

TEMA 8. Genética molecular

¿Cuáles son los conceptos y ejercicios clave de este tema?

1) Conservación de la información genética: replicación del ADN

- Proceso **semiconservativo** y **bidireccional**.

- **Objetivo:** duplicar el material genético antes de la división celular (fase S) para su conservación y transmisión.

- **Localización:** en el núcleo de células eucarióticas, en mitocondrias, en cloroplastos y en el citoplasma de células procarióticas.

- **Etapas:**

* **Iniciación.** La **helicasa** rompe los puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas y la **topoisomerasa** reduce las tensiones que se producen en el desenrollamiento del ADN. En el origen de replicación se forma la burbuja de replicación, con **2 horquillas de replicación**.

* **Elongación.** Una ARN polimerasa llamada **primasa** coloca un pequeño fragmento de ARN de unos 10 ribonucleótidos, llamado **cebador** (que posteriormente es eliminado y sustituido por desoxirribonucleótidos), a partir del cual la **ADN polimerasa** añade desoxirribonucleótidos complementarios a la hebra molde (**lee en dirección 3'→5'**) generando la hebra nueva (**sintetiza 5'→3'**). En cada horquilla de replicación se fabrica una **hebra adelantada** y una **retardada**. La hebra retardada se sintetiza de forma discontinua, generando **fragmentos de Okazaki**, que son finalmente unidos por la **ligasa**.

* **Terminación.** En eucariotas, la enzima **telomerasa** permite completar el proceso de forma que la hebra retardada no pierda información.

Diferencias en la replicación del ADN	
Eucariotas	Procariotas
Múltiples orígenes de replicación	Un único origen de replicación (Ori C)
5 tipos de ADN polimerasa	3 tipos de ADN polimerasas
Fragmento de Okazaki: 100-200 nucleótidos	Fragmento de Okazaki: 1000-2000 nucleótidos
Telómeros al final de los cromosomas	Punto de terminación Ter



2) Expresión de los genes: transcripción

- **Objetivo:** síntesis de ARN mensajero.

- **Localización:** en el núcleo de células eucarióticas y en el citoplasma de células procarióticas.

- **Etapas:**

* **Iniciación.** Formación de la **burbuja de transcripción**. La ARN polimerasa genera un **ARN mensajero** complementario a la **hebra molde**, siendo igual que la **hebra codificante** pero en lugar de T tendrá U. En organismos procariotas, antes de unirse la ARN polimerasa ocurre el reconocimiento de la **región promotora** de un gen por parte de **factores de transcripción**.

* **Elongación.** La ARN polimerasa recorre la hebra molde 3'→5' y sintetiza el ARN mensajero 5'→3'. El **extremo 5'** es modificado mediante la adición de la "**caperuza**".

* **Terminación.** La ARN polimerasa reconoce la **señales de terminación**, se cierra la burbuja y la ARN polimerasa se separa del ADN.

Diferencias en la transcripción	
Eucariotas	Procariotas
ARN polimerasa I, II y III.	Una única ARN polimerasa.
Una vez generado el ARN mensajero, se modifica el extremo 3' mediante poliadenilización . De esta forma, se sintetiza el ARN heterogéneo nuclear que es exportado al citoplasma donde ocurre su maduración (eliminación de intrones) .	La transcripción y traducción ocurre simultáneamente .

3) Expresión de los genes: traducción

- **Objetivo:** síntesis de una secuencia de aminoácidos (proteína) con la información proporcionada por el ARN mensajero.

- **Localización:** en el citoplasma de células eucarióticas y células procarióticas.

- **Etapas:**

* **Iniciación.** Formación del **complejo de iniciación**: el primer **aminoacil-ARNt** (aminoácido unida a su ARN transferente correspondiente) se une al **sitio P** de la subunidad pequeña del ribosoma. El complejo de iniciación recorre el ARN mensajero hasta el **codón iniciador**. Posteriormente se une la **subunidad grande del ribosoma**.

