede ir traduciendo a la misma vez que se va transcribiendo.	Hay separación espacial , ya que la transcripción ocurre en el núcleo. El pre-ARNm debe madurar y transportarse después al citoplasma donde se traduce. Por la maduración y posterior transporte del ARNm la transcripción y traducción no son simultáneas.

Anexo II

Regulación de la expresión génica en eucariotas.

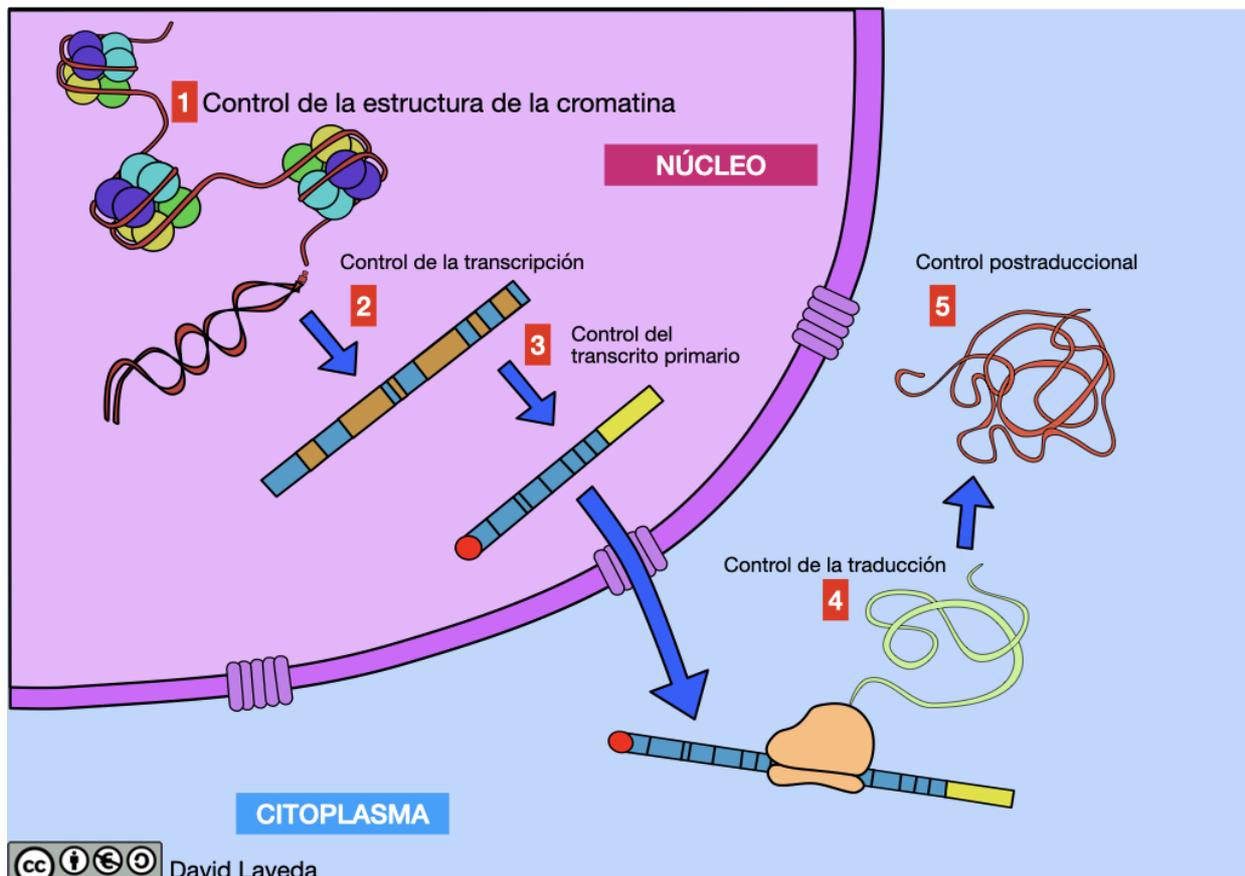
REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GÉNICA EN EUCARIOTAS.

Las células eucariotas no fabrican continuamente las proteínas que son codificadas por sus genes, lo que supondría un gran gasto de energía. Los genes están regulados por distintos factores, de modo que su expresión se activa o se reprime y sólo se fabrican las proteínas necesarias en un momento dado. Además, los distintos tipos de células sólo forman las proteínas necesarias para desarrollar su función; no expresan la totalidad de sus genes, a pesar de tener toda la información genética propia de la especie.

Durante el desarrollo embrionario las células de un ser pluricelular van a adoptar decisiones programadas y otras reguladas por los factores epigenéticos, activando o reprimiendo genes, y de ese modo, pueden convertirse las células madre indiferenciadas en los distintos tipos celulares especializados del organismo, que van a realizar funciones concretas. Este proceso se denomina diferenciación y supone la represión o activación de genes por determinados factores, en determinados momentos.

La regulación de la expresión génica se lleva a cabo en 5 niveles. Los tres primeros niveles ocurren en el núcleo: 1) control de la estructura de la cromatina; 2) control de la transcripción; 3) control la maduración del pre-ARNm o transcrito primario; y otros dos en el citoplasma: 4) control de la traducción; y 5) control postraduccional.

En el siguiente esquema podemos ver las fases:



