

# Series de Problemas. Segundo Parcial

## Serie 6

16. Una muestra de ácido nucleico presenta las siguientes propiedades:

- a) Cuando se centrifuga en gradiente de CICs da lugar a una sola banda, de densidad 1,77.
- b) Calentado a 100°C, la absorbancia a 260 nm aumenta un 35%. Si entonces se enfría rápidamente, la absorbancia disminuye muy poco.
- c) El material calentado y enfriado rápidamente forma en gradiente de CICs una banda de densidad 1,72 que contiene sólo la mitad de la absorbancia total. El resto del material forma una segunda banda de densidad 1,812.
- d) El material, calentado a 100°C y dejado a 60°C suficiente tiempo, vuelve a dar el resultado en a).
- e) El material, calentado a 100°C y enfriado rápidamente, se trata con ribonucleasa durante 1 h y se centrifuga en gradiente de CICs, dando lugar a una única banda de densidad 1,72.
- f) El material obtenido en e) sigue dando el mismo resultado aunque se le incuba un largo tiempo a 60°C.

Dibuja en 16A un esquema de las moléculas de la muestra original de ácido nucleico, indicando su naturaleza química. Explica brevemente en 16B el resultado del apartado e). Idem para f) en 16C.

17. En la tabla siguiente se indican los resultados obtenidos en un experimento diseñado para caracterizar dos tipos de ácidos nucleicos extraídos de dos bacteriófagos distintos, X e Y. Se dan su contenido en tres de las bases (%), su sensibilidad a dos desoxirribonucleasas y dos ribonucleasas distintas, y la densidad óptica a 260 nm de muestras de los ácidos nucleicos antes y después de ser calentadas a 100°C durante 15 min. Los signos (+) indican que el ácido nucleico es degradado por la nucleasa correspondiente y los signos (-) que no es degradado.

Fago	Contenido en bases (%)			ADNasas		ARNasas		D.O. a 260 nm	
	A	G	C	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	en frío	en caliente
X	40	16	15	-	-	-	+	1,23	1,24
Y	28	22	21	+	-	-	-	1,19	1,56

Indica en 17A la naturaleza del ácido nucleico presente en el fago X, con el mayor detalle que permitan los datos. Idem en 17B para el fago Y. Indica brevemente en 17C una posible explicación del hecho de que la desoxirribonucleasa 2 no actúe sobre el ácido nucleico del fago Y, y en 17D de que la ribonucleasa 1 no lo haga sobre el ácido nucleico del fago X.

18. Se han aislado nueve mutantes (estirpes 1-9) de la bacteria *Pedomicrobium manganicum* auxótrofos para el aminoácido X. La Tabla I indica los resultados de las pruebas de complementación llevadas a cabo obteniendo merozigotos entre parejas de mutantes (+ indica crecimiento en medio mínimo y - indica no crecimiento). Para dilucidar la ruta de biosíntesis de X se ha analizado la capacidad de crecimiento de los nueve mutantes en medio mínimo suplementado con una serie de compuestos, obteniéndose los resultados indicados en la Tabla II. Indica en 18A el número mínimo de genes implicados en dicha ruta, y en 18B qué mutantes pertenecen a cada grupo de complementación. En 18C presenta un esquema de la ruta de síntesis del aminoácido X que sea compatible con los datos, especificando en qué reacción está afectado cada mutante.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		+	+	+	+	+	-	+	+
2			+	+	+	-	+	+	+
3				+	+	+	+	+	+
4					+	+	+	-	+
5						+	+	+	+
6							+	+	+
7								+	+
8									+

**Tabla I**

	Compuesto añadido al medio					
	A	B	C	D	F	X
1	+	-	-	+	-	+
2	-	-	-	+	-	+
3	+	+	-	+	-	+
4	+	+	-	+	+	+
5	-	-	-	-	-	+
6	-	-	-	+	-	+
7	+	-	-	+	-	+
8	+	+	-	+	+	+
9	+	+	+	+	-	+