* **Elongación.** Alargamiento de la cadena polipeptídica (desde el extremo amino terminal al carboxilo terminal). Un **segundo aminoacil-ARNt** entra en el **sitio A**, se forma el enlace peptídico con el primer aminoácido y se produce la **translocación** del ribosoma (movimiento de 3 nucleótidos a través del ARN mensajero en dirección 5'→3'). El primer ARNt abandona el ribosoma por el **sitio E**.

* **Terminación. Codones sin sentido o de terminación.** Las unidades del ribosoma se separan.



Diferencias en la traducción	
Eucariotas	Procariontas
Primer aminoacil-ARNt: metionil-ARNt	Primer aminoacil-ARNt: formilmetionil-ARNt

4) Expresión de los genes: regulación de la expresión génica en procariontas

Sistemas de regulación:

- Genes **constitutivos**: se expresan siempre.

- Genes **adaptativos**:

* Sistemas inducibles: inductor

* Sistemas represibles: correpresor

Operón: grupo de genes estructurales cuya expresión está regulada por los mismos elementos de control (promotor y operadores) y genes reguladores.

5) El código genético

El **código genético** es el sistema que establece una relación de correspondencia entre los tripletes (codones) de ARN mensajero y la secuencia de aminoácidos que codifica para formar proteínas.

- **Características más relevantes**:

* Es **universal**.

* Está **degenerado**. 64 codones para 20 aminoácidos, 1 codón de inicio (AUG) y 3 codones de terminación (UAA, UGA y UAG).

6) Alteraciones de la información genética: mutaciones

Una **mutación** es una alteración o cambio en la información genética (genotipo) de un ser vivo y que, por tanto, podría heredarse a la descendencia. **Clasificación**:

- Según el **tipo celular** afectado:

* Mutaciones de células **germinales**.

* Mutaciones de células **somáticas**.

- Según la **extensión de material genético afectado**:

* Mutaciones **genéticas**: sustitución de bases (transiciones y transversiones), pérdida de base (delección) o inserción de base.



* Mutaciones **cromosómicas**: deleción, duplicación, inversión o translocación (translocación recíproca o transposición).

* Mutaciones **genómicas**: aneuploidías (nulisomía, monosomía, trisomía...) o euploidías (haploidía, triploidía...).

- Según las **causas** que las producen:

* Mutaciones **espontáneas**.

* Mutaciones **inducidas**. Agentes mutagénicos físicos, químicos y biológicos.

Otros mecanismos que producen variabilidad genética: **recombinación genética (profase I)** y **segregación cromosómica al azar (anafase I)**.

7) Alteraciones de la información genética: consecuencias evolutivas y en la biodiversidad

La **biodiversidad** es la variedad de especies que habitan el planeta, y la existencia de esta variedad de especies es el resultado de millones de años de evolución. La **evolución biológica** es el proceso de transformación de unas especies en otras mediante cambios morfológicos y fisiológicos, generación tras generación a lo largo de millones de años.

- **Factores** que intervienen en la evolución de las especies:

* Las **mutaciones**, la **recombinación**, la **segregación cromosómica al azar** y la **reproducción sexual**.

* **Migraciones**.

* **Deriva genética**.

* **Aislamiento reproductivo**.

* **Selección natural**.