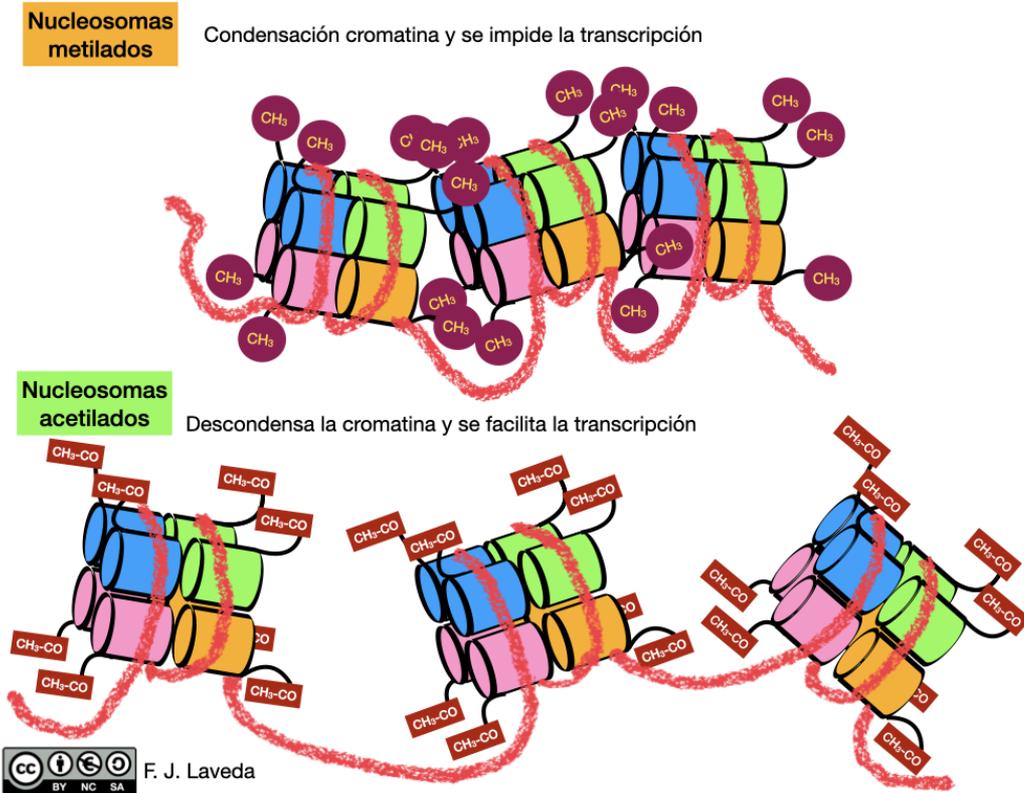
1) Control de la estructura de la cromatina. (Núcleo)

El primer nivel de la regulación de la expresión genética afecta a la estructura de la cromatina, de modo que, según el nivel de condensación de la misma, los genes serán accesibles o no para la transcripción. En la eucromatina, la ARN polimerasa puede acceder a los genes y los puede transcribir. En la heterocromatina los genes no son accesibles, ya que el ADN está muy empaquetado con las histonas.

A) La condensación de la cromatina se puede regular mediante modificaciones reversibles de las histonas que forman el nucleosoma, por ejemplo:

- Acetilación de histonas. Favorece la separación de las histonas y el ADN, de modo que es más accesible activando la transcripción.
- Metilación de histonas. Favorece la condensación de la cromatina y tiene el efecto contrario al anterior.

En la figura podemos ver el efecto de la metilación y acetilación en la cromatina:



B) Modificaciones reversibles de las bases del ADN afectan a la transcripción de los genes. Por ejemplo, la metilación en determinadas bases silencia la expresión génica ya que son señales de la condensación de la cromatina.

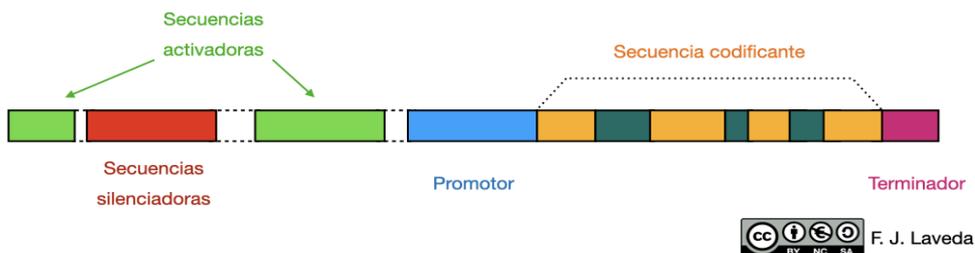
Estas modificaciones no afectan al código genético, solo a la expresión de los genes y son cambios reversibles y heredables de célula a célula cuando estas realizan la división celular.

2) Control de la transcripción. (Núcleo)

Se lleva a cabo mediante factores proteicos que pueden acelerar la transcripción (activadores) o dificultarla (represores).

En la estructura de un gen tenemos las siguientes secuencias:

ESTRUCTURA DE UN GEN



Las secuencias activadoras o silenciadoras se encuentran mucho antes del promotor del gen. A dichas secuencias se unen factores de transcripción, de modo que si a las secuencias

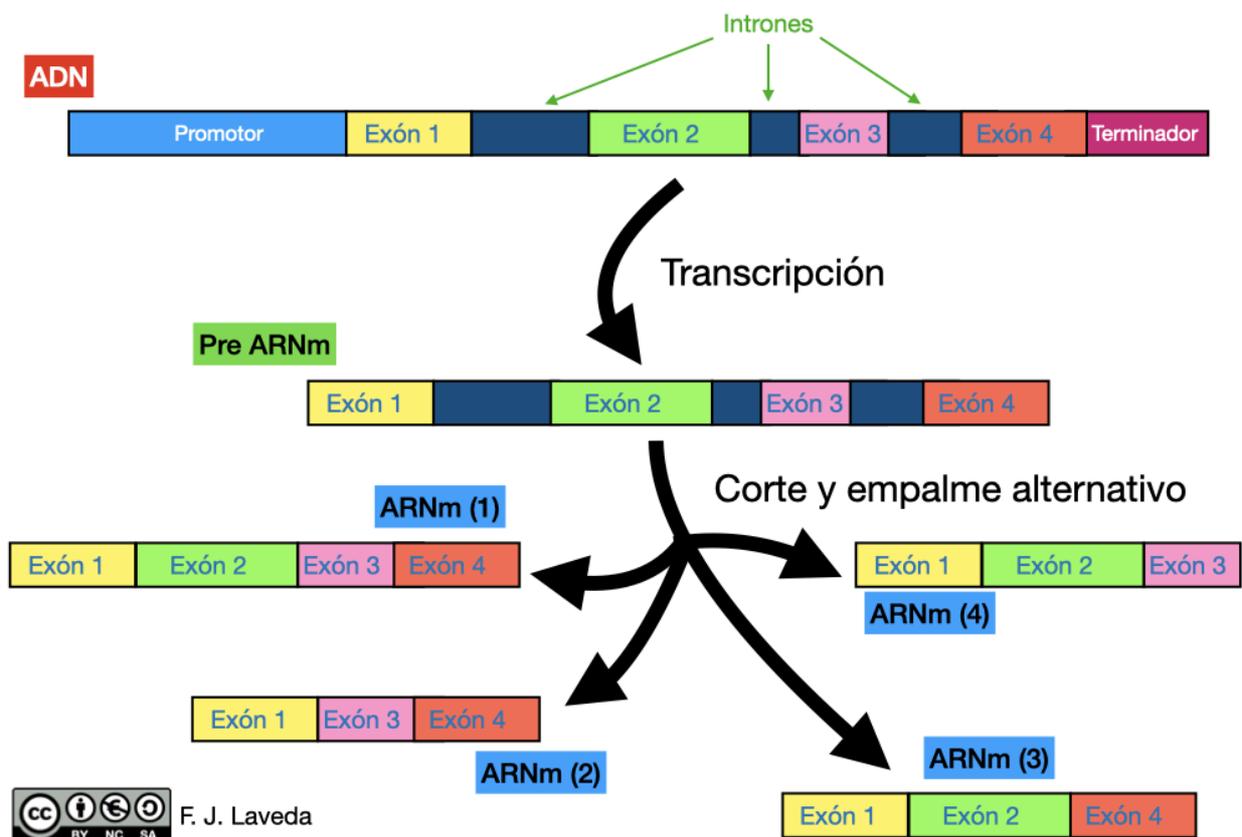
silenciadoras se le unen factores represores de la transcripción impiden la unión de la ARN polimerasa al promotor y el gen no se transcribe, mientras que si a las secuencias activadoras se unen factores potenciadores de la transcripción se facilita la unión de la ARN polimerasa al promotor y se acelera la transcripción.

