CÁLCULO DE INFORMACIONES DISTINTAS DE UNA SECUENCIA CORTA DE ADN

1.) Para una secuencia de "n " pares de bases

Informaciones diferentes: " $\mathbf{4^n}$ " (ya que en cada posición puede colocarse A, ó T, ó G, ó C = 4 posibles; y como cada posición es independiente de las otras, elevado a "n" posiciones), si nos referimos a la secuencia de una de las hebras. No obstante, nos referimos a las informaciones diferentes de secuencia del ADN, siempre habrá para cada mensaje de una de las hebras, otro mensaje en la otra hebra que sea idéntico al de la primera. Por tanto, la solución más correcta sería $\mathbf{4^n /2}$.

Ejemplo:

Las secuencias 5´ATTGCGAT 3´ y 5´ATCGCAAT 3´ en la misma hebra, tienen el mismo mensaje de secuencia de ADN, ya que en la otra hebra la secuencia de 5´a 3´del segundo caso es idéntica a la secuencia 5´a 3 ´del primer caso. Son la misma información.

2.) Para una secuencia concreta de "12" pares de bases, teniendo 6 pares A-T y 6 pares G-C.

1º.- Posibilidades de colocación (A-T) y (G-C) considerando cada par de nucleótidos como un solo bloque independientemente de si se coloca A o T, ; o si se coloca G o C.

(at) ó (ta)	(at) ó (ta)	(at) ó (ta)	(at) ó (ta)	(at) ó (ta)	(at) ó (ta)	(gc) ó (cg)	(gc) ó (cg)	(gc) ó (cg)	(gc) ó (cg)	(gc) ó (cg)	(gc) ó (cg)

Serían permutaciones con repetición de 6 y 6 en 12 posiciones.

Permutaciones de 6 y 6 elementos diferentes en 12 posiciones ($P_{12}^{6,6}$) = 12!/6! .6!; = 12.11.10.9.8.7.6.5.4.3.2.1/6.5.4.3.2.1.6.5.4.3.2.1 = 924 posiciones diferentes de los bloques (A-T) y (G-C).

2º.- Tengamos ahora en cuenta los intercambios entre A y T abajo-arriba y de G y C abajo-arriba (En una de las hebras o en la otra)

A	A	A	A	A	A	G	G	G	G	G	G
T	T	T	T	T	T	C	C	C	C	C	C

2-a.- Empecemos sólo por los cambios de A y T abajo-arriba.

-sin intercambio respecto al modelo: $\binom{6}{0} = 1$ (o sea el propio modelo indicado)

-Intercambio de 1 sola A por T abajo-arriba: $\binom{6}{1} = \frac{6!}{1!.(6-1)!}$ = 6 (podría cambiar en cada una de las 6 posiciones del modelo lo que nos da los 6 cambios)

- Intercambio de 2 A por T abajo-arriba: $\binom{6}{2} = \frac{6!}{2!.(6-2)!}$ = 15

- Intercambio de 3 A por T abajo-arriba: $\binom{6}{3} = \frac{6!}{3!.(6-3)!}$ = 20

- Intercambio de 4 A por T abajo-arriba $\binom{6}{4} = \frac{6!}{4!.(6-4)!} = 15$

- Intercambio de 5 A por T abajo-arriba: $\binom{6}{5} = \frac{6!}{5!.(6-5)!}$ = 6

- Intercambio de las 6 A por T abajo-arriba: $\binom{6}{6} = 1$

Todos los intercambios posibles de A-T será la suma de todos los anteriores

$$\sum_{i=0}^{6} \binom{6}{i=0} = (1+1)^6 = 2^6 = 64$$

(64 secuencias diferentes cambiando de 1 a 6 veces la posición A-T arriba-abajo, en las 6 primeras posiciones del modelo)

2-b.- Si sólo intercambiaran los G y C de posición abajo-arriba.

-sin Intercambio respecto al modelo: $\binom{6}{0} = 1$

- Intercambio de 1 solo G por C abajo-arriba: $\binom{6}{1} = \frac{6!}{1!.(6-1)!}$ = 6

- Intercambio de 2 G por C abajo-arriba: $\binom{6}{2} = \frac{6!}{2!.(6-2)!}$ = 15

- Intercambio de 3 G por C abajo-arriba: $\binom{6}{3} = \frac{6!}{3!.(6-3)!}$ = 20

- Intercambio de 4 G por C abajo-arriba: $\binom{6}{4} = \frac{6!}{4!.(6-4)!} = 15$

- Intercambio de 5 G por C abajo-arriba: $\binom{6}{5} = \frac{6!}{5!.(6-5)!}$ = 6

- Intercambio de 6 G por C abajo-arriba: $\binom{6}{6} = 1$

Todos los intercambios posibles de G-C serán la suma de todos los anteriores:

$$\sum_{i=0}^{6} \binom{6}{i = 0} = (1 + 1)^6 \ = \ 2^6 \ = 64$$

(64 secuencias diferentes cambiando de 1 a 6 veces la posición G-C arriba-abajo, en las 6 últimas posiciones del modelo)

3º.- Como cada intercambio A-T (arriba-abajo) es independiente de que lo haga G-C (también arriba-abajo) habrá que multiplicar los unos por los otros.

$$\sum_{i=0}^{6} \binom{6}{i} \cdot \sum_{i=0}^{6} \binom{6}{i} = \left[\sum_{i=0}^{6} \binom{6}{i}\right]^2 \ = 64^2 \ = 4096$$

4º.- Y como cada intercambio puede darse en cualquiera de las 924 posiciones que, como bloque pueden adoptar (A-T) y (G-C), habrá que multiplicar éstas por todos los posibles intercambios entre las bases.

Total: $P_{12}^{6,6} \cdot \left[\sum_{i=0}^{6} \binom{6}{i}\right]^2$ = 924 x 4096 = 3.784.704

Lo que nos daría un total, en este caso de 12 pb, utilizando 6 (A-T) y 6 (G-C), de 3.784.704 informaciones distintas de secuencia en una hebra.

No obstante. Por la razón esgrimida en el punto 1 referente a la coincidencia de información en una hebra y otra, habría que dividir entre 2 las posibles informaciones de una secuencia de ADN de 12 pb = 1.892.352 secuencias de ADN con información distinta.

El total posible, disponiendo de 12 A-T y 12 G-C para colocar de la forma que quisiésemos, sería de 4^{12} =16.777.216, que dividido entre 2 = 8.388.608 secuencias de ADN con diferente información.

Total que en una secuencia de 12 pares de bases donde hay 6 (A-T) y 6 (G-C) tendría 1.892.352 mensajes diferentes de los 8.388.608 posibles .

Con ese número de pares de bases (6 y 6) de un tipo y otro nos quedarían otros 6.496.256 mensajes posibles sin poderlos representar.

Actividades:

1.-Serías capaz de elaborar una fórmula general de informaciones diferentes en una secuencia de ADN de "n" pb, teniendo que construirla con "x" pares (A-T) e "y" pares (G-C) siendo x+y =n

2.- Calcula el número de informaciones diferentes en una secuencia de ADN de 14 pb que contiene 5 pb (A-T) y 9 pb (G-C).

3.- Idem que en el caso anterior, pero con 5 (A-T) y 8 (G-C), siendo la 14ª cualquiera de las anteriores (A, ó T, ó G, ó C).