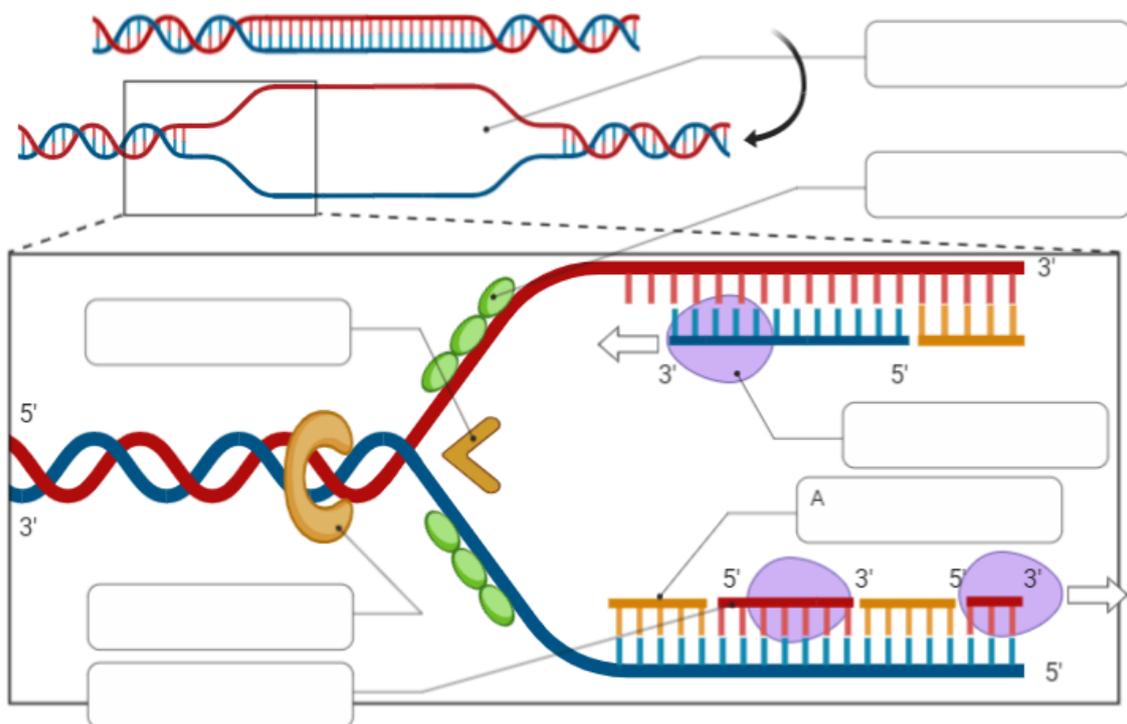
8) Alteraciones de la información genética: efectos perjudiciales, mutación y cáncer

Una de las consecuencias perjudiciales que se producen a causa de las mutaciones es el **cáncer**. Cuando las mutaciones ocurren en genes que expresan proteínas que participan en la regulación del ciclo celular (genes supresores de tumores) o en protooncogenes (al mutarse se transforman en oncogenes).

1. Explique razonadamente por qué la secuencia de los nucleótidos de una molécula de ADN determina que tengamos el pelo liso o rizado o que el color de los guisantes sea amarillo o verde.

2. A la vista de la siguiente imagen realice los siguientes ejercicios:

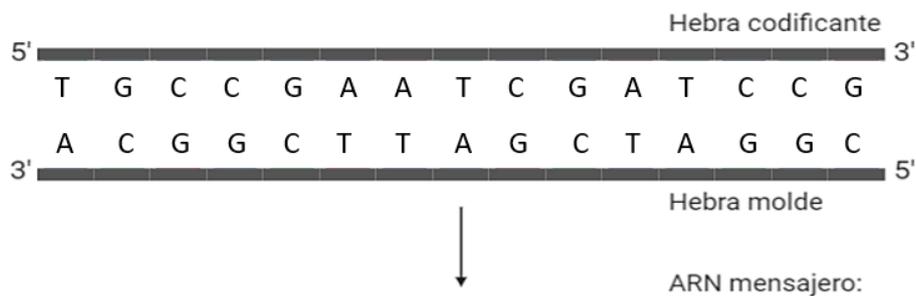
- Rellene los cuadros con el término correspondiente en cada caso. ¿Qué proceso está representado en la imagen? Justifique su respuesta.
- Señale en el dibujo la hebra adelantada y la hebra retardada. Justifique su respuesta.
- ¿Qué enzima se encarga de sintetizar la molécula señalada con la letra A? ¿Cuál es la función de la molécula A? ¿Qué ocurre con esta molécula al final de la replicación del ADN?
- Explique la relación que existe entre el proceso de replicación y la división celular por mitosis.



3. ¿Qué se entiende por “dogma central de la biología”? Realice un esquema indicando los procesos que se producen. ¿Qué otros procesos se incluyen a partir del descubrimiento de los virus?

4. A la vista de la imagen adjunta, conteste razonadamente a las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué procesos representa?
- b) Indique la secuencia de ribonucleótidos del ARN mensajero.
- c) Haciendo uso del código genético adjunto, indique la secuencia de aminoácidos correspondientes.
- d) Si un polipéptido tiene 350 aminoácidos, indique cuántos ribonucleótidos tendrá el fragmento del ARN mensajero que codifica esos aminoácidos.