3) Control de la maduración del Pre-ARNm o transcrito primario (Núcleo).

La unión de exones y la eliminación de los intrones puede llevarse a cabo por mecanismos alternativos de corte. Esto se denomina corte y empalme alternativo (*splicing* alternativo). Es un mecanismo que permite que a partir de una única secuencia de ADN se generen diversas proteínas.

El pre-ARNm que se transcribe a partir de un gen eucariota contiene varios intrones y exones que pueden cortarse de diversos modos, de forma que, al eliminarse los intrones, también se puede eliminar algún exón, de modo que origina distintos ARNm y por tanto distintas proteínas, lo que hace que se generen nuevas funciones que facilita la capacidad de adaptación a distintos ambientes.

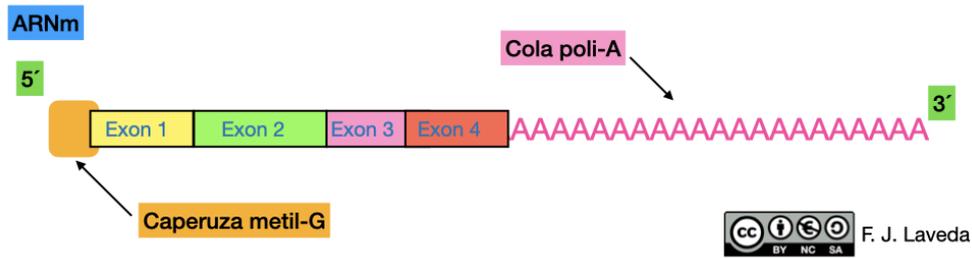
En la imagen siguiente podemos ver un ejemplo del corte y empalme alternativo:



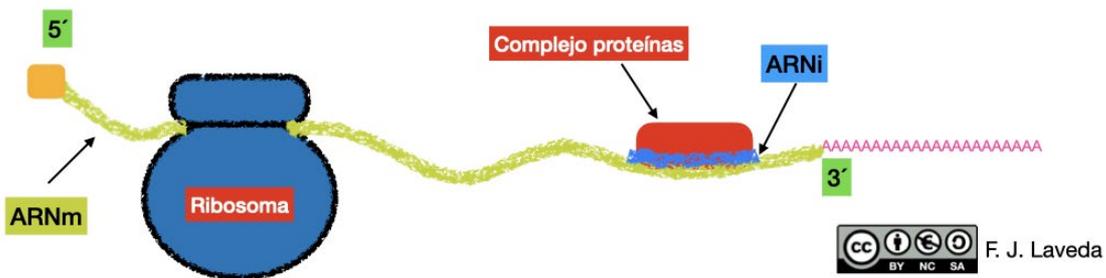
Por ejemplo, un ARNm que en el hígado origina una proteína transportadora de lípidos en sangre, al sufrir un corte y empalme alternativo en una célula de intestino origina una proteína que absorbe los lípidos en el intestino.

4) Control de la traducción (Citoplasma).

Un mecanismo de control consiste en reducir el tiempo que el ARNm está disponible para ser traducido por el ribosoma, eliminando la caperuza del extremo 5' o acortando la cola de poli-A, o alargar el tiempo de disponibilidad del ARNm, alargando la cola poli-A, mediante poliadenilación citoplasmática.



También puede producirse el fenómeno de ribointerferencia, de modo que interacciona el ARNi (ARN de interferencia), asociado con complejos de proteínas, con el ARNm (se unen a secuencias complementarias) para impedir la traducción. El ARNi son pequeñas moléculas de ARN no codificantes que se asocian con proteínas y bloquean la traducción o promueven la eliminación del ARNm.



5) Control postraduccional (Citoplasma).

Las proteínas tras su formación experimentan cambios químicos, como adición de grupos prostéticos, unión de oligosacáridos, cortes proteolíticos... antes de convertirse en proteínas funcionales.

Por otra parte, también se puede activar o desactivar reversiblemente por la adición de grupos químicos, por ejemplo, la fosforilación puede activar algunas proteínas.

Se puede regular su vida media añadiendo una pequeña proteína (ubiquitina) que es una señal para indicar su degradación en los proteosomas.

La epigenética

Los factores epigenéticos son factores del ambiente (núcleo, citoplasma o entorno celular) que promueven o inhiben la expresión de los genes y son heredables.

La epigenética estudia los cambios en la expresión génica que son heredables y reversibles y que se producen sin que ocurran cambios en la secuencia de ADN.

Los factores epigenéticos actúan mediante modificación reversible de las histonas, adición de grupos químicos en las bases del ADN (como la metilación) o mediante el silenciamiento de genes por ARN pequeños reguladores (un tipo de ARN de interferencia). Determinan la accesibilidad a la transcripción y traducción de los genes en el tiempo y posibilitan la diferenciación de las células.

Se llama epigenoma al conjunto de factores epigenéticos.

Anexo III

LA CLONACIÓN MOLECULAR.

LA CLONACIÓN MOLECULAR.

La clonación del ADN es el proceso por el cual se generan múltiples copias de ADN, ya sean fragmentos de interés o genes completos. Dicho proceso puede realizarse *in vivo* o *in vitro*.

- ***In vivo***: Consiste en transferir el fragmento de ADN o gen a una célula hospedadora mediante un vector.
- ***In vitro***: Consiste en utilizar la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), un procedimiento biotecnológico que se lleva a cabo en el laboratorio.

La clonación del ADN *in vivo* consiste en unir el ADN que se desea clonar con el ADN de un vector mediante enzimas (endonucleasas de restricción y ligasas), convirtiéndose en un **ADN recombinante**. Ese vector de clonación es capaz de entrar en una célula hospedadora, transportando ese ADN, y replicándose en ella de forma independiente.

