



El lenguaje de la vida: código genético y síntesis de proteínas

		NUCLEÓTIDO EN SEGUNDA POSICIÓN					
		G	A	T	C		
NUCLEÓTIDO EN PRIMERA POSICIÓN	G	GGG } GGG } GGT } GGC }	GAG } Glu GAA } GAT } GAC } Asp	GTT } GTA } GTT } GTC }	GCG } GCA } GCT } GCC }	G A T C	
	A	AGG } AGA } AGT } AGC }	AAG } AAA } AAT } AAC }	ATG } ATA } ATT } ATC }	ACG } ACA } ACT } ACC }	G A T C	
	T	TGG } TGA } TGT } TGC }	TAG } TAA } TAT } TAC }	TTG } TTA } TTT } TTC }	TUG } TUA } TUC } TCC }	G A T C	
	C	CGG } CGA } CGT } CGC }	CAG } CAA } CAT } CAC }	CTG } CTA } CTT } CTC }	CCG } CCA } CCT } CCC }	G A T C	

Figura 1 La figura muestra el código genético que es universal y por ello se utiliza por todos los seres vivos para convertir en proteínas (ver figura 2) la información que está presente en el ARN mensajero, utilizando la lectura de tres en tres de los nucleótidos que integran el ARN mensajero, conforme a este código.

Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias
Francisco G. Bolívar Zapata (Coordinador)
Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

En un artículo previo (ver: http://www.acmor.org.mx/descargas/12_jun_04_adn.pdf) se describió la naturaleza del ADN y en qué se basa el código genético. En este artículo se describirá cómo, a partir del código genético, se producen las proteínas que los seres vivos necesitan para funcionar. Los seres vivos utilizamos el mismo código genético para convertir y traducir, o leer, la información codificada en los ácidos nucleicos (es decir, en el ADN y el ARN) en la secuencia de aminoácidos que constituye a las proteínas (ver figura 1). El código genético es universal, es decir, es el mismo en todos los seres vivos y se utiliza de la misma forma en todas las células. Este código permite a la célula traducir en proteínas la información genética que está almacenada en los genes mediante la lectura en bloques de tres nucleótidos (que se conocen como tripletes o codones) de la información genética presente en el ARN mensajero, que se sintetiza a partir del ADN. Las proteínas son polímeros o collares biológicos de centenas de aminoácidos en las cuales cada aminoácido (o cuenta del collar) es un monómero (ver figura 2). Son 20 diferentes aminoácidos con los que cuenta la célula para integrar las más de cien mil proteínas del cuerpo humano. Se puede hacer una analogía entre las letras del alfabeto, que serían los aminoácidos, y las palabras que serían las proteínas; el orden de las le-

tras es responsable del significado de las palabras, de la misma manera que el orden de los aminoácidos en la proteína es responsable de su significado o función biológica (para saber más sobre este tema se sugiere la lectura de "Los códigos moleculares de información en los sistemas biológicos" de Raúl Arredondo publicado en esta sección http://www.acmor.org.mx/descargas/09_nov_02_codigos.pdf). Cada uno de los 20 diferentes aminoácidos está codificado por un triplete o codón de tres nucleótidos a nivel del ARN mensajero. El ARN mensajero es, pues, una molécula con información formada por una secuencia de nucleótidos. Esta información es traducida o convertida en proteínas al ser leídos estos nucleótidos, de tres en tres, por los ribosomas (un ribosoma es un organelo en el que se sintetizan las proteínas, de acuerdo con las instrucciones presentes en el ARN mensajero. El ribosoma es un agregado de proteínas y ARN) tal y como se muestra en la figura 2. En un código genético de cuatro letras (A,G,C,T) organizado en tripletes, existen 64 diferentes codones y la figura 1 muestra estas 64 combinaciones. Puede observarse que existen aminoácidos codificados por seis diferentes tripletes, como es la leucina (que se abrevia Leu) y aminoácidos, como es triptófano (que se abrevia Trp) que sólo está codificado por un triplete (en este caso el triplete TGG). Existe un codón, ATG, que codifica para la metionina que es el aminoácido con el que inicia la mayor parte de las proteínas. Existen también tres codones, TGA, TAA, TAG, que son tripletes que al leerse en los ribosomas son los responsables de que finalice el proceso de traducción; esto es, se termina en este tipo de triplete la síntesis de una proteína y

ésta se libera de los ribosomas (ver figura 2).

Como puede verse en la figura 2, la síntesis de las proteínas ocurre a nivel de los ribosomas, organelos de la célula viva. El ARN mensajero, que en la figura se muestra como una cinta amarilla, es el intermediario de la síntesis de proteínas (que se muestran como collares con cuentas verdes). El ARN mensajero al ser copia del ADN, lleva la información de los genes a los ribosomas, donde es traducida en proteínas. Las cadenas de aminoácidos o proteínas, son sintetizadas cuando los ribosomas (estructuras azules) se mueven leyendo, como una cabeza lectora de cintas, sobre las moléculas de ARN mensajero. Una sola molécula de ARN mensajero normalmente es utilizada para sintetizar varias moléculas de la misma proteína, al leerse simultáneamente por varios ribosomas, como los cuatro que se muestran en la figura y sintetizan cuatro cadenas de la misma proteína en este ejemplo.

Como se ha señalado, las proteínas son polímeros formados por 20 diferentes tipos de aminoácidos y son las herramientas moleculares que utiliza la célula para llevar a cabo la mayoría de sus funciones. Ejemplos de proteínas son la insulina, el colágeno y la tripsina, que son moléculas biológicas que llevan a cabo funciones específicas muy importantes en nuestro cuerpo. La función de la insulina es regular el nivel del azúcar en sangre, la del colágeno formar parte de la piel, y la tripsina se utiliza en el estómago para digerir las proteínas que vienen en la comida.