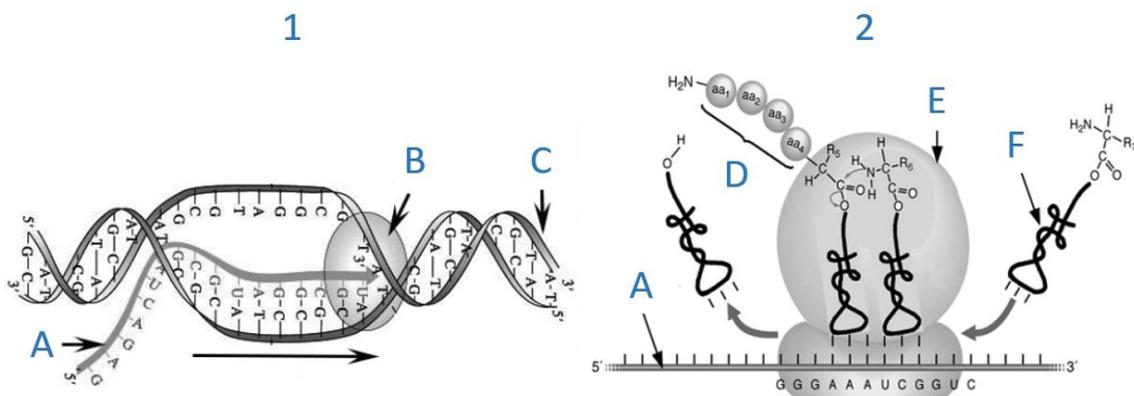


Secuencia de aminoácidos:

		2ª posición del codón				
		U	C	A	G	
1ª posición del codón	U	Phe	Ser	Tyr	Cys	3ª posición del codón
		Phe	Ser	Tyr	Cys	
		Leu	Ser	STOP	STOP	
		Leu	Ser	STOP	Trp	
1ª posición del codón	C	Leu	Pro	His	Arg	3ª posición del codón
		Leu	Pro	His	Arg	
		Leu	Pro	Gln	Arg	
		Leu	Pro	Gln	Arg	
1ª posición del codón	A	Ile	Thr	Asn	Ser	3ª posición del codón
		Ile	Thr	Asn	Ser	
		Ile	Thr	Lys	Arg	
		Met	Thr	Lys	Arg	
1ª posición del codón	G	Val	Ala	Asp	Gly	3ª posición del codón
		Val	Ala	Asp	Gly	
		Val	Ala	Glu	Gly	
		Val	Ala	Glu	Gly	

5. En relación con las imágenes adjuntas:

- ¿Qué proceso biológico representa cada una? Indique su localización en la célula eucariótica.
- Indique el nombre de las moléculas y estructuras señaladas con las letras A, B, C, D, E y F.
- Cite los tres tipos de moléculas que se producen mediante el proceso 1.
- Indique el tipo de enlace que caracteriza la molécula D y escriba la reacción de formación de este tipo de enlace.
- Indique la composición química y la función del elemento F en este proceso.
- Indique la estructura y composición de la estructura E. ¿Es igual para organismos eucarióticos y procarióticos?



6. Explique razonadamente cómo una misma proteína puede ser codificada por dos moléculas de ARN mensajero que difieren en una base.

7. a) Explique qué aportan las mutaciones a la evolución de las especies. b) ¿Qué tipo de células tienen que sufrir las mutaciones para que éstas se transmitan a la descendencia? c) Explique qué otros tres mecanismos celulares y moleculares están implicados en la evolución de las especies.



TEMA 9. Técnicas de Ingeniería Genética y aplicaciones

¿Cuáles son los conceptos y ejercicios clave de este tema?

1) Ingeniería genética: concepto

Disciplina que reúne un conjunto de técnicas y herramientas dedicadas a la modificación de la información genética.

2) Herramientas y técnicas utilizadas en ingeniería genética

- Enzimas de restricción y ADN ligasa

* Enzimas de restricción: enzimas capaces de romper el ADN mediante el reconocimiento de secuencias específicas. Pueden generar extremos romos o extremos cohesivos.