Se necesitan dos elementos:

- Un **vector de clonación**: Los vectores son moléculas de ADN a las que se les pueden insertar otros fragmentos de ADN. Pueden utilizarse vectores virales como el fago λ , aunque los más usados son los plásmidos, que son pequeñas moléculas circulares de ADN que pueden replicarse independientemente (es decir, sin asociarse al ADN cromosómico) en bacterias.
- Un **hospedador**: generalmente bacterias (*Escherichia coli*, *Agrobacterium tumefaciens*) o levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*).

El proceso de clonación de un gen en una bacteria sigue estos pasos:

1. **Aislamiento del fragmento de ADN mediante enzimas de restricción.** Se realiza un lisado (ruptura) de las células que contienen el gen de interés y se extrae el ADN. Se aísla la porción de ADN en la que está el gen y se corta la cadena de ADN en puntos específicos, llamados sitios de restricción, mediante este tipo de endonucleasas.
2. **Formación del ADN recombinante.** El ADN aislado se coloca en el vector, comúnmente un plásmido, empleando la misma enzima de restricción para abrir el plásmido en un único sitio de restricción. Al emplear la misma enzima de restricción, se asegura que los extremos en la abertura del plásmido sean complementarios a los extremos del fragmento de ADN de interés (son extremos cohesivos). A continuación, la adición de la enzima ADN ligasa, que cataliza la formación de un enlace fosfodiéster entre el grupo fosfato 5' y el grupo hidroxilo 3' de las dos hebras adyacentes, permite la unión de los dos segmentos de ADN. El plásmido recombinante obtenido debe incluir algún gen marcador, como genes de resistencia a los antibióticos, genes de fluorescencia o marcadores enzimáticos, entre otros.
3. **Transformación de las bacterias.** Consiste en la incorporación de los plásmidos recombinantes a las células hospedadoras, normalmente bacterias, como *E. coli*. Se trata de un procedimiento largo, en el que se somete a las bacterias a un choque térmico, para garantizar que las células hospedadoras adquieran el ADN recombinante y sean capaces de reproducirse y crear colonias que contengan este ADN deseado.
4. **Selección y cultivo de las bacterias transformadas.** Dado que el plásmido recombinante posee un gen marcador, por ejemplo, el gen de resistencia al antibiótico ampicilina, las bacterias que hayan incorporado el ADN recombinante (bacterias transformadas) serán capaces de sobrevivir en un medio al que se añada ese antibiótico y crecerán en colonias, mientras que las bacterias no transformadas morirán. Así, las células hospedadoras se colocan en una placa de Petri, que contiene un gel de agar

con ampicilina y, únicamente las células que contengan el gen de resistencia a la ampicilina, crecerán en la placa de Petri, lo que permite determinar si el proceso de transformación realmente ha funcionado.

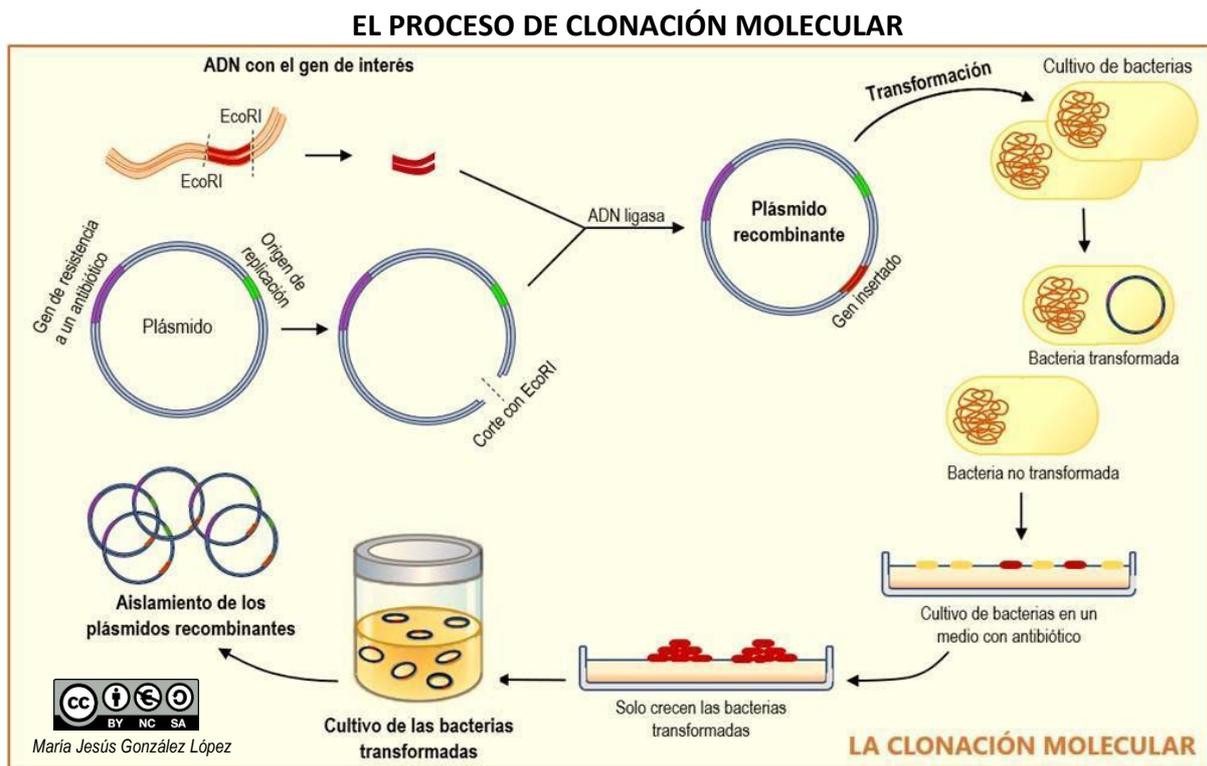
Al mismo tiempo que las bacterias se van duplicando, se duplican también el número de plásmidos recombinantes y el gen que llevan insertado; de esta manera, se produce una clonación de forma natural.

- 5. **Aislamiento de los plásmidos recombinantes y/o de las copias del gen de interés.** Finalmente, obtendremos millones de copias de ese plásmido recombinante que pueden aislarse mediante lisis de las bacterias y precipitación mediante centrifugación diferencial.

La clonación de ADN es una técnica muy común que se utiliza en una gran variedad de aplicaciones de la biología molecular.