**Tabla II**

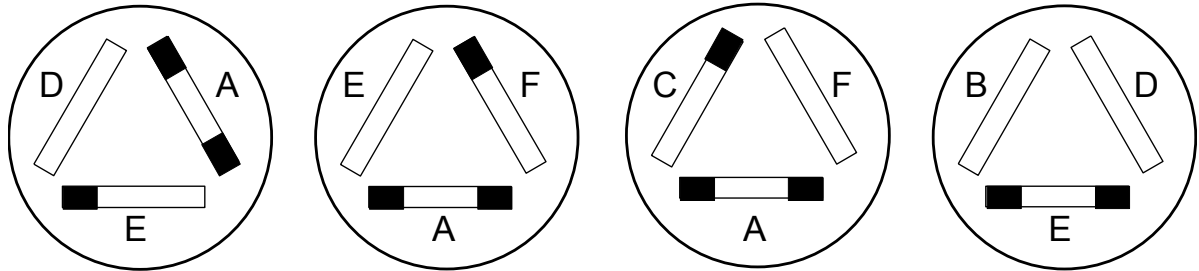
Más tarde se obtuvo un nuevo mutante (estirpe 10) que complementaba con las nueve estirpes anteriores, pero sólo era capaz de crecer en medio mínimo suplementado con los compuestos A, B, D o X. Indica en 18D qué compuesto(s) acumulará el mutante 10. En 18E indica qué te sugieren los datos sobre la estructura de la enzima

afectada en el mutante 10, y en 18F explica (en una sola frase) por qué este mutante complementa con la estirpe 3.

**Serie 7**

Mutante	Enzima
<i>tamA</i>	Camalato sintetasa
<i>tamB</i>	Tamarina sintetasa
<i>tamC</i>	PAR isomerasa
<i>tamD</i>	Tamarina sintetasa
<i>tamE</i>	HAP sintetasa
<i>tamF</i>	PAR deshidrogenasa

19. La tabla adjunta muestra la enzima ausente en ciertos mutantes complementantes de la bacteria fastidiosa *Gaudeamus igitur*. Estos mutantes no crecen en medio mínimo, pero todos crecen cuando se añade el compuesto hipotético tamarina®, que proporciona color rojo al medio de cultivo. Los diagramas siguientes representan los resultados de crecer "tiras" de los mutantes en medio mínimo con trazas (cantidades insuficientes para un crecimiento denso) de tamarina. Las manchas oscuras representan crecimiento denso del mutante:



Dibuja en el recuadro 19 la ruta de síntesis de la tamarina en *G. igitur*, indicando las enzimas implicadas en cada paso junto con los genes que las codifican y los intermediarios correspondientes, en la medida de lo posible.

20. El cromosoma de *Escherichia coli* está formado por  $4,8 \times 10^6$  pb. Sabiendo que la ADN polimerasa III incorpora 500 nucleótidos por segundo, indica en 20A SI o NO se podría calcular el tiempo que tardará *E. coli* en replicar su cromosoma. Escribe en 20B una breve explicación a tu respuesta anterior y, en su caso, el tiempo en minutos. Escribe en 20C cuántas vueltas de ADN tendrán que desenrollar las helicasas de *E. coli* para la replicación del cromosoma. Sabiendo que el genoma (nuclear) de *Drosophila melanogaster* está formado por  $1,6 \times 10^8$  pb, y que su ADN polimerasa incorpora 30 nucleótidos por segundo, indica en 20D SI o NO se podría calcular el tiempo de replicación total del genoma. Escribe una breve explicación de tu respuesta anterior en 20E y, en su caso, el tiempo en minutos. Escribe en 20F la longitud total (en cm) del genoma de *Drosophila*, suponiendo que todo su ADN adoptase la forma B. Si averiguamos que en *Drosophila* la replicación de todo el genoma (nuclear) se realiza en 5 minutos, cuántos orígenes de replicación son necesarios para realizarla? Contesta en 20G.

21. La tabla siguiente muestra secuencias correspondientes de ADN (bicatenario), ARNm, ARNt (anticodón, orientación 5'-3') y proteína. Las líneas verticales definen la pauta de lectura.

	Extremo		Secuencia					Extremo	
ADN bicatenario	5'	--A	--A	---	---	---	-GT	-	
	-	A--	---	---	---	-CA	---	-	
ARNm	-	-A-	AC-	---	---	GC-	C--	-	
ARNt (anticodón)	5'	---	---	ACG	---	---	---	3'	
Proteína	-				Trp			-	

Asumiendo apareamientos de tipo Watson y Crick, rellena los espacios ocupados con guiones, incluyendo los extremos 5', 3', NH<sub>2</sub> y COOH, y transcribe la tabla en 21A. Indica en 21B cuál de las cadenas del ADN, la inferior o la superior, es la cadena codificante. Si el ARNm se tradujera en las otras dos pautas de lectura posibles, ¿cuáles serían las secuencias de las dos proteínas resultantes? Responde en 21C y 21D.