* ADN ligasa: enzima que une dos extremos de ADN.

- Vectores de clonación: plásmidos y fagos

Vector de clonación: pequeña molécula de ADN que se puede meter y mantener dentro de un organismo y que se puede manipular para insertar un fragmento de ADN proceso de otro organismo.

* Tipos: plásmido bacteriano o bacteriófagos o fagos.

* Componentes básicos: origen de replicación, agente de selección y sitio de multiclonación.

- Tecnología del ADN recombinante

ADN recombinante: molécula de ADN construida en laboratorio uniendo material genética de diferentes fuentes creando una secuencia que no se encuentra en la naturaleza.

- Procesos básicos para generar una molécula de ADN recombinante:

* **Selección y aislamiento del gen de interés.**

* **Inserción de ese fragmento en un vector de clonación** (uso de enzimas de restricción y ADN ligasa).

* **Introducción del ADN recombinante dentro del organismo diana** (transformación y clonación).



- Organismos modificados genéticamente (OMG), microorganismos recombinantes, plantas transgénicas y animales transgénicos

Microorganismos, plantas o animales cuyo ADN hereditario es manipulado mediante técnicas de ingeniería genética.

Aplicaciones:

- * Medicina e industria farmacéutica: generación de modelos animales de enfermedades humanas o producción de fármacos en bacterias modificadas genéticamente.
- * Industria agroalimentaria: Maiz Bt y *golden rice*.
- * Biorremediación: bacterias y hongos modificados genéticamente capaces de eliminar contaminantes del medio ambiente.

- Terapia génica: concepto

Tecnología desarrollada para el tratamiento de enfermedades genéticas que consiste en, de forma general, la transferencia o eliminación de material genético a las células de un individuo con la intención de solventar el problema generado por la ausencia de un gen o la presencia de un gen “defectuoso”.

- Técnica de PCR: concepto y aplicaciones

PCR o reacción en cadena de la polimerasa: técnica que permite generar muchas copias de una determinada secuencia de ADN en un laboratorio. Elementos:

- * ADN polimerasa termoestable (Taq polimerasa)
- * ADN molde
- * Los primers o cebadores
- * Desoxirribonucleótidos trifosfato

Ciclos (25-35): desnaturalización → templado o hibridación → extensión.

Una vez terminada la PCR se comprueba mediante **electroforesis en gel**.

Aplicaciones:

- * Generar copias de un gen de interés para introducirlos en vectores de clonación.
- * Detección de microorganismos en sangre u orina.
- * Diagnóstico de enfermedades genéticas.
- * Comparar y estudiar fósiles.

- Sistemas CRISPR-Cas: concepto y aplicaciones

Sistema CRISPR-Cas: herramienta que permite cortar y pegar fragmentos de ADN de forma muy precisa y basada en la forma natural que tienen las bacterias para defenderse de los virus.

Aplicaciones: terapia génica, generación de modelos animales de enfermedades humanas, desarrollo de plantas transgénicas...

1. Se ha obtenido una planta tomatara, *Solanum lycopersicum*, que produce levodopa, también denominado L-DOPA, que se utiliza como fármaco para tratar la enfermedad de Parkinson, un trastorno neurodegenerativo que produce pérdida de control de los movimientos.

- a) ¿Qué hay que hacer para que una planta, como la tomatara que se nombra en el enunciado, pueda sintetizar una molécula que no está en su genoma?
- b) ¿Cómo se llama la técnica que permite obtener una molécula de ADN artificial con secuencias de ADN de dos organismos distintos?
- c) Indica dos aplicaciones de los organismos modificados genéticamente distintos al descrito en el enunciado.

2. El arroz dorado es una variante de arroz transgénico, producido mediante ingeniería genética capaz de producir β -carotenos, un precursor de la vitamina A, ausente en el arroz blanco tradicional:

- a) En relación con la ingeniería genética, explique qué es y para que se utiliza un vector de clonación y una enzima de restricción.
- b) Cite dos ejemplos de aplicaciones de organismos modificados genéticamente que no estén relacionados con el mundo de la agricultura.
- c) Defina planta transgénica e ingeniería genética.