Por ejemplo, los plásmidos recombinantes se pueden emplear directamente en terapias génicas, por ejemplo, para proporcionar una copia normal del gen que falla en la fibrosis quística, suministrando los plásmidos a los pulmones de pacientes con esta enfermedad, para conseguir que la función pulmonar se deteriore más lentamente.

También podemos conseguir que las bacterias recombinantes transcriban el gen insertado y traduzcan el ARNm, para producir muchas moléculas de una proteína de interés codificada en el fragmento de ADN seleccionado, por ejemplo, la insulina humana o la hormona del crecimiento.



[El proceso de clonación molecular.](#) tiene licencia [CC BY-SA 4.0](#). © 2 por [María Jesús González López](#)

Anexo IV

TÉCNICA DE PCR.

TÉCNICA DE PCR.

La **PCR** o **REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA** es una técnica que permite obtener un alto número de copias de un fragmento de ADN. Con este método podemos conseguir muchas copias de un gen si conocemos las secuencias de nucleótidos que lo flanquean. La PCR imita el proceso de replicación del ADN *in vitro*, sin el uso de células, y lo repite varias veces, en un aparato especial llamado Termociclador.

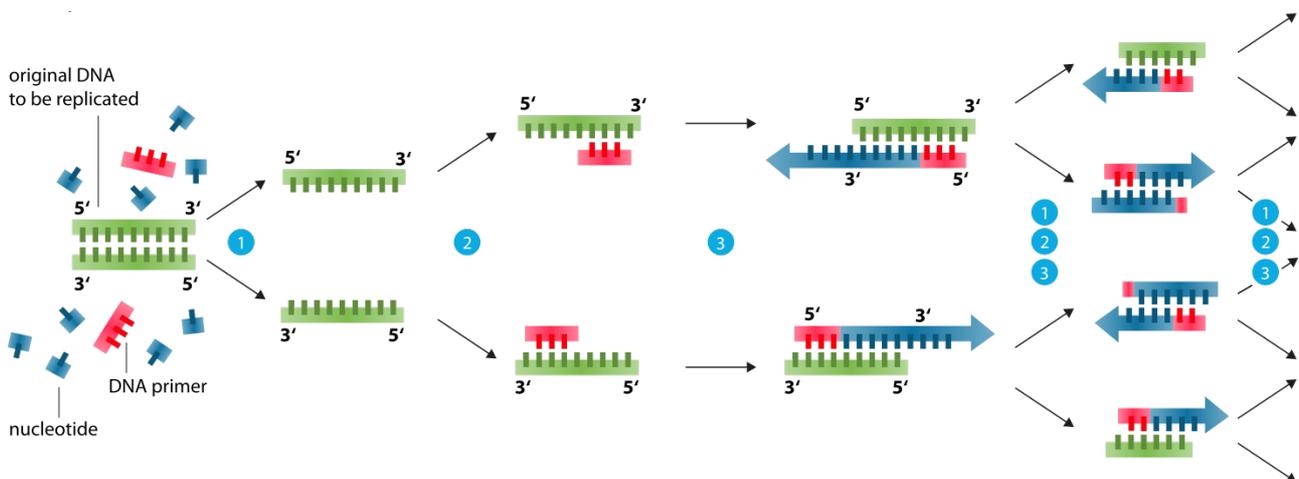
Para llevar a cabo la PCR se necesitan los siguientes componentes:

- El ADN que se quiere amplificar.
- Una ADN polimerasa resistente al calor (Taq polimerasa), que funciona a temperaturas elevadas (95°C).
- Cebadores específicos para el fragmento de ADN. Estos cebadores o *primers* son oligonucleótidos complementarios a las secuencias de ADN que flanquean el fragmento o gen a amplificar, y proporcionan a la ADN polimerasa un extremo 3' libre donde comenzar.
- Una mezcla en disolución con los cuatro tipos de desoxinucleótidos trifosfato (dNTP) necesarios para la síntesis de ADN nuevo.

Cada ciclo de replicación tiene tres etapas:

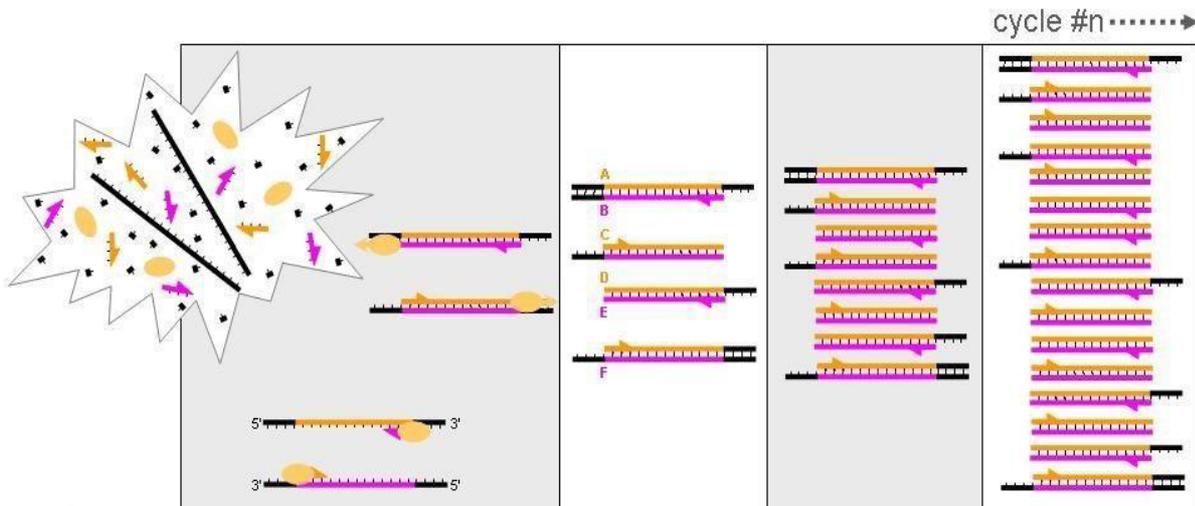
- Etapa 1: Desnaturalización de ADN.
Calentamiento a 95°C para separar las dos cadenas de ADN que se va a amplificar.
- Etapa 2: Hibridación de los cebadores.
La temperatura baja a 55°C para facilitar que los cebadores hibriden con sus secuencias complementarias en cada una de las dos cadenas de ADN.
- Etapa 3: Síntesis de ADN.
Aumento de la temperatura a 72°C para que la ADN polimerasa sintetice las nuevas cadenas de ADN.