**Serie 8**


22. La enterobacteria *Serratia marcescens* presenta color rojo debido a la síntesis del pigmento llamado prodigiosina. Mediante distintos procedimientos de mutagénesis se obtuvieron 5 estirpes mutantes de color blanco (A-E). En la tabla

Mutágeno	Mutantes				
	A	B	C	D	E
5-Bromouracilo	++	+/-	++	nd	+/-
Hidroxilamina	+/-	+/-	++	-	+/-
Bromuro de etidio	+/-	++	nd	-	+/-
Ácido nitroso	nd	+/-	nd	-	+/-
Proflavina	nd	++	+/-	-	+/-
Etil-metanosulfonato	++	nd	++	-	nd
Ninguno	+/-	+/-	+/-	-	+/-

Símbolos: ++:  $10^{-4}$ - $10^{-5}$ ; +/-:  $10^{-7}$ - $10^{-8}$ ; -, 0; nd: no determinado

se muestran los resultados de un experimento en el que se analizó la frecuencia de aparición de revertientes rojos, tanto espontáneos como mediante el empleo de distintos mutágenos. Escribe de 22A a 22E, respectivamente, qué tipo de mutación presentan dichas estirpes, con el mayor detalle posible a la vista de los datos.

23. Se han aislado tres estirpes mutantes auxótrofas del hongo *Arthrotrrys oligospora*, denominadas 1, 2 y 3, deficientes en la actividad de una enzima implicada en la síntesis del aminoácido X. A partir del mutante 1 se aisló una estirpe protótrofa para dicho aminoácido, denominada 1-1. La secuencia del extremo amino (NH<sub>2</sub>) de la enzima en las distintas estirpes era la siguiente:

**Silvestre**  
Met-Ser-Gly-Leu-Val-Ser-His-...       1 Met-Tyr-Trp-Ile-Ser-Val-Ser-...      1-1 Met-Tyr-Trp-Leu-Val-Ser-His-...  
2 Met-Ser-Gly-Ser-Val-Ser-His-...  
3 Met-Ser-Gly-COOH

Asumiendo que cada estirpe se originó a partir de su predecesora mediante una mutación puntual, indica en 23A qué tipo de mutación en el ADN dio lugar a la estirpe 1, precisando las bases implicadas y su efecto sobre la proteína producto. Utiliza para ello las abreviaturas indicadas en la tabla adjunta. Lo mismo para la estirpe 2 en 23B, para la estirpe 3 en 23C y para la estirpe 1-1 en 23D. Indica en 23E qué nombre recibe el fenómeno genético que originó a la estirpe 1-1 y de qué tipo se trata. Escribe en 23F en sentido 5→3' la secuencia del ARNm que codifica el extremo amino de la proteína silvestre.

ADN	Proteína
Transición: <b>TS</b>	Cambio de sentido: <b>CS</b>
Transversión: <b>TV</b>	Mutación sin sentido: <b>SS</b>
Inserción: <b>INS</b>	Cambio de fase: <b>CF</b>
Delección: <b>DEL</b>	Mutación reguladora: <b>MR</b>

**Nota:** En caso de existir más de una respuesta válida, indica todas las posibilidades existentes.

24. La bacteria *Bacillus subtilis* sintetiza el fungicida llamado fengicina mediante las dos enzimas del operón *pps*, que contiene un gen regulador (*ppsR*) cuyo producto se une al operador *ppsO*, y dos genes estructurales que codifican un péptido sintetasa (*ppsD*) y la enzima fengicina sintetasa (*ppsE*). La síntesis de fengicina se produce cuando la bacteria entra en contacto con cierto hongo en la naturaleza, o con un extracto del hongo obtenido en el laboratorio. Para estudiar los elementos reguladores del operón, se obtuvieron mutantes que presentaban una síntesis elevada de fengicina en ausencia de extracto del hongo. Asimismo se realizó un análisis de complementación, donde la mutación se localiza en un plásmido (P') y el alelo silvestre en el cromosoma. Los resultados de los ensayos enzimáticos fueron los siguientes:

	Unidades de actividad enzimática			
	Con extracto de hongo		Sin extracto de hongo	
	Péptido sintetasa	Fengicina sintetasa	Péptido sintetasa	Fengicina sintetasa
Silvestre	130	280	4	12
Mutante 1	150	300	150	280
Mutante 2	180	290	190	270
Mutante 3	140	0	6	0
Silvestre / P' Mutación 1	160	290	7	16
Silvestre / P' Mutación 2	190	300	180	310
Silvestre / P' Mutación 3	180	270	5	14

Indica en 24A cuál es la función del extracto del hongo, teniendo en cuenta su efecto sobre la regulación del operón, y en 24B cuál es el papel de la proteína reguladora PpsR. Indica en 24C el locus afectado en el mutante 1 y en 24D de qué tipo de mutación se trata a nivel funcional. Idem en 24E y 24F para el mutante 2, y en 24G y 24H para el mutante 3.