3. En 1993 se otorgó el premio Nobel de química a Kary Mullis inventor del sistema PCR. ¿Por qué crees que esta técnica revolucionó la biología molecular?

4. Francisco Martínez Mojica es un investigador español precursor de la técnica de edición genética CRISPR. Según sus palabras: *“esta técnica es una herramienta que permite editar un genoma, actuando como unas tijeras que son capaces de cortar y pegar cualquier secuencia de genoma para reparar y curar, en un futuro, enfermedades como algún tipo de cáncer”*. ¿Qué diferencia hay entre un organismo transgénico y otro en el que se haya utilizado la técnica CRISPR?

TEMA 10. Biotecnología

¿Cuáles son los conceptos y ejercicios clave de este tema?

1) Biotecnología: concepto

Rama científica que engloba diferentes disciplinas de las ciencias biológicas y que tiene como finalidad usar organismos y otros recursos biológicos (como las enzimas) para la creación o modificación de productos y procesos para producir bienes y servicios para los seres humanos.

2) Aplicaciones de la biotecnología

- Aplicaciones en salud, agricultura, medio ambiente, nuevos materiales, industria alimentaria

* Salud: generación de fármacos como vacunas o antibióticos, desarrollo de kit de diagnóstico, desarrollo de terapias para curar enfermedades...

* Agricultura: generación de nuevas variedades de plantas resistentes a plagas o ambientes climatológicos extremos como la sequía, producción de biopesticidas y biofertilizantes.

* Medio ambiente: biorremediación, reducción del impacto medioambiental de los procesos industriales.

* Nuevos materiales: reducción del consumo de materias primas, reducción de los costes energéticos de producción.

* Industria alimentaria: fabricación de alimentos fermentados.

- Papel destacado de los microorganismos

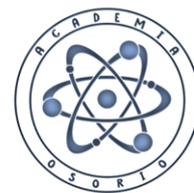
Ventajas de los microorganismos: versatilidad metabólica y son fáciles de manipular genéticamente y de cultivar.

* Fermentación alcohólica: producción de pan, vino y cerveza.

* Fermentación láctica: producción de derivados de la leche (yogur, queso)

* Biorremediación: los microorganismos son capaces de degradar los hidrocarburos del petróleo (eliminación de mareas negras).

* Medicina: los hongos son productores naturales de antibióticos.

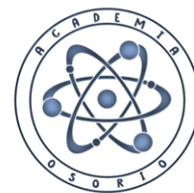


1. El cultivo de la vid y la elaboración de vino apareció alrededor del año 5000 a.C. y quedó establecida en la Edad de Bronce, 3000 a.C.

a) ¿Cómo se llama el proceso de producción de vino a partir de zumo de uvas y qué grupo de microorganismos lo realizan?

b) Explica por qué el yogur natural tiene un rango de pH entre 4 y 4.5.

c) ¿Cómo se denomina el empleo de microorganismos para eliminar del medio ambiente contaminantes como por ejemplo vertidos de petróleo?



Autoevaluación de bloque

Lea con atención y señale la respuesta correcta en cada caso. ¡Demuestra lo que sabes!
¡OJO! Contiene preguntas de temas anteriores... ¡Aquí no podemos dejar nada atrás!

1. En una reacción química se liberan 10 Kcal/mol sustrato. ¿Qué ocurre en presencia de un catalizador?

- a) Se liberan 10 Kcal/mol igualmente.
- b) Se reduce la liberación de energía.
- c) Aumenta la liberación de energía.

2. ¿Cuántos tripletes forman el código genético?

- a) 64
- b) 61
- c) 63

3. Un nucleósido está formado por:

- a) Una base nitrogenada + azúcar (pentosa).
- b) Azúcar (pentosa) + ácidos fosfórico.
- c) Una base nitrogenada + ácido fosfórico.

4. Señale la opción incorrecta en referencia a las mutaciones:

- a) Una de sus consecuencias más importantes es el cáncer.
- b) Son imprescindibles para la evolución.
- c) Siempre se producen de forma espontánea.

5. ¿Dónde se lleva a cabo la síntesis de almidón?

- a) En las vacuolas.
- b) En el citoplasma.
- c) En el cloroplasto.