Finalizado un ciclo de replicación, se vuelve de nuevo a la etapa 1, en la que vuelve a aumentar la temperatura para que se separen las dos cadenas dobles de ADN que acaban de formarse, repitiéndose el ciclo de nuevo.



Fuente: Enzoklop, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia

Cada ciclo de replicación del ADN tarda unos minutos y duplica el número de moléculas, produciendo una amplificación exponencial. Es por ello que, si partimos de una única molécula de ADN, tras 30 ciclos se obtienen dos billones de copias del fragmento en menos de 90 minutos.

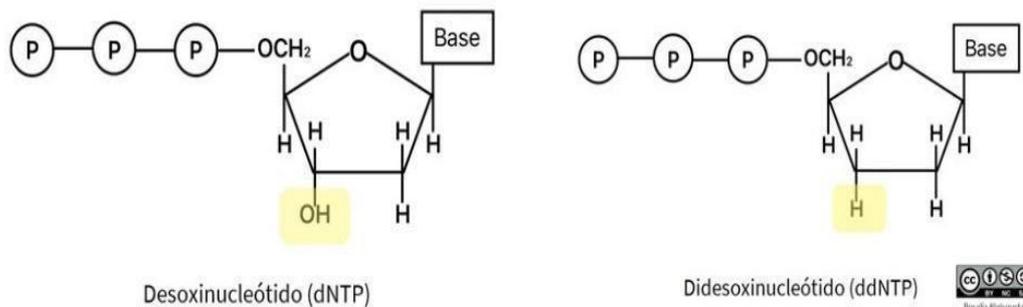


Fuente: Ygonaar 23:09, 7 March 2006 (UTC), CC BY-SA 3.0 <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

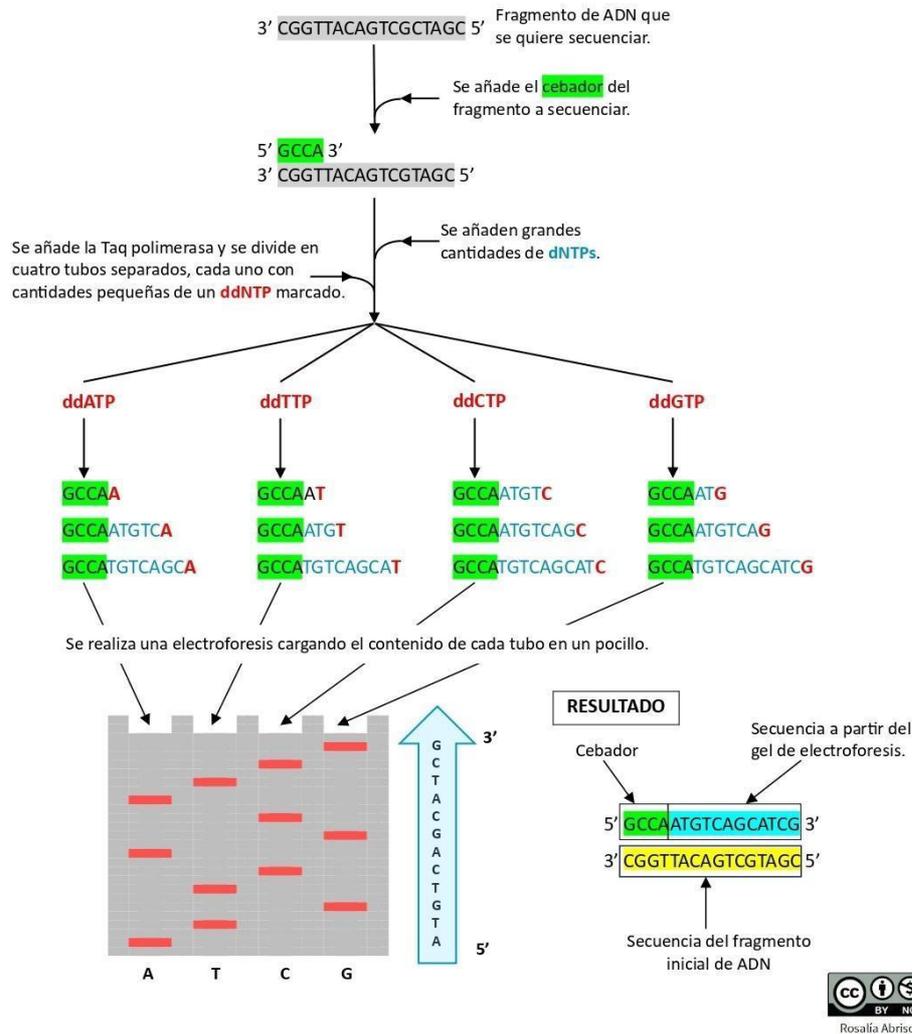
En la actualidad, la PCR se utiliza en **TÉCNICAS** tales como:

- **Estudios de expresión de genes:** A partir de moléculas de ARN aisladas de una célula, se obtiene su correspondiente ADN mediante **Transcripción Inversa** o **Retrotranscripción (RT)** y después se realiza la amplificación con cebadores específicos. Todo ello se realiza en un único proceso llamado RT-PCR. Mediante esta prueba se puede determinar si en las células de las que se ha extraído el ARN se está expresando su gen.
- **Detección de infección activa de virus,** como Ébola o COVID. En el caso de COVID, al ser un virus con ARN, se realiza la RT-PCR con cebadores específicos del ADN viral y sondas fluorescentes específicas del virus. Cuanta más fluorescencia se observe en cada ciclo, mayor será la cantidad de material vírico presente inicialmente en el paciente. Para estas pruebas, se usa un termociclador especial que cuantifica la cantidad de fluorescencia detectada.
- **Secuenciación automática de un fragmento de ADN** añadiendo desoxinucleótidos y didesoxinucleótidos sintéticos (ddNTP) marcados con una sustancia que emite fluorescencia (fluorocromo).

Los ddNTP carecen de OH en el Carbono 3 de la desoxirribosa, por lo que no puede enlazar con el siguiente desoxinucleótido, y la elongación de la cadena se interrumpe.



La PCR se realiza en cuatro tubos diferentes con el fragmento de ADN a secuenciar, la proteína Taq polimerasa, el cebador de dicho fragmento, grandes cantidades de todos los dNTP y cada tubo con un ddNTP de un tipo.



Tras la PCR, el contenido de cada tubo se carga en un pocillo de un gel de electroforesis. Los fragmentos de ADN migran en función de su tamaño (medido en pares de bases), formándose distintas bandas (los fragmentos más pequeños migran más), que se podrán observar gracias a la fluorescencia del ddNTP incorporado. El fragmento de ADN se puede secuenciar según la disposición y orden de las bandas.