Durante el proceso de lectura del ARN mensajero por los ribosomas, los codones del mensajero se asocian con los anticodones, es decir, la secuencia complementaria en el ARN de transferencia (estructuras rojas), que se encuentra "cargada" con el aminoácido respectivo de acuerdo con el código genético (ver figura 1). Inmediatamente después, ocurre un fenómeno de transferencia del aminoácido nuevo que llega y que así es incorporado a la cadena de la proteína naciente, que está compuesta por varios aminoácidos previamente unidos entre sí. En la primera sección (superior) de la figura 2, se muestra a los cuatro ribosomas en los cuales ya se ha iniciado la síntesis de las proteínas y se han formado cuatro pequeñas proteínas con 5, 12, 23 y 34 aminoácidos (que abreviamos como "aa") cada una, que se ven como cuentas verdes de los co-

llares. En la segunda sección de la figura se muestra cómo ha ocurrido el crecimiento de los collares de aminoácidos en las proteínas; en todas ellas el tamaño del collar ha crecido en un aminoácido adicional (es decir, ahora su tamaño es de 6, 13, 24 y 35 aa). Finalmente, en la tercera sección de la figura, el proceso de crecimiento de la cadena ha permitido la incorporación de un aminoácido adicional en todas las cadenas de proteínas nacentes (ahora su tamaño es de 7, 14, 25, 36 aa). De esta manera se lleva a cabo la elongación o crecimiento de los polímeros o collares biológicos y con ello la síntesis de proteínas completas (en este ejemplo 36 aminoácidos), la cual se libera del ribosoma al terminarse la lectura del mensajero, tal y como se muestra en la última sección de la figura, liberándose también el ribosoma que participó en la lectura del ARN mensajero.

Los humanos somos organismos compuestos por varios trillones de células (es decir, somos organismos pluricelulares) y tenemos alrededor de 21,000 genes repartidos en 23 pares de cromosomas que contiene cada una de nuestras células. Tenemos alrededor de cien mil proteínas diferentes codificadas por estos genes para llevar a cabo la mayoría de nuestras funciones biológicas. Las bacterias, organismos compuestos por una sola célula (es decir, son organismos unicelulares) tienen un solo cromosoma con alrededor de 4,000 genes que codifican para 4,000 proteínas con las que viven y funcionan.

Nota: En su mayor parte, este texto apareció originalmente en el libro "Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados" [1]. Agradecemos a los autores, miembros del Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias, y a su coordinador, el Dr. Francisco Bolívar, la autorización para su publicación en este espacio de divulgación. El texto completo del libro puede ser consultado en su forma electrónica en: www.amc.mx

Referencias

- [1] F.G. Bolívar Zapata (coordinador), "Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados", Academia Mexicana de Ciencias A.C., México, 2011.
- [2] F.G. Bolívar Zapata (Coordinador), ¿Por qué es necesario un Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias?, La Unión de Morelos, 30 de abril de 2012, http://www.acmor.org.mx/descargas/12_abr_30_comite.pdf.

RECONOCIMIENTO:

Este artículo está basado en el texto del libro "Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados (2011)", elaborado por el Comité de Biotecnología de la AMC, integrado por: F. Bolívar, C. Arias, E. Arriaga, H. Barrera, M. de la Torre, J. Espinosa, E. Galindo, A. Gálvez, A. Gracia, L. Herrera-Estrella, A. Larqué, A. López-Munguía, A. Noyola, O. Paredes, T. Ramírez, S. Revah, J. Soberón, X. Soberón, I. Torres, J. Uribe y G. Viniestra. Las instituciones a las que pertenecen se pueden consultar en la referencia [2].

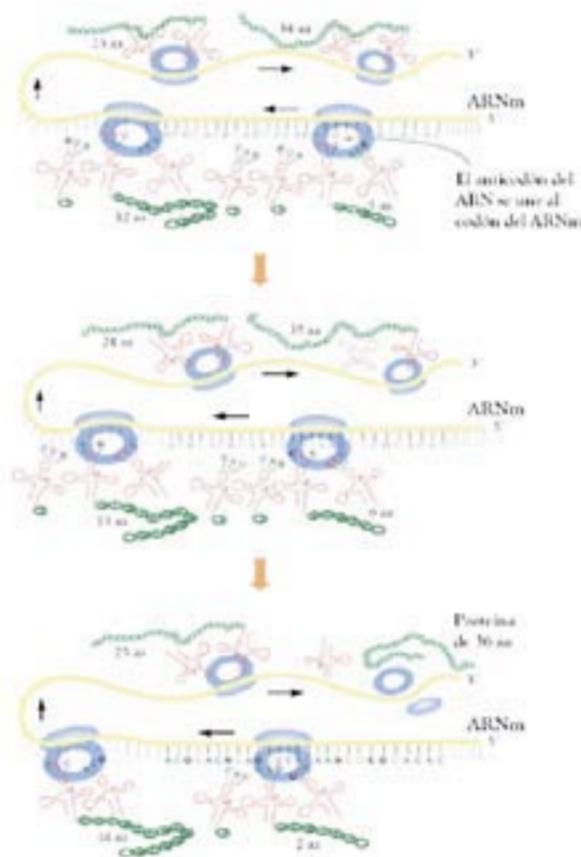


Figura 2 Síntesis de proteínas: el ARN mensajero y su traducción en los ribosomas permite la síntesis de estos polímeros biológicos que son las proteínas.