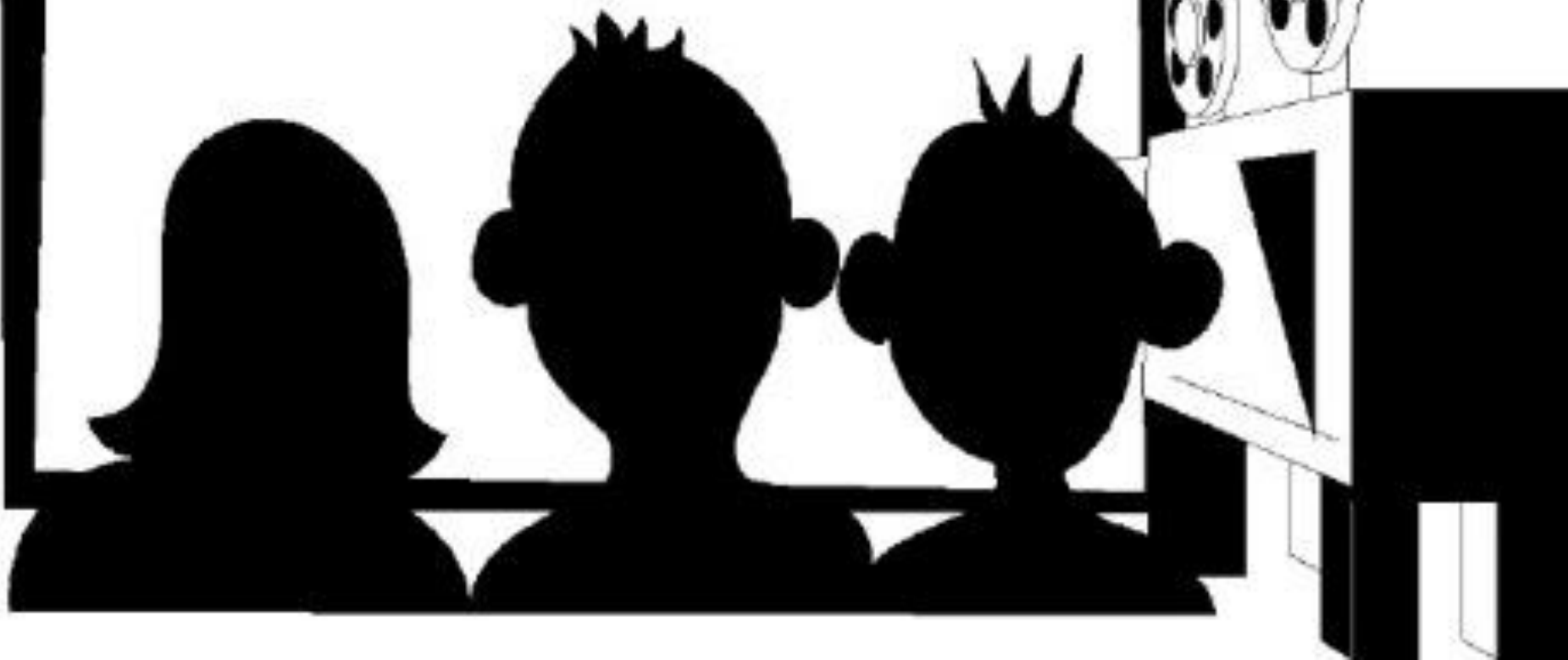


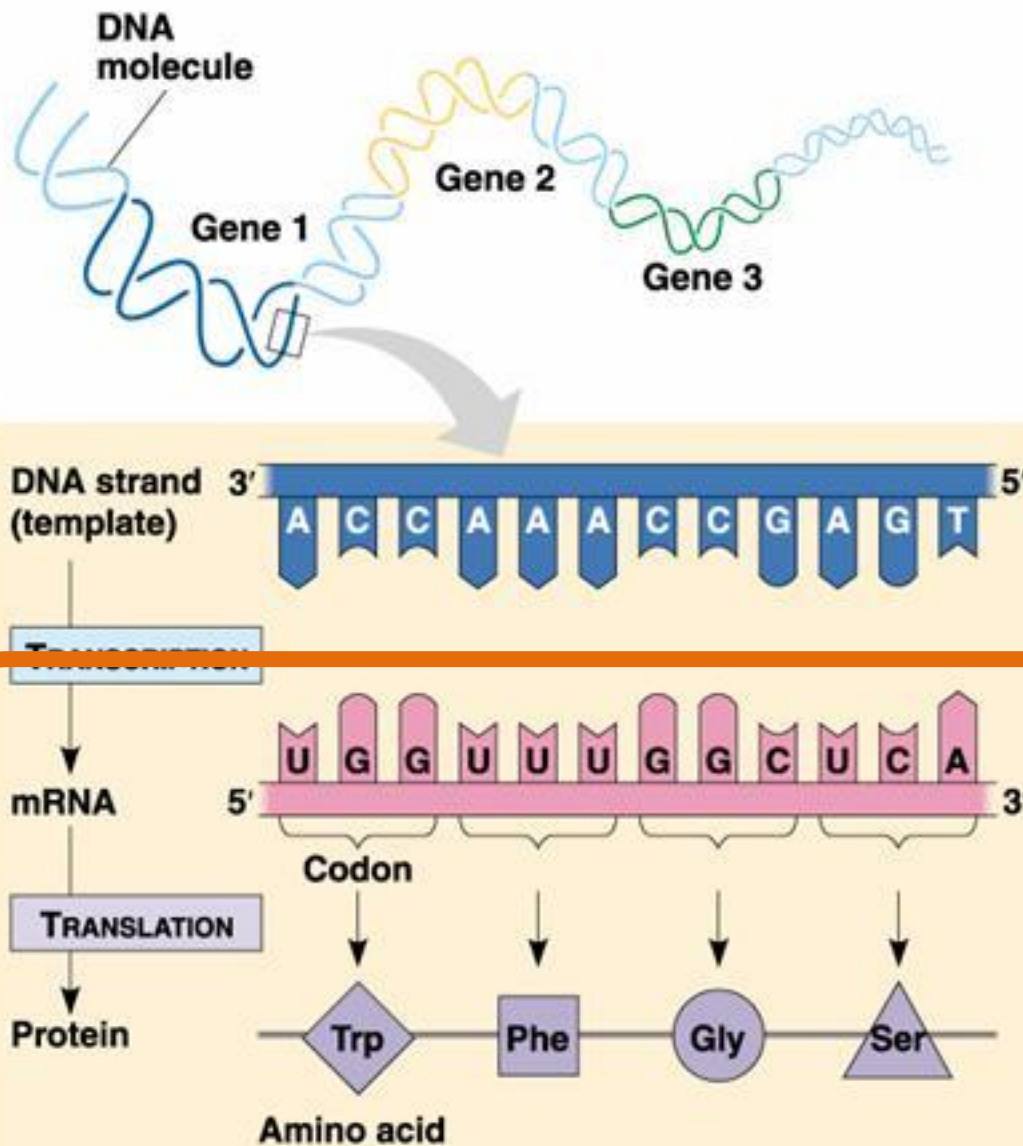
**Johana M. Guevara M.**

Instituto de Errores Innatos del Metabolismo



# *Traducción*





©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

### Text Translation

I need to see a dentist. And I need a painkiller. Can I find a doctor who speaks English? Is there a hospital located near the hotel?

English -> French

J'ai besoin de voir un dentiste. Et j'ai besoin d'un analgésique. Est-ce que je peux trouver un docteur qui parle anglais? Est-ce qu'il y a un hôpital localisé près de l'hôtel?

Menu Translate

4 nucleótidos

20 aminoácidos

# The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1968

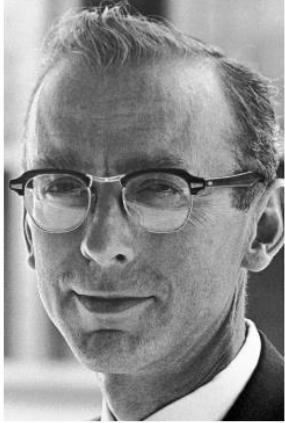


Photo from the Nobel Foundation archive.