Anexo V

TECNOLOGÍA CRISPR-CAS 9.

TECNOLOGÍA CRISPR-CAS 9

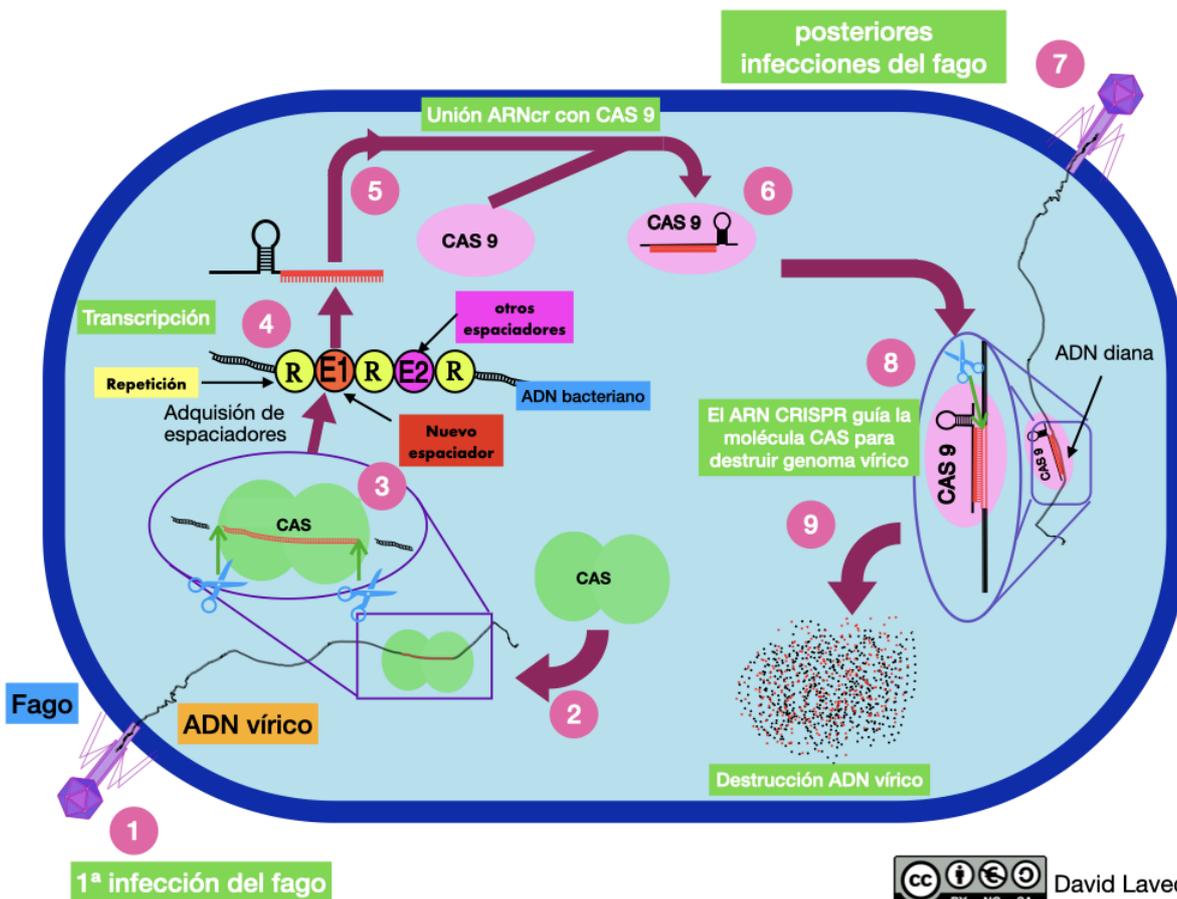
Fundamento

El genoma de bacterias y arqueas presenta secuencias repetidas, palindrómicas, cortas y agrupadas, lo que se conoce como CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*), separadas por secuencias diferentes (espaciadoras) de una longitud similar a las otras.

Las secuencias espaciadoras son vestigios del ADN de distintos virus (bacteriófagos) que han infectado en un momento dado a la arquea, y que ésta, una vez superada la infección, mantiene como “recuerdo” de los mismos. Se trata, por lo tanto, de un sistema defensivo natural contra las infecciones víricas. Muy cercano a esta región de repeticiones residen unos genes que codifican para distintas proteínas, entre ellas, la denominada Cas-9, una endonucleasa que, dirigida por un ARN, era capaz de cortar piezas de ADN (tijeras moleculares de ADN).

¿Cómo funciona el sistema de defensa bacteriano CRISPR-Cas9?

- Cuando la bacteria es invadida por un virus, algunas enzimas Cas capturan parte de su ADN, lo cortan en fragmentos e incorporan estos en el locus CRISPR, en orden, separados cada uno por una secuencia repetida palindrómica. La bacteria, si sobrevive a la infección, va acumulando y ordenando fragmentos de ADN de los virus que la infectan, incorporando nuevas secuencias espaciadoras al locus CRISPR.
- La bacteria transcribe la región CRISPR y el ARN resultante es procesado (cortado) formando varios ARN guías, cada uno de los cuales contiene una secuencia espaciadora (resultante de la transcripción del ADN vírico) y una secuencia repetición (resultado de la transcripción de la secuencia palindrómica).
- Cuando un fago entra en la bacteria, si ésta hubiera sido infectada anteriormente por un bacteriófago de la misma cepa, un ARN guía lo reconoce, la secuencia espaciadora se une a la región del ADN vírico complementario y la endonucleasa Cas9 rompe la doble hélice destruyéndola y evitando la infección.