6. ¿Dónde se une el inductor o correpressor?

- a) Al gen regulador
- b) Al promotor
- c) Al operador

7. Señale la característica incorrecta sobre los polisacáridos:

- a) Presentan poder reductor.
- b) No son solubles.
- c) Son hidrolizable.

8. En qué lugar del cloroplasto se sitúan los fotosistemas I y II (PSI y PSII)?

- a) En la membrana de los tilacoides.
- b) En el estroma del cloroplasto.
- c) En la membrana externa del cloroplasto.

9. El primer aminoacil-ARNt que inicia la traducción se coloca en el sitio:

- a) E
- b) P
- c) A

10. ¿Cuáles son los elementos básicos de un vector de clonación?

- a) Operador y gen regulador.
- b) Agente de selección, sitio de multiclonación y origen de replicación.
- c) Origen de replicación, gen regulador y ADN no codificante.

11. Si el medio externo de una célula animal es hipertónico quiere decir que:

- a) Está más concentrado que el interior celular.
- b) Está menos concentrado que el interior celular.
- c) Entrará agua dentro de la célula.

12. El Golden rice es un arroz modificado genéticamente que expresa:

- a) Biofungicidas
- b) Vitamina D
- c) β -carotenos

13. ¿Cómo se llama la enzima encargada de sintetizar los cebadores durante la replicación del ADN?

- a) Helicasa
- b) Primasa
- c) Ligasa

14. Señale la afirmación incorrecta:

- a) Las células vegetales tienen nutrición heterótrofa.
- b) En células vegetales la citocinesis ocurre mediante tabicación.
- c) El centrosoma es una estructura celular exclusiva de células animales.

15. En la fase dependiente de la luz cíclica:

- a) Se produce fotólisis del agua por el fotosistema II (PSII).
- b) Se produce síntesis de ATP por la ATP sintetasa.
- c) Se produce síntesis de $\text{NADPH} + \text{H}^+$ por la NADP^+ reductasa.

16. ¿Cuál de estos elementos no se usa en la técnica de PCR?

- a) Ribonucleótidos
- b) ADN polimerasa
- c) Cebadores

17. ¿Cuál de los siguientes procesos está mediado por receptor?

- a) Pinocitosis
- b) Exocitosis
- c) Fagocitosis

18. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta?

- a) Los fragmentos de Okazaki son menos en células eucarióticas que en procarióticas.
- b) La región final del cromosoma de las células procarióticas recibe el nombre de telómeros.
- c) Las células procariotas tienen un único origen de replicación.

19. Indique la afirmación correcta en referencia a las fermentaciones.

- a) Son procesos oxidativos incompletos.
- b) Tienen mayor rendimiento energético que la vía aerobia.
- c) Se produce ATP mediante fosforilación oxidativa.

20. ¿Dónde tiene su origen el sistema CRISPR-Cas?

- a) En el sistema de transcripción eucariota.
- b) Sistema de inmunidad de las bacterias para defenderse de los fagos.
- c) Organismos modificados genéticamente.

21. ¿Dónde ocurre la traducción en células eucarióticas?

- a) En el núcleo.
- b) En los ribosomas adheridos al RER.
- c) En el interior del RER.

22. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- a) Todos los organismos utilizados en biotecnología están modificados genéticamente
- b) Los microorganismos se usan en biorremediación.
- c) Las plantas no se pueden modificar genéticamente.

Remix de bloque

En relación con la imagen adjunta, conteste las siguientes cuestiones:

- Indique qué representa cada uno de los números 1, 2, 3 y 4.
- Indique la función de la biomolécula señalada con el número 3.
- Indique la etapa del ciclo celular y la fase de esta etapa en la que se pueden observar elementos como el señalado por el número 2.
- Nombre tres compartimentos u orgánulos de las células eucarióticas en los que se encuentran moléculas como la señalada con el número 3.
- Indique qué nombre reciben y cuál es la composición de los monómeros que forman la biomolécula señalada con el número 3. ¿Cómo se llama el enlace que une estos monómeros?
- Describa las principales etapas de empaquetamiento que sufre la biomolécula número 3 hasta llegar a la estructura número 2.