## Serie 9

25. En cierto hongo unicelular haploide, la transcripción de un gen estructural implicado en la biosíntesis de calimocho requiere la unión a su promotor de la proteína reguladora ACT, que se expresa constitutivamente. Por otra parte, la proteína REP, cuya expresión sólo tiene lugar en presencia de arabinosa (Ara), compete con ACT por el mismo sitio de unión en el promotor y evita la unión al ADN de ACT. Rellena la tabla siguiente indicando SI o NO tendrá lugar síntesis de calimocho en ausencia o presencia de Ara en las estirpes 2-7. El genotipo *act* indica delección del gen codificador de la proteína ACT, y *rep* delección del gen de la proteína REP. El plásmido pAra-ACT determina la expresión de la proteína ACT de forma inducible por Ara. Transcribe tus resultados en el recuadro 25, e indica en la parte inferior del mismo qué tipo de regulación presenta el gen de producción de calimocho.

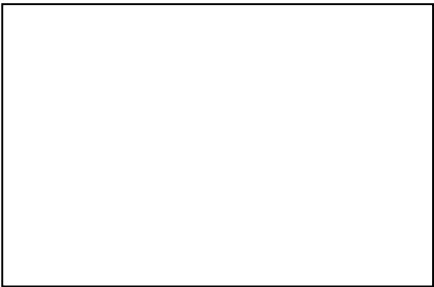
Estirpe	Genotipo	- Ara	3	+ Ara
1	Silvestre	SI	NO	NO
2	<i>act</i>	1	2	
3	<i>rep</i>			
4	<i>act rep</i>			
5	<i>act pAra-ACT</i>			
6	<i>rep pAra-ACT</i>			
7	<i>act rep pAra-ACT</i>			

26. En cierta población humana hay 8993 personas de grupo sanguíneo A, 2577 personas de grupo B, 1223 de grupo AB y 7207 de grupo O. Escribe en 26A si la población se encuentra o no en equilibrio Hardy-Weinberg. Escribe en 26B el valor del  $\chi^2$  obtenido al comprobar tu hipótesis. Escribe en 26C el número de grados de libertad empleado. Dentro de esta población, si un hombre de grupo B se casa con una mujer de grupo O, ¿cuál es la probabilidad de que su primer descendiente sea de grupo B, suponiendo que la población está en equilibrio? Escribe la respuesta en 26D.

27. El color de ojos en *Drosophila* está determinado por un locus con dos alelos ligado al sexo. El color rojo está determinado por un alelo dominante ( $X^+$ ), y el blanco por un alelo recesivo ( $X^w$ ). Se constituyó una población experimental de gran tamaño, con un número de individuos igual de machos que de hembras, los cuales se mantuvieron en condiciones de panmixia. En la generación siguiente, el 40% de los machos y el 20% de las hembras presentaban ojos blancos. Escribe en 27A qué proporción de los machos tenían ojos blancos en la población inicial, y en 27B la frecuencia del alelo  $X^+$  en las hembras de dicha población. Escribe en 27C qué proporción de los machos presentarán ojos blancos cuando la población alcance el equilibrio. Lo mismo en 27D para hembras con ojos rojos. Por último, escribe en 27E la frecuencia del alelo  $X^+$  en los machos y en 27F la del alelo  $X^w$  en las hembras, en el equilibrio en ambos casos.

**Serie 10**

28. Escribe en 28A el coeficiente de consanguinidad del individuo 1 del árbol adjunto, y en 28B el del individuo 2. Escribe en 28C la probabilidad de que el individuo 3 sufra una rara enfermedad genética recesiva ligada al sexo si el individuo I-3 también la sufrió.



29. En el siglo XVI, el 49 % de los individuos de una hipotética población continental en equilibrio eran albinos. Un grupo de 1000 individuos (representativo de la población) emigró a una pequeña isla, con una población de 9000 habitantes también en equilibrio, en la cual la frecuencia de individuos albinos era del 1%. Suponiendo que se produjo apareamiento al azar entre ambas poblaciones, indica en 29A qué proporción de individuos albinos hubo en la isla en la generación inmediatamente siguiente a la llegada de los inmigrantes. Durante años siguió habiendo migración desde la población continental hacia la isla a una tasa constante en cada generación. Contesta en 29B qué proporción de individuos con pigmentación normal hubo en la isla después de 5 generaciones. Considera que actualmente la población de la isla está en equilibrio. Si la frecuencia de individuos albinos es del 24%, contesta en 29C qué proporción de mezcla continental tendrán los habitantes de la isla.