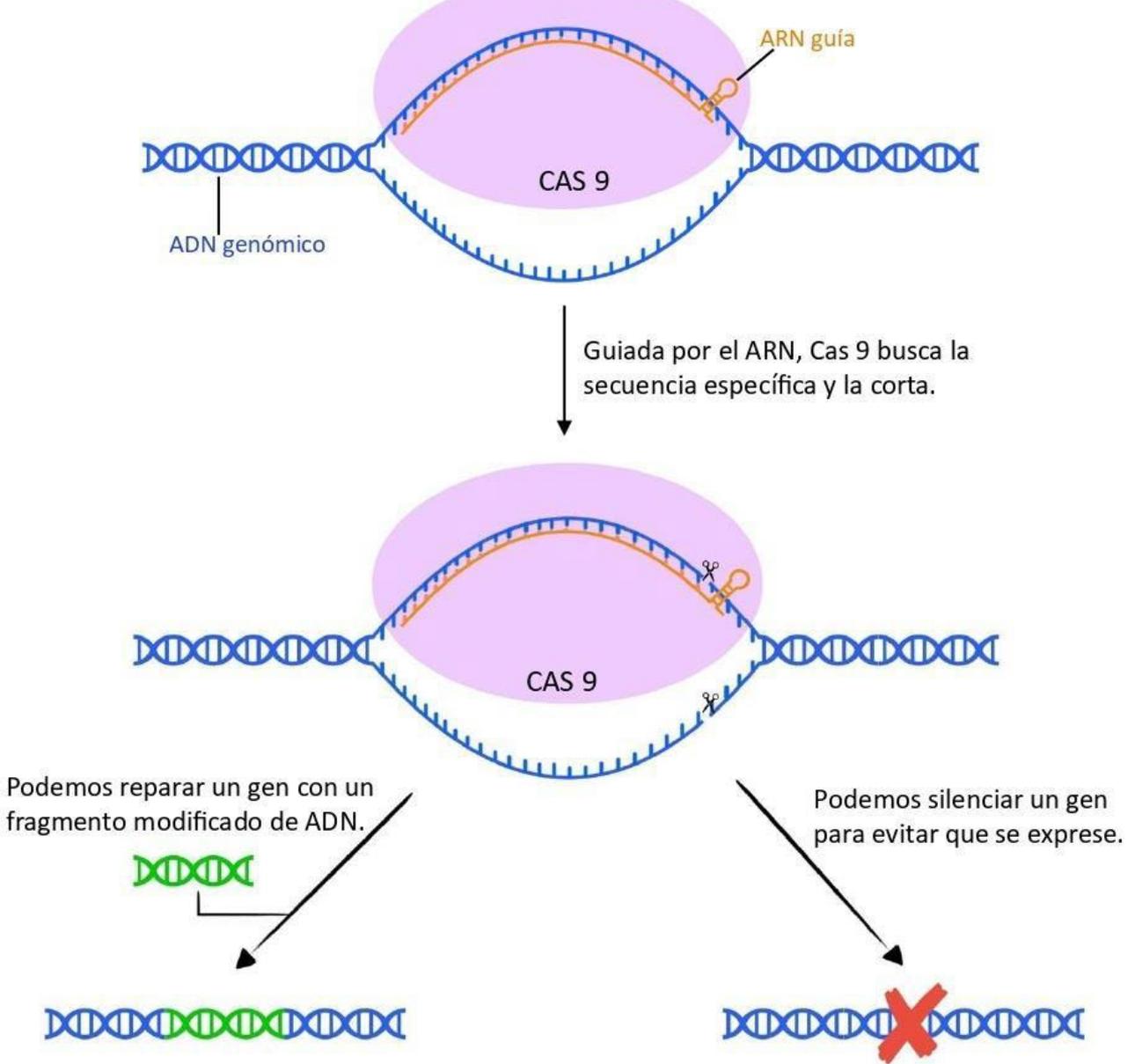


Tecnología de edición genómica mediante CRISPR-Cas9

Este sistema de defensa bacteriano ha sido modificado en el laboratorio, convirtiéndose en una tecnología que permite la manipulación y edición de genes:

Se crea una guía de ARN que conserva un extremo que le permite unirse a la proteína cas9; el otro extremo se modifica, de modo que se puede poner en él cualquier secuencia de interés, complementaria de una secuencia diana conocida. Esto permite cortar el ADN en un sitio específico, de manera que se pueden silenciar determinados genes, eliminándolos. También se puede editar un gen defectuoso, eliminando la secuencia en la que se encuentra la mutación y sustituyéndolo por un fragmento de ADN con la secuencia correcta.

La proteína Cas 9 lleva un ARN guía diseñado para reconocer y emparejar un fragmento de ADN que queremos editar.



Rosalía Abrisqueta

Aplicaciones

- Obtención de animales y plantas modificados genéticamente destinados a investigación o a la industria agroalimentaria.
- Eliminación de mutaciones en embriones. Se plantean problemas éticos, ya que la técnica podría conducir a la selección de los caracteres deseados en el embrión.
- Terapia génica: corrección de genes defectuosos, relacionados con enfermedades humanas.
- Investigación de genes ligados a enfermedades.

Anexo VI

**CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE
BIOTECNOLOGÍA POR COLORES, SEGÚN SU
ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE BIOTECNOLOGÍA POR COLORES, SEGÚN SU ÁMBITO DE APLICACIÓN.

<p>ROJA Biotecnología médica.</p>	<p>PARA LA SANIDAD Trabaja en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Ejemplos: desarrollo de vacunas, antibióticos, fármacos antitumorales y terapias génicas.</p>
<p>BLANCA Biotecnología industrial.</p>	<p>PARA USOS INDUSTRIALES Aplicaciones en la producción de nuevos combustibles, materiales y productos químicos, de forma sostenible. Ejemplo: fabricación y uso de los bioplásticos o los biocombustibles.</p>
<p>VERDE Biotecnología agrícola.</p>	<p>PARA AGRICULTURA Aplicación en la manipulación vegetal y animal para mejorar la calidad nutricional o su producción económica. Ejemplos: uso de plantas resistentes a plagas y animales resistentes a enfermedades, los biofertilizantes (microorganismos para favorecer el crecimiento de plantas).</p>
<p>GRIS Biotecnología ambiental.</p>	<p>PARA EL MEDIO AMBIENTE Aplicación en la protección o recuperación del medio ambiente. Ejemplo: biorremediación (descontaminación de suelos y eliminación de metales).</p>
<p>AMARILLA Biotecnología alimentaria.</p>	<p>PARA LA ALIMENTACIÓN Su objetivo es aumentar la productividad y el abastecimiento de los alimentos a la población en general, garantizando su calidad e inocuidad. Ejemplo: fabricación de vinos, cervezas, quesos y pan, y la producción de alimentos funcionales (hipoalergénicos o alimentos para diabéticos).</p>
<p>AZUL Biotecnología marina.</p>	<p>PARA LA BIOLOGÍA MARINA Participa en dos líneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudio de los recursos marinos para su aplicación en todos los ámbitos de la biotecnología. Ejemplos: fabricación de fertilizantes o fármacos. - Uso de la biotecnología para la conservación del medio marino. Ejemplos: recuperación de especies acuáticas y diseño de vacunas para peces.
<p>NEGRA Biotecnología contra bioterrorismo</p>	<p>PARA COMBATIR EL BIOTERRORISMO Desarrolla aplicaciones para combatir los efectos de la guerra biológica y los biocrímenes. Ejemplos: producción de antivenenos.</p>