**Robert W. Holley**



Photo from the Nobel Foundation archive.

**Har Gobind Khorana**



Photo from the Nobel Foundation archive.

**Marshall W. Nirenberg**

# The Nobel Prize in Chemistry 2009



© The Nobel Foundation. Photo: U. Montan

**Venkatraman Ramakrishnan**

Prize share: 1/3



© The Nobel Foundation. Photo: U. Montan

**Thomas A. Steitz**

Prize share: 1/3



© The Nobel Foundation. Photo: U. Montan

**Ada E. Yonath**

Prize share: 1/3

# “La información contenida en el ARNm se agrupa en **paquetes de tres nucleótidos**”

- 3 nt → 1 a.a

$$4 \times 4 \times 4 = 64$$

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



George Gamov (1954)

**Marshall Nirenberg** y Heinrich Matthaei (1961)





# Código Genético

## Segunda Letra

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

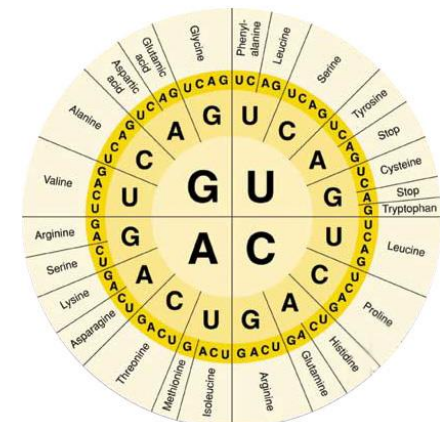
Primera Letra

Tercera Letra

Código genético  
Universal

Código genético  
degenerado

(Un amino ácido puede  
ser codificado por más  
de un codón)



# Lectura del código

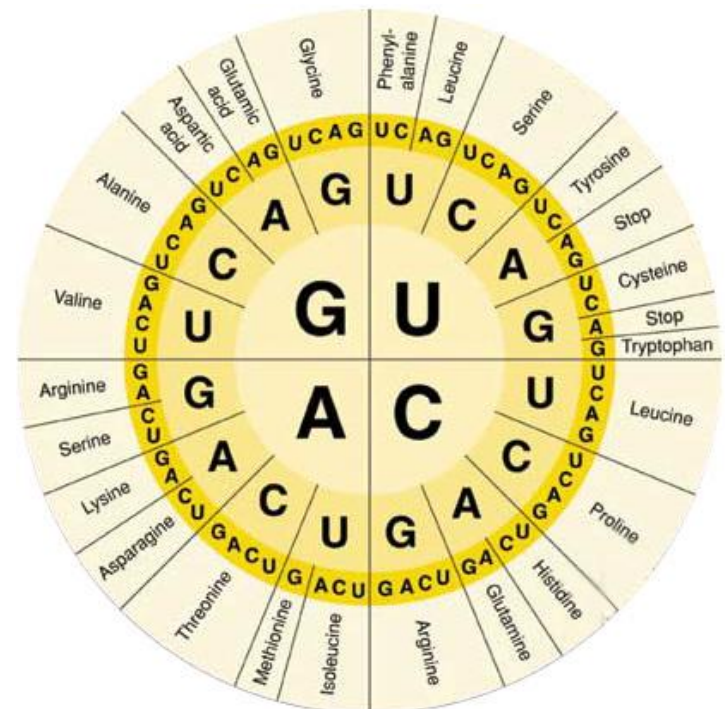


## Segunda Letra

Primera Letra

	U	C	A	G
U	UUU Phe UUC Phe UUA Leu UUG Leu	UCU Ser UCC Ser UCA Ser UCG Ser	UAU Tyr UAC Tyr <span style="background-color: #ff0000;">UAA STOP</span> <span style="background-color: #ff0000;">UAG STOP</span>	UGU Cys UGC Cys <span style="background-color: #ff0000;">UGA STOP</span> UGG Try
C	CUU Leu CUC Leu CUA Leu CUG Leu	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	CAU His CAC His CAA Gln CAG Gln	CGU Arg CGC Arg CGA Arg CGG Arg
A	AUU Iso AUC Iso AUA Iso <span style="background-color: #90ee90;">AUG Met</span>	ACU Thr ACC Thr ACA Thr ACG Thr	AAU Asn AAC Asn AAA Lys AAG Lys	AGU Ser AGC Ser AGA Arg AGG Arg
G	GUU Val GUC Val GUA Val GUG Val	GCU Ala GCC Ala GCA Ala GCG Ala	GAU Asp GAC Asp GAA Glu GAG Glu	GGU Gly GGC Gly GGA Gly GGG Gly

Tercera Letra



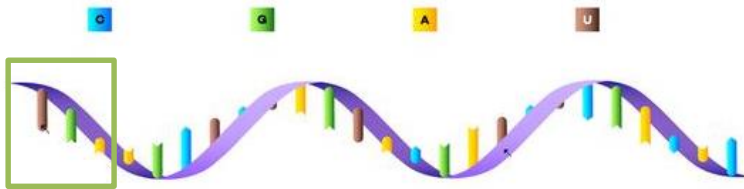
# ARNm maduro



UTR = Untranslated Region



# Interpretando el código (La maquinaria)

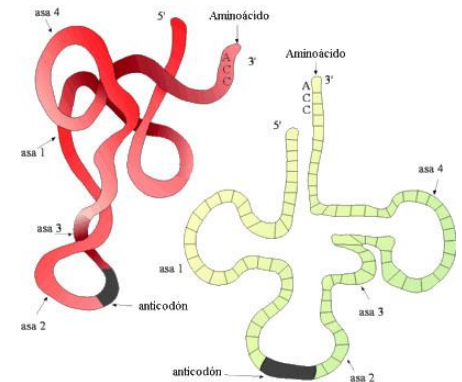


ARNm



Código  
Genético

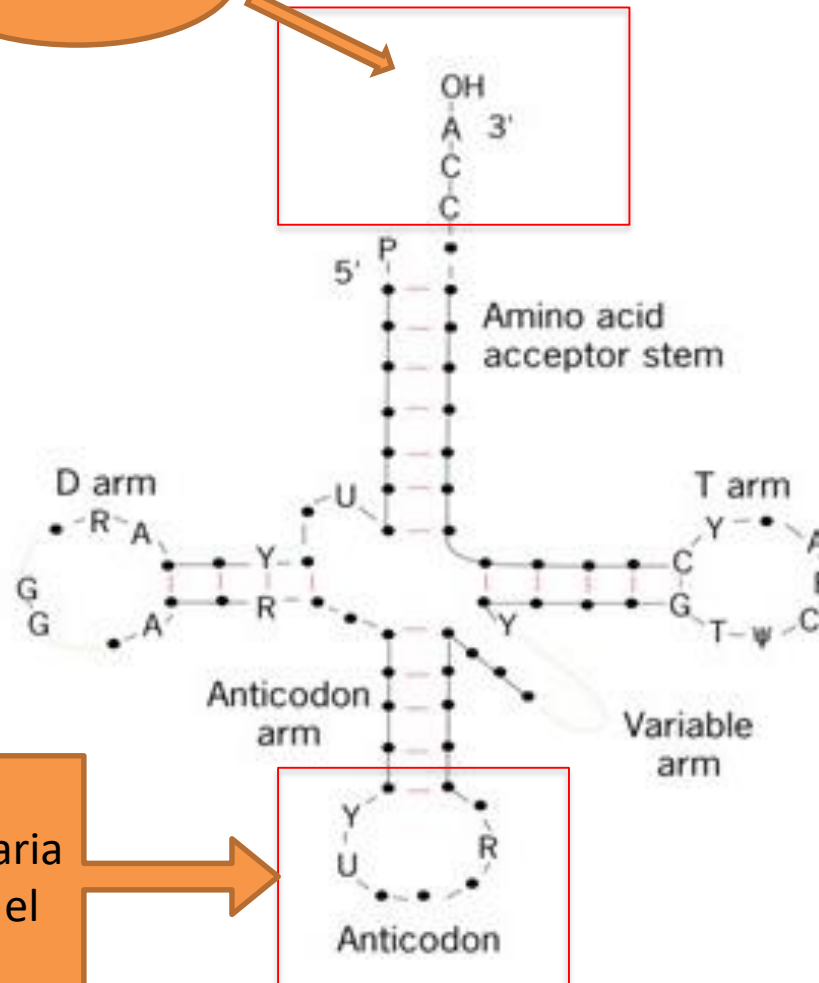
Proteína



ARNt

# ARNt

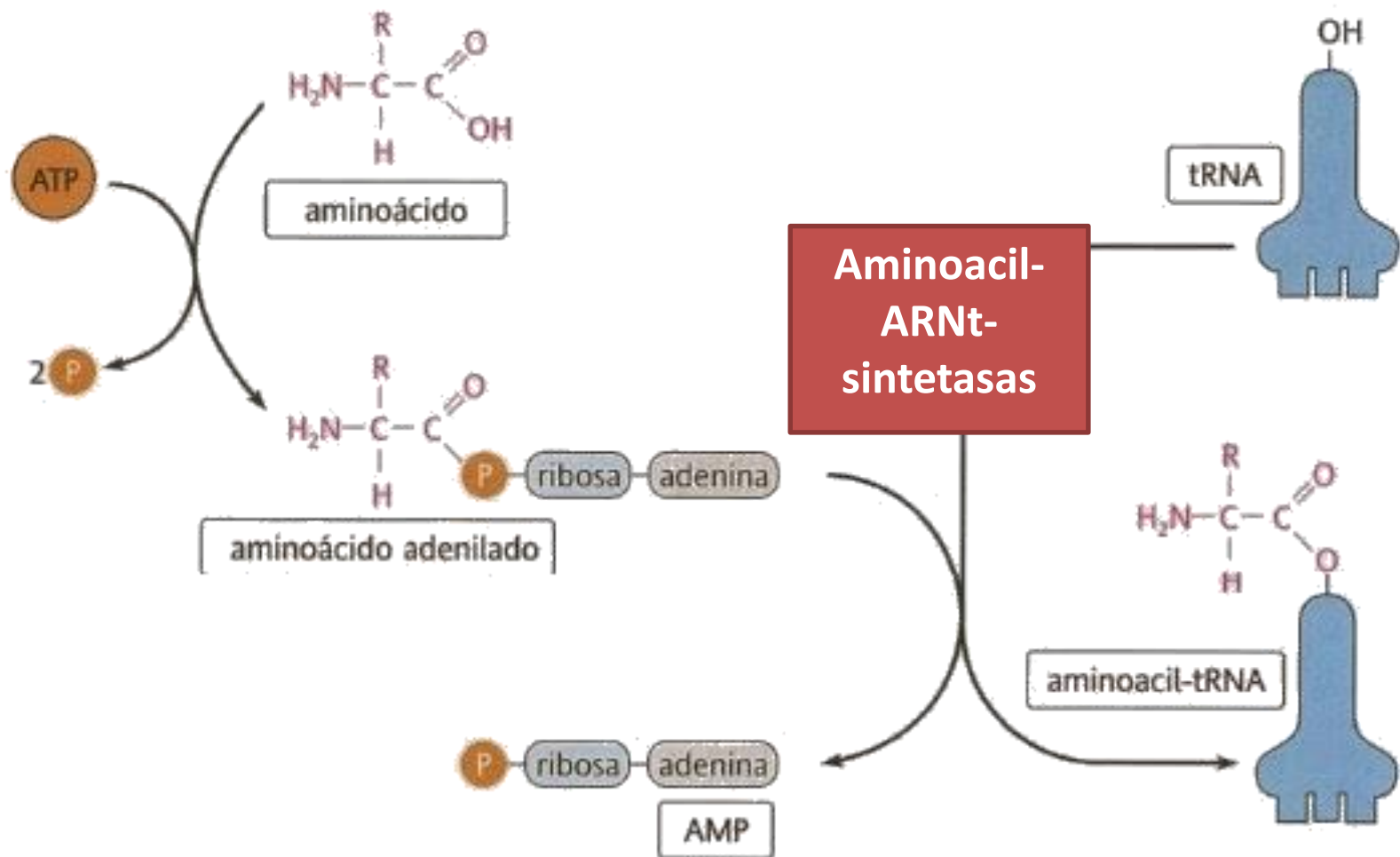
Aminoácido



Secuencia  
complementaria  
al codón en el  
ARNm

**Molécula ARN (73 - 93nt)**

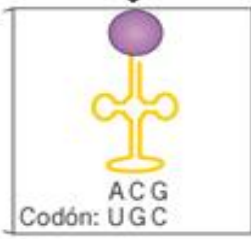
Y: Pirimidida  
R: Purina  
ψ: Pseudouridina



# Aminoacil-ARNt

1a. letra		2a. letra				3a. letra	
U	U	U	C	A	G	U	C
		PhenylAlanina	Serina	Tirosina	Cisteína	U	C
		PhenylAlanina	Serina	Tirosina	Cisteína	A	G
		Leucina	Serina	Pare	Pare	U	C
C	C	Leucina	Serina	Pare	Triptófano	U	C
		Leucina	Prolina	Histidina	Arginina	A	G
		Leucina	Prolina	Histidina	Arginina	U	C
		Leucina	Prolina	Glutamina	Arginina	A	G
A	A	Leucina	Prolina	Glutamina	Arginina	U	C
		IsoLeucina	Treonina	Asparagina	Serina	A	G
		IsoLeucina	Treonina	Asparagina	Serina	U	C
		IsoLeucina	Treonina	Lisina	Arginina	A	G
G	G	(Inicio) Metionina	Treonina	Lisina	Arginina	U	C
		Valina	Alanina	Ácido aspártico	Glicina	A	G
		Valina	Alanina	Ácido aspártico	Glicina	U	C
		Valina	Alanina	Ácido glutámico	Glicina	A	G

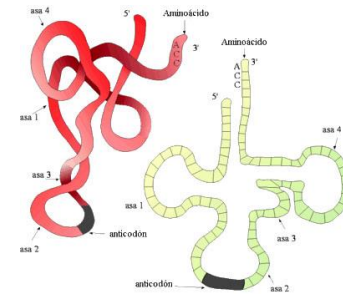
Ejemplos de tRNA



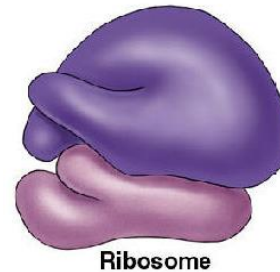
# Interpretando el código (La maquinaria)

ARNm

Código  
Genético



ARNt



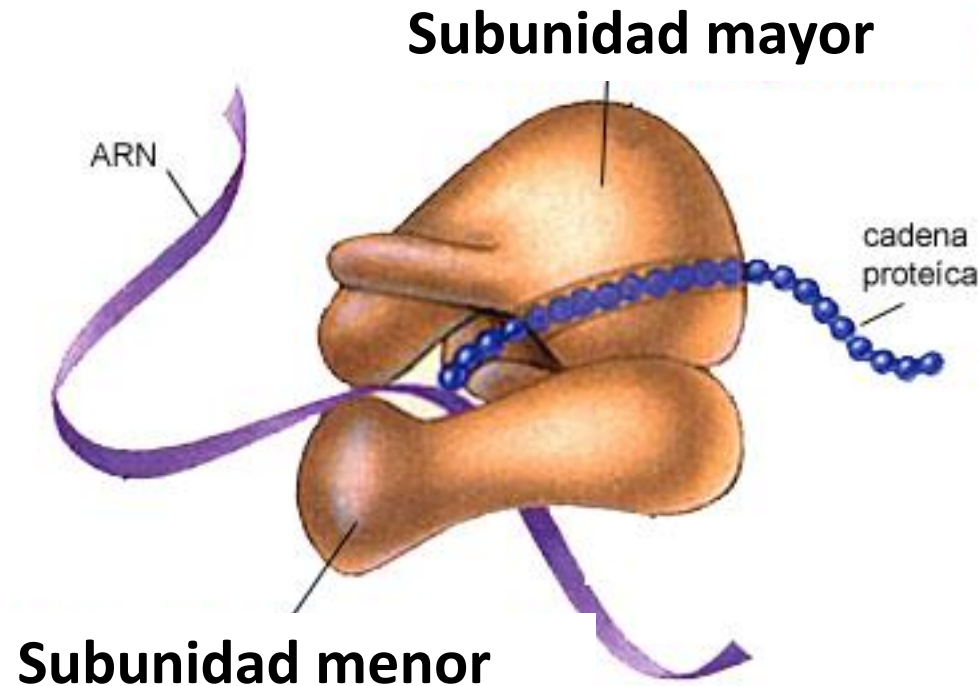
Ribosome

Proteína

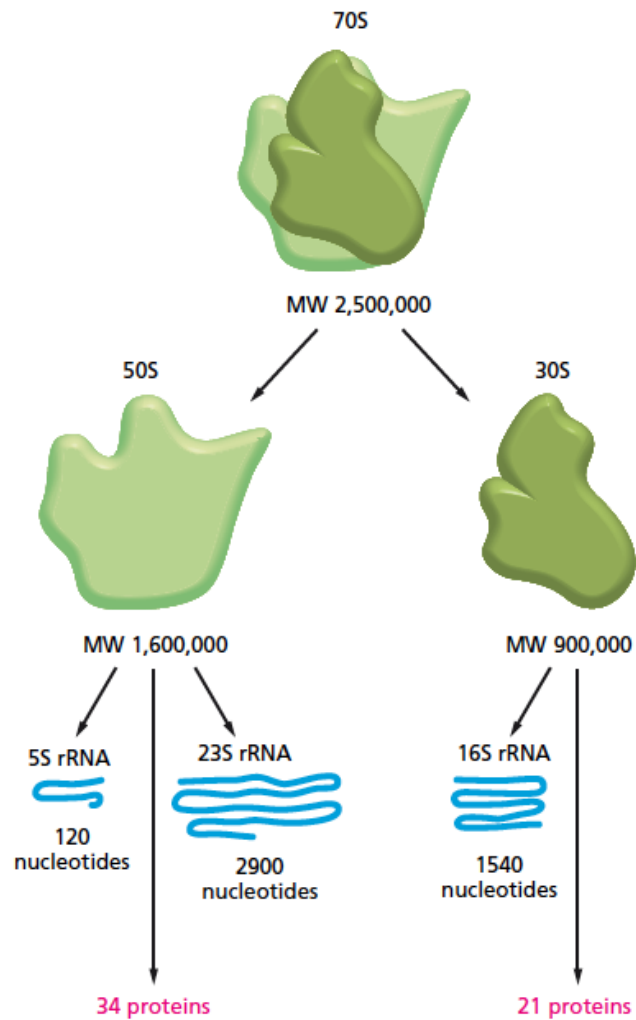


# RIBOSOMAS

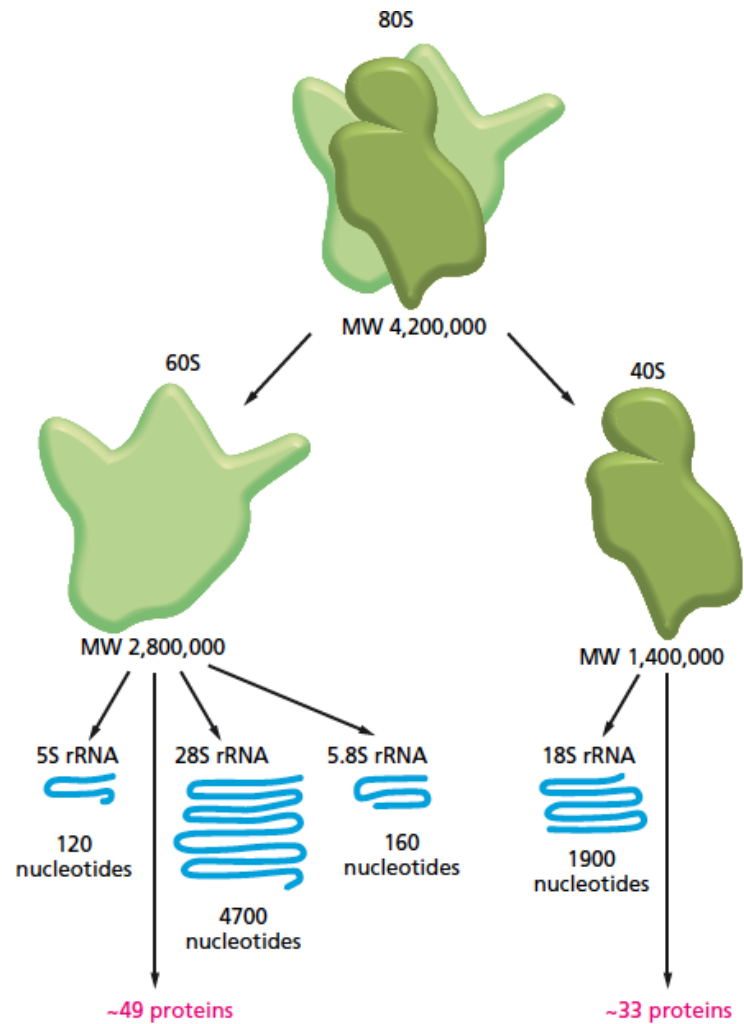
- **Complejo catalítico** formado por proteínas y ARNr
- Función y diseño **conservado en procariotas y eucariotas**



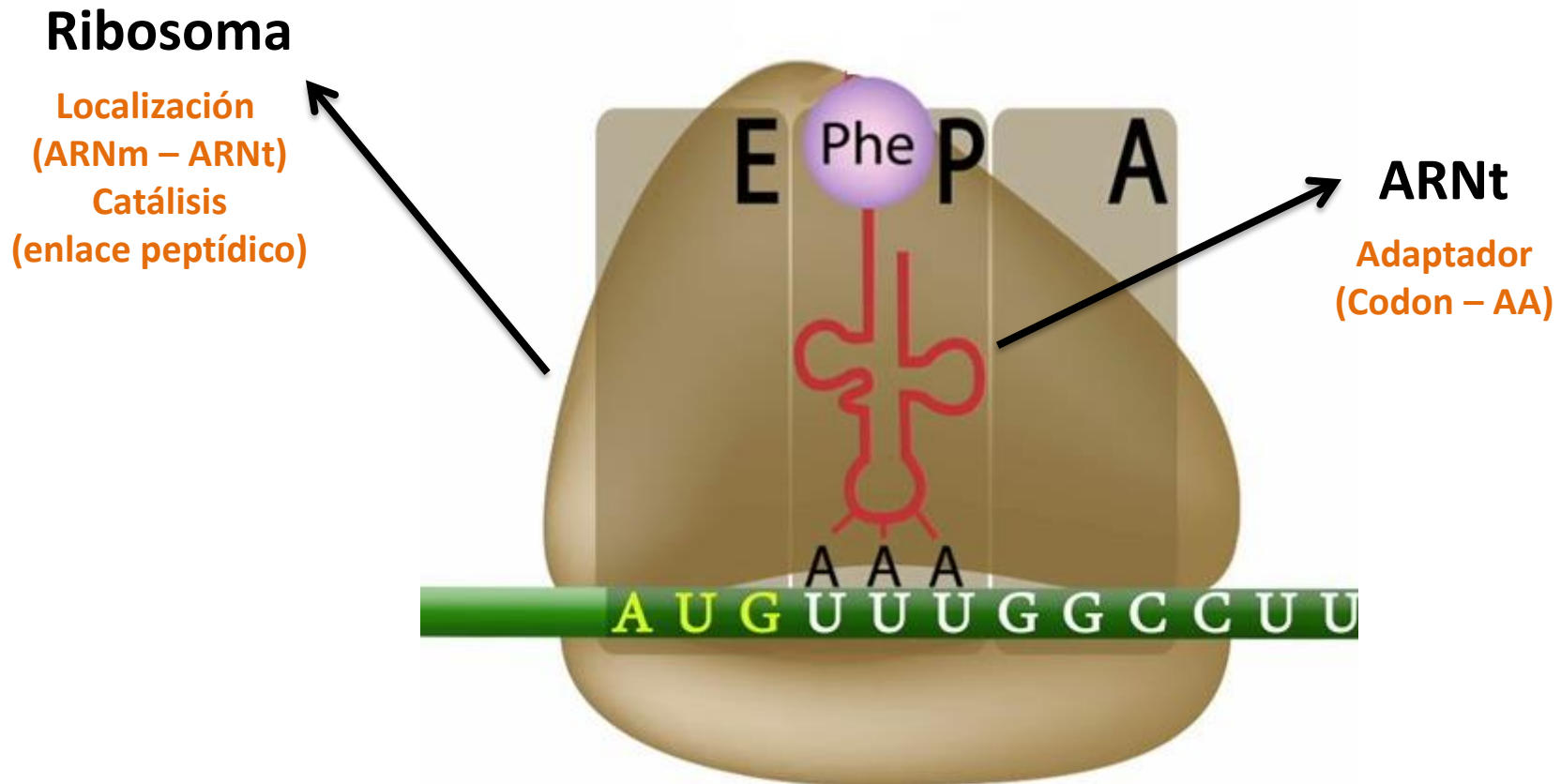
# Procariota



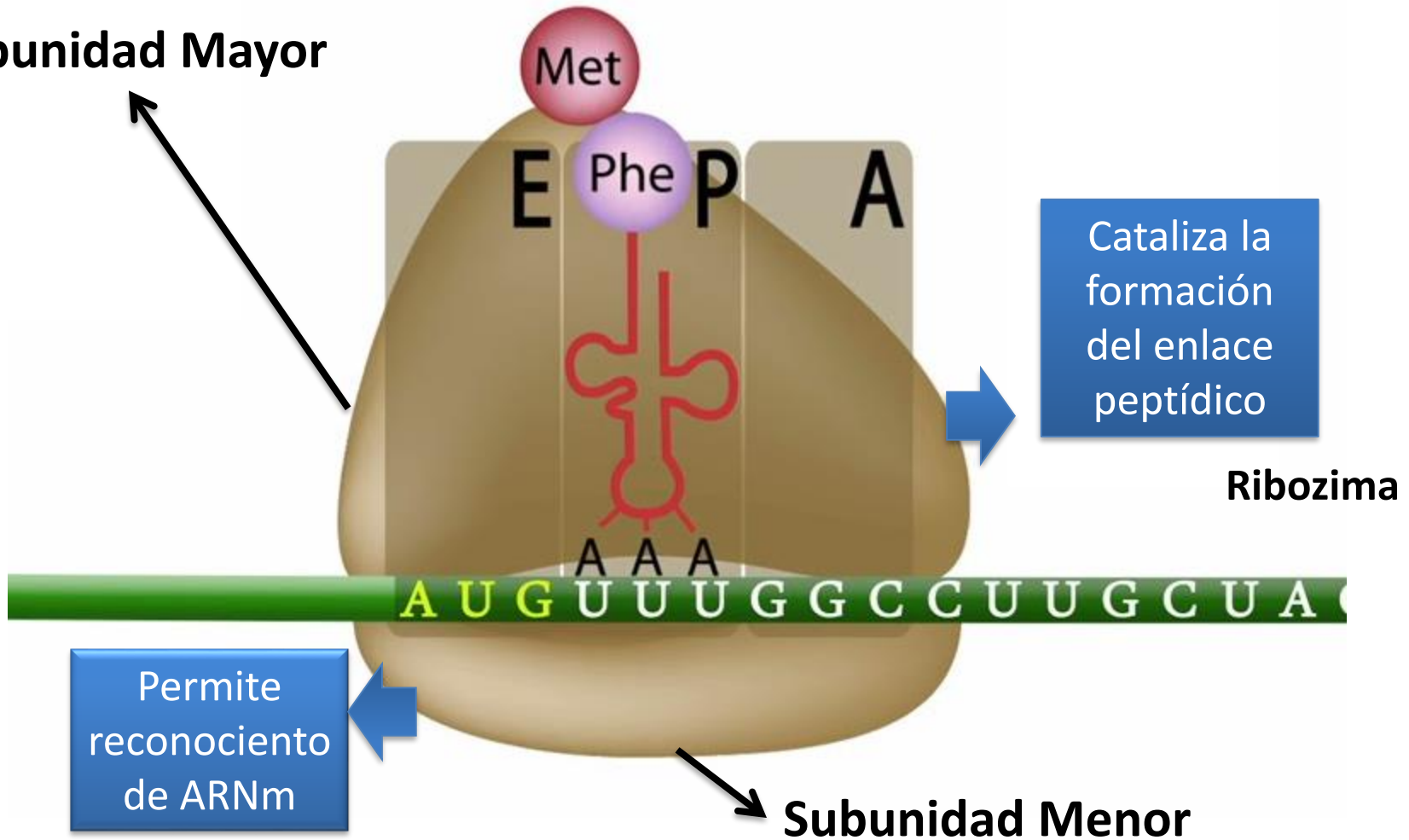
# Eucariota



# Interpretando el código (La maquinaria)



**Subunidad Mayor**



ADN

5'-GCATGCTATATGAAACCATTTCATCCTTTAACCC-3'



ARNm

5'-GCAUGCUAUAUGAAACCAUUCAUCCUUUAACCC-3'

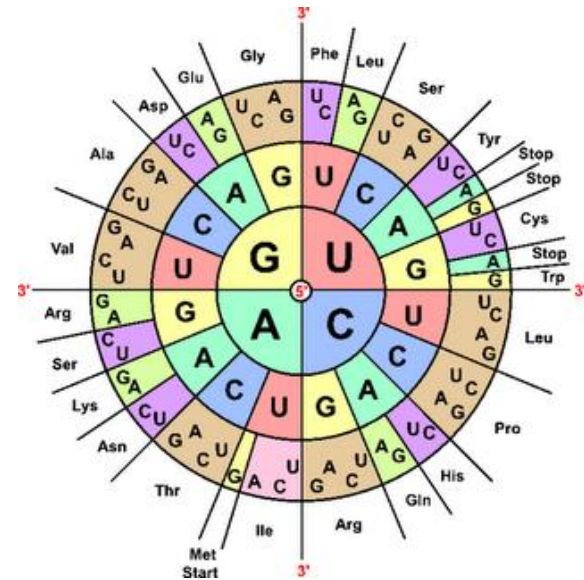
Marco de lectura



Segunda Letra

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

Tercera Letra





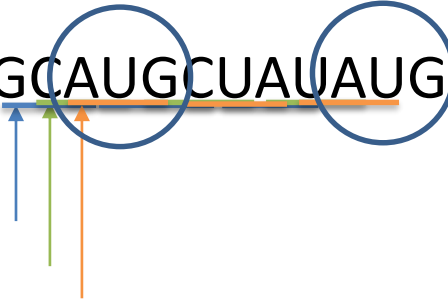
ADN

5'-GCATGCTATATGAAACCATTTCATCCTTTAACCC-3'



ARNm

5'-GCAUGCUAUAUGAAACCAUUCAUCCUUUAACCC-3'



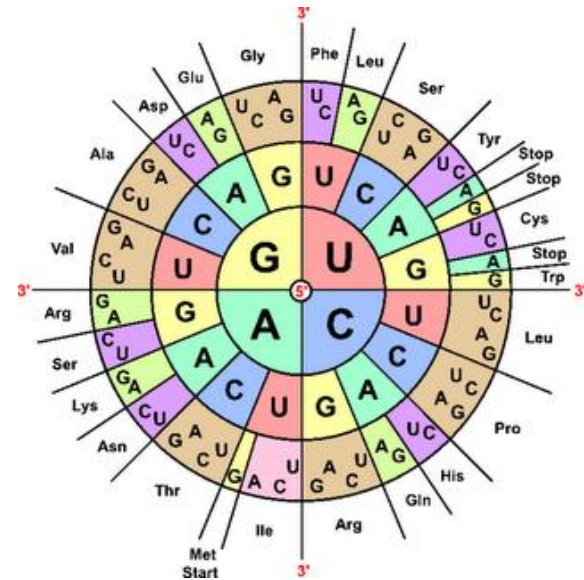
Marco de lectura



Segunda Letra

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

Tercera Letra



ADN

5'-GCATGCTATATGAAACCATTTCATCCTTTAACCC-3'



ARNm

5'-GCAUGCUAU**AUG**AAACCAUUCAUCCUU**UAA**CCC-3'

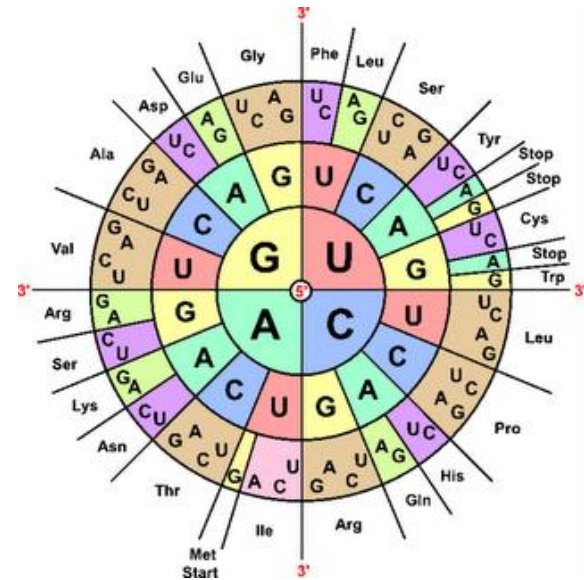
MARCO ABIERTO DE LECTURA (ORF)



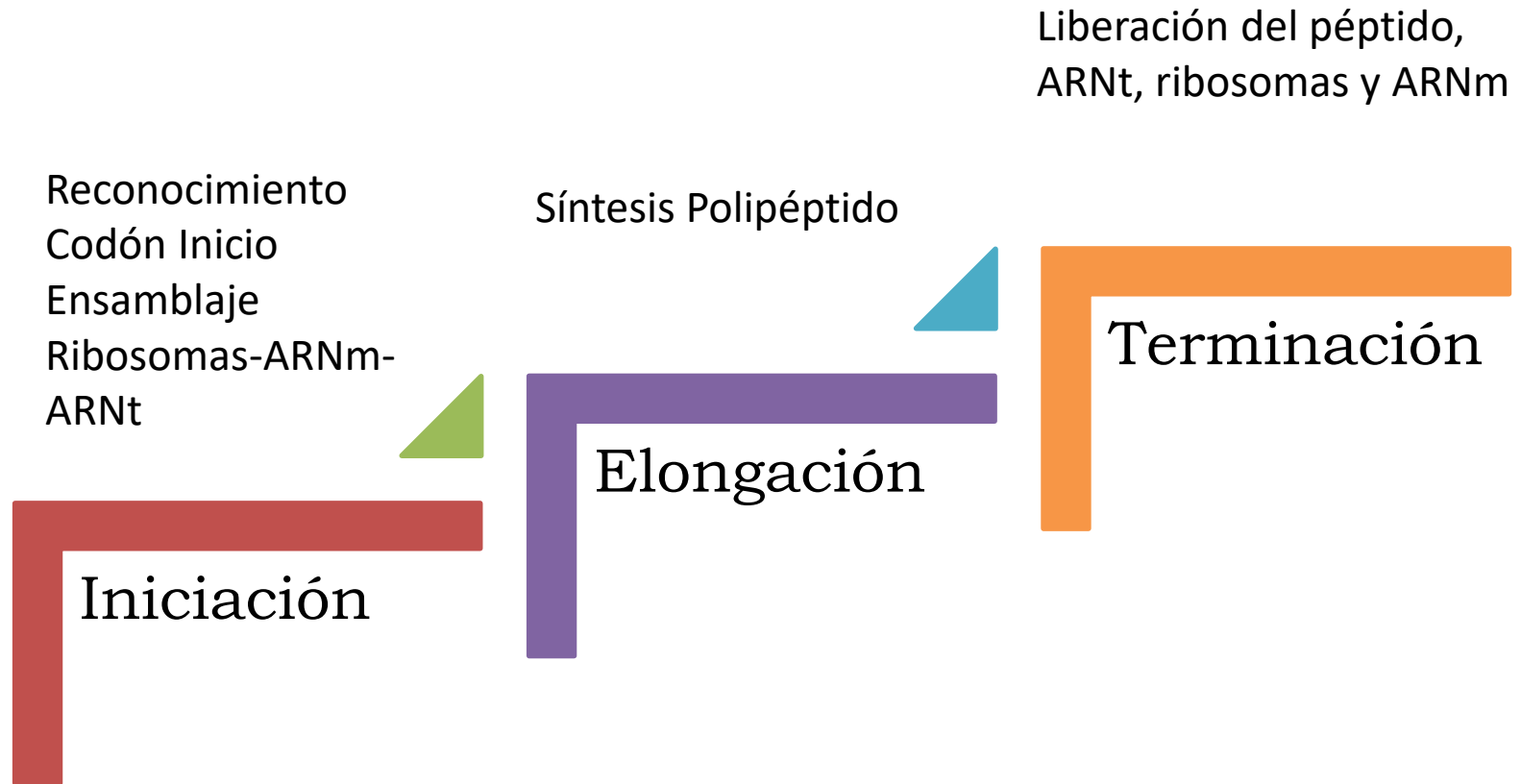
Segunda Letra

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

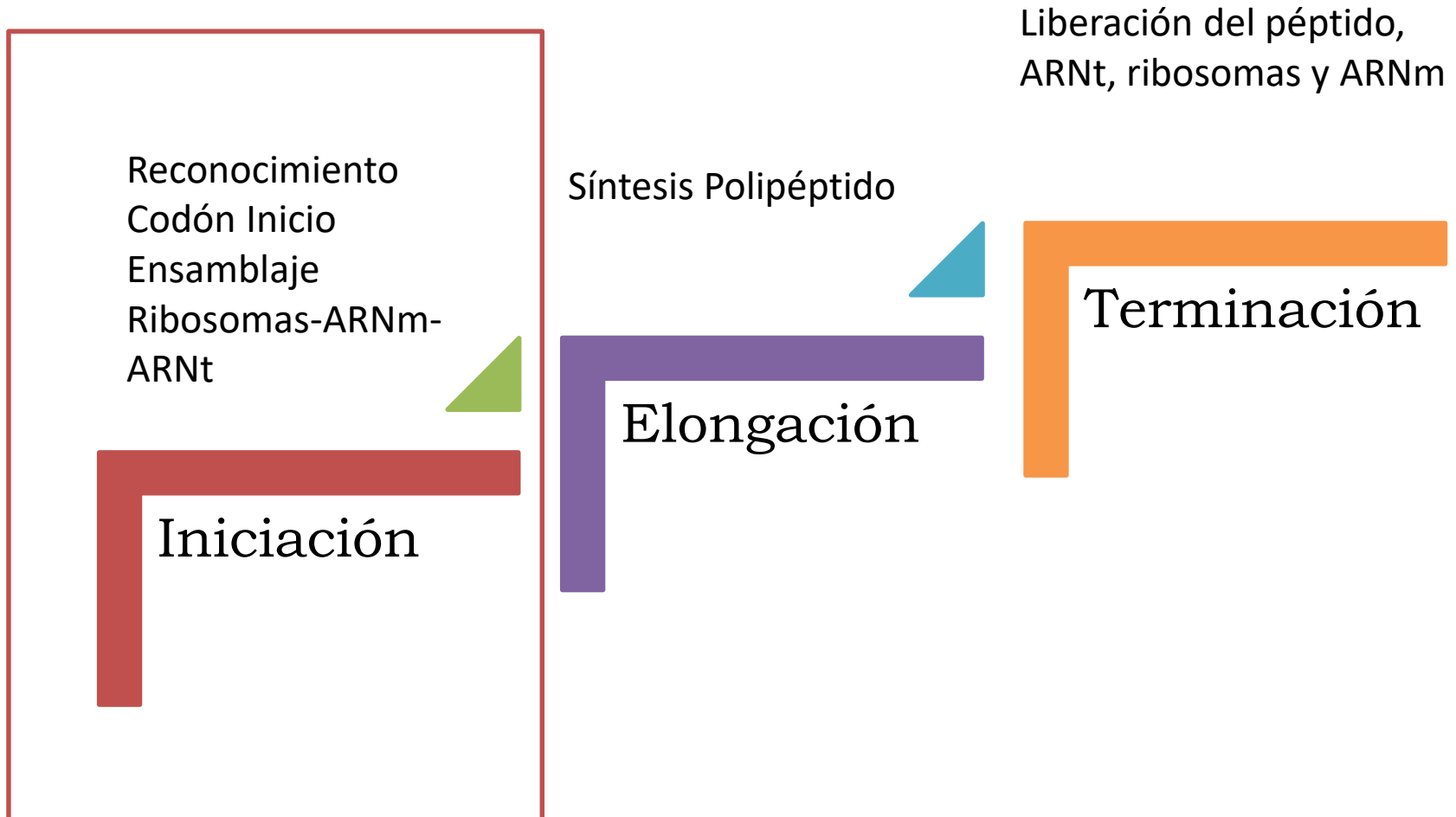
Tercera Letra



# El proceso de traducción



# El proceso de traducción

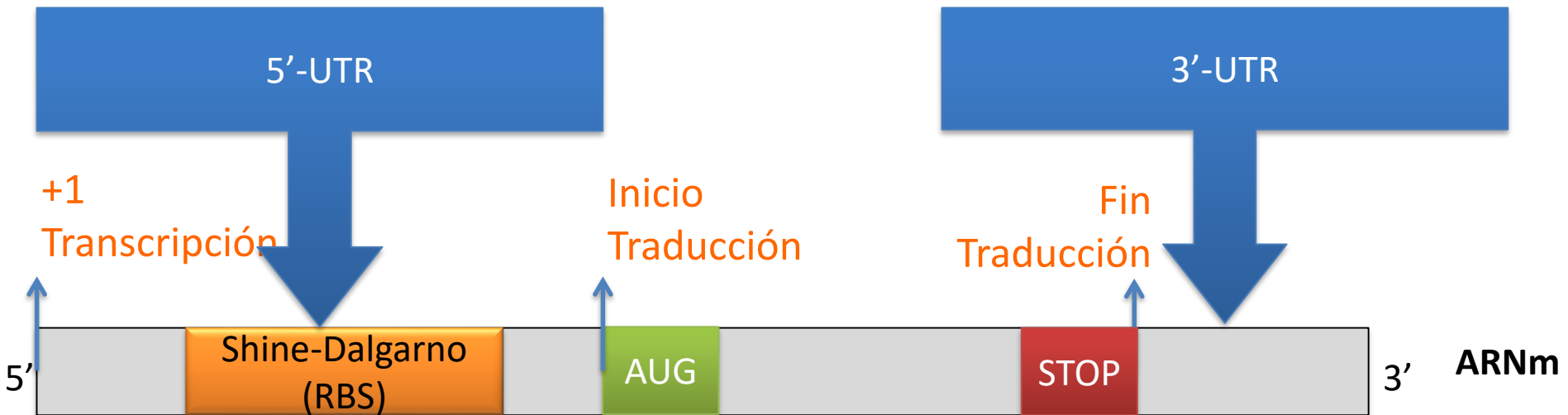


# INICIACIÓN

1. Subunidad menor reconoce el ARNm  
(Factores de Iniciación)
2. Codón inicio **(AUG)** en el **sitio P**
3. Primer ARNt se une al **sitio P**
4. Ensamblaje subunidad mayor del ribosoma

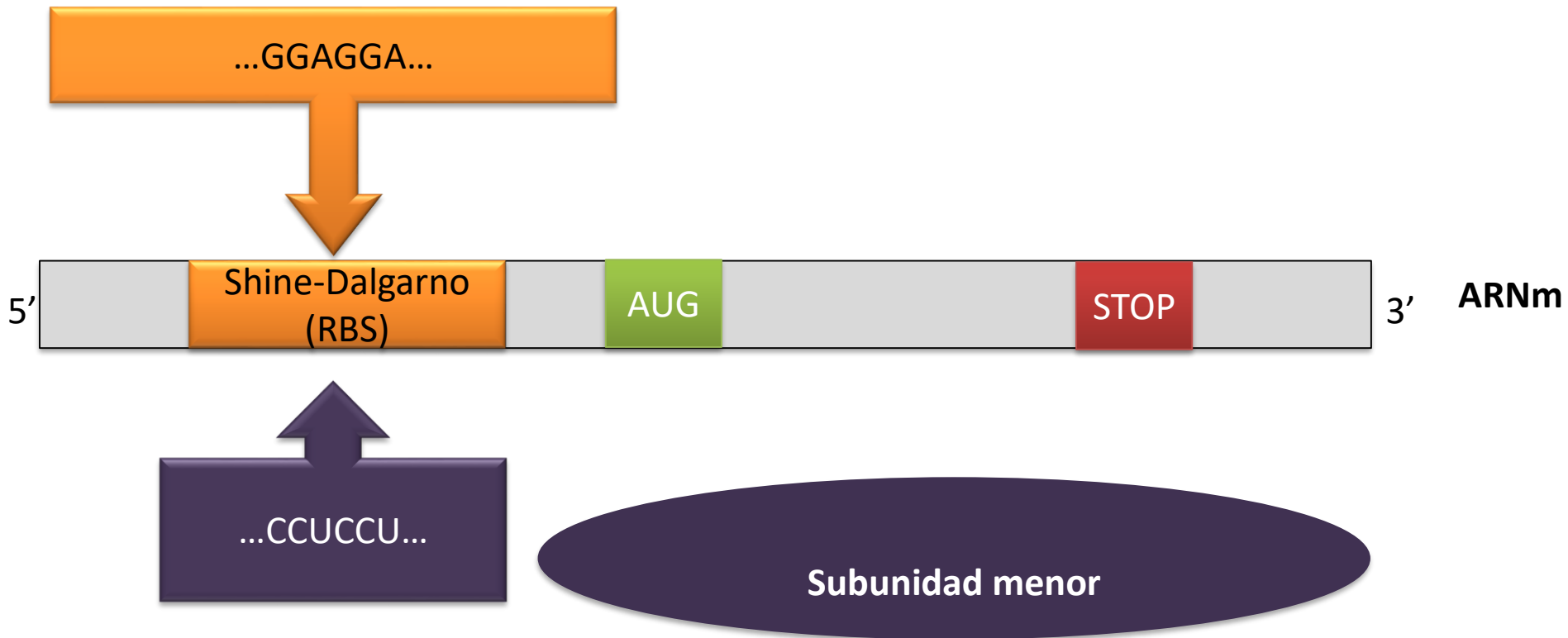


# INICIACIÓN PROCARIOTES



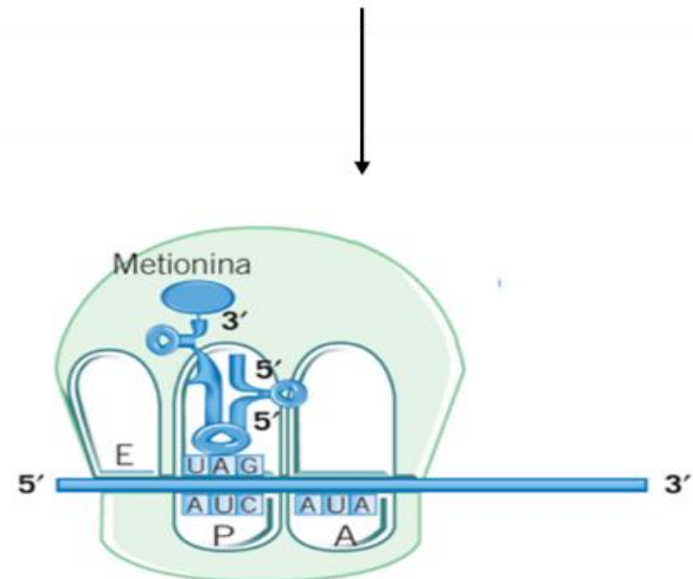
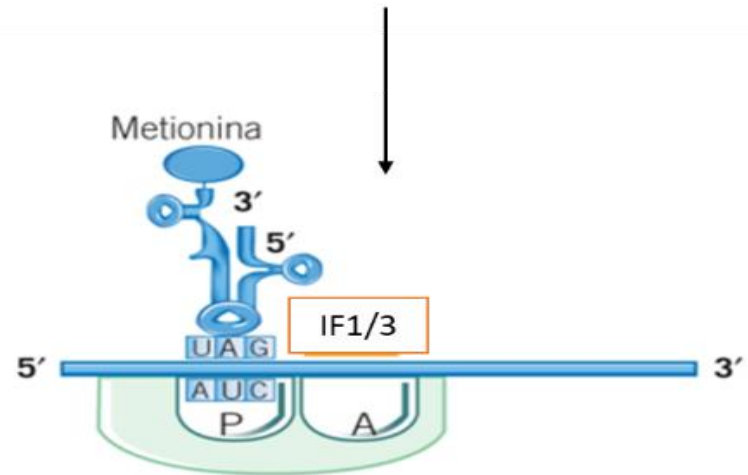
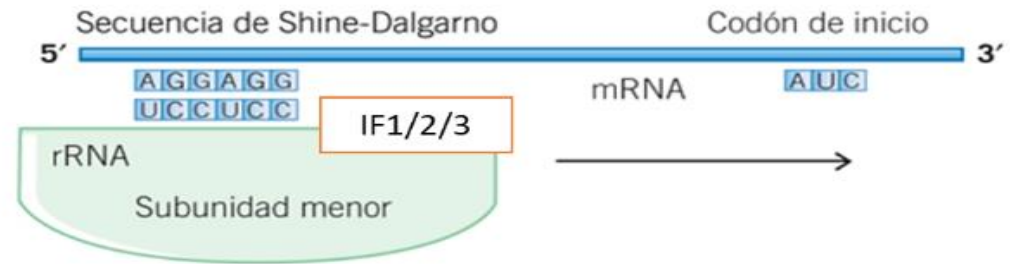
UTR = Untranslated Region  
RBS = Ribosome Binding Site

# INICIACIÓN PROCARIOTES



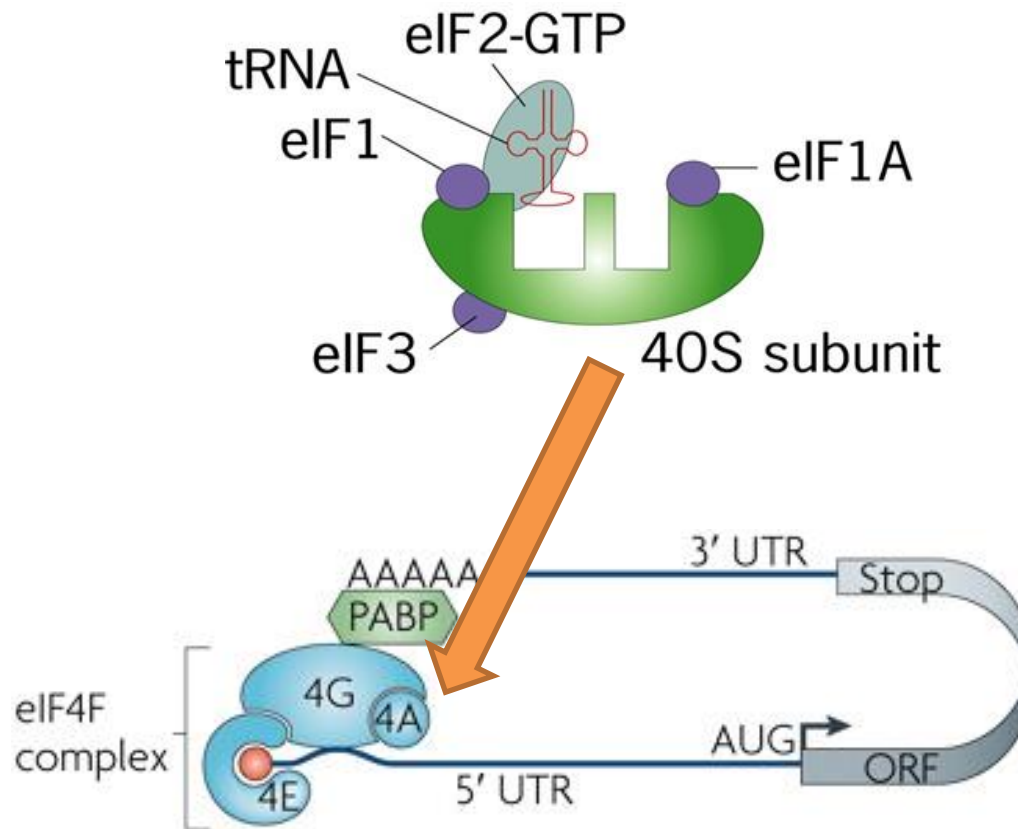
# INICIACIÓN PROCARIOTES

1. Reconocimiento  
secuencia Shine-  
Dalgarno
2. Factores de iniciación  
(IF1,IF2, IF3) – Complejo  
pre-iniciación
3. Unión subunidad mayor  
y liberación factores  
iniciación



# INICIACIÓN EUCARIOTES

1. Reconocimiento Cap5'
2. Factores de iniciación (eIFs) – Complejo pre-iniciación
3. Unión subunidad mayor y liberación factores iniciación



# INICIACIÓN EUCARIOTES

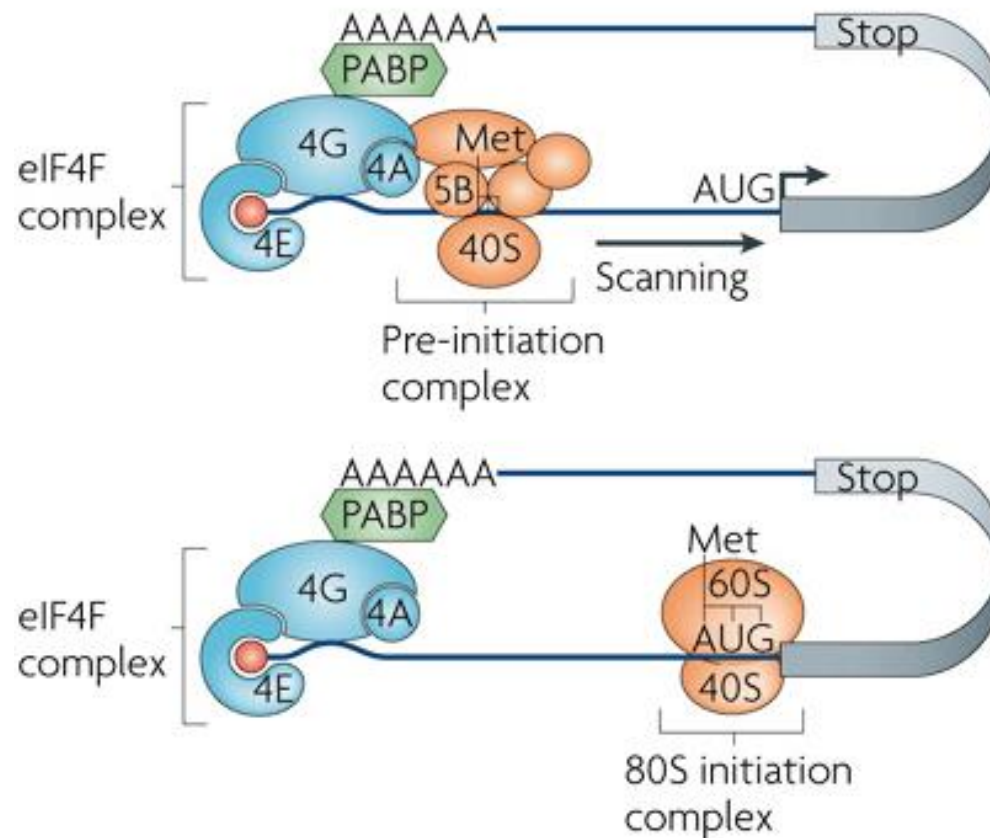
1. Reconocimiento Cap5'
2. Factores de iniciación (eIFs) – Complejo pre-iniciación
3