30. Un señorito andaluz tiene una manada de 800 caballos en la que existen tres colores distintos de pelaje: castaño, cremello y palomino. Un buen día un genético curioso visita su cortijo y comprueba que los caballos están en equilibrio Hardy-Weinberg para el color del pelaje, el cual está determinado por un gen con dos alelos: el genotipo  $DD$  confiere color castaño, el  $DD'$  palomino y el  $D'D'$  cremello. Observa además que los dos alelos se encuentran en la población con igual frecuencia (0,5). Al señorito le gustan especialmente los caballos palomino, por lo cual decide vender todos los caballos cremello y la mitad de los caballos castaño que posee, y permitir que se emparejen al azar los restantes para constituir la siguiente generación. Indica en 30A cuántos caballos habrá vendido. Indica en 30B la eficacia biológica media y en 30C el coeficiente de selección de los tres fenotipos. En la siguiente generación nacen 1.000 caballos. Escribe en 30D cuál será la frecuencia del alelo  $D$  en dicha generación y en 30E cuántos caballos nacerán con color cremello. De todos los modelos de selección que conoces, indica en 30F qué tipo de selección está practicando el señorito, y en 30G SI o NO desaparecería completamente el alelo  $D'$  de su cortijo al cabo de un número infinito de generaciones practicando dicha selección.

## Código genético

		Segunda posición										
		U		C		A		G				
Primera posición (extremo 5')	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	Tercera posición (extremo 3')	U	
		UUC		UCC		UAC		UGC			C	
		UUA	Leu	UCA		UAA	Fin	UGA	Fin		A	
		UUG		UCG		UAG		UGG	Trp		G	
	C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg		U	
		CUC		CCC		CAC		CGC				C
		CUA		CCA		CAA	Gln	CGA				A
		CUG		CCG		CAG		CGG				G
	A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser		U	
		AUC		ACC		AAC		AGC			C	
		AUA		ACA		AAA	Lys	AGA	Arg		A	
		AUG		ACG		AAG		AGG			G	
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U			
	GUC		GCC		GAC		GGC			C		
	GUA		GCA		GAA	Glu	GGA			A		
	GUG		GCG		GAG		GGG			G		

Valores críticos de la distribución  $\chi^2$ 

Grados de libertad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\chi^2$ (P=5%)	3,841	5,991	7,815	9,488	11,070	12,592	14,067	15,507	16,919	18,307

## HOJAS DE RESPUESTAS

<b>SERIE 10</b>		APELLIDOS: (En mayúsculas y legible)				NOMBRE:		GRUPO (2-6):	
28A			28B			28C			
29A			29B			29C			
30A	30B	30C		30D	30E	30F		30G	

<b>SERIE 9</b>		APELLIDOS: (En mayúsculas y legible)				NOMBRE:		GRUPO (2-6):	
Estirpe	Genotipo	- Ara			+ Ara				
1	Silvestre	SI			NO				
2	<i>act</i>								
3	<i>rep</i>								
4	<i>act rep</i>								
5	<i>act pAra-ACT</i>								
6	<i>rep pAra-ACT</i>								
7	<i>act rep pAra-ACT</i>								
Tipo de regulación:									
26A			26B			26C		26D	
27A	27B		27C		27D		27E		27F

<b>SERIE 8</b>		APELLIDOS: (En mayúsculas y legible)			NOMBRE:		GRUPO (2-6):		
22A		22B		22C		22D		22E	
23A		23B		23C		23D		23E	
23F									
24A	24B	24C	24D	24E	24F	24G	24H		



<b>SERIE 7</b>		APELLIDOS: (En mayúsculas y legible)			NOMBRE:		GRUPO (2-6):		
19									
20A		20B						20C	
20D		20E				20F		20G	
21A		Extremo		Secuencia				Extremo	
ADN bicatenario		5'	--A	--A	---	---	---	-GT	-
ARNm		-	A--	---	---	---	-CA	---	-
ARNt (anticodón)		5'	---	---	ACG	---	---	---	3'
Proteína		-				Trp			-
21B		21C			21D				



<b>SERIE 6</b>		APELLIDOS: (En mayúsculas y legible)			NOMBRE:		GRUPO (2-6):		
16A			16B			16C			
17A		17B		17C			17D		
18A		18C							
18B									
18D		18E			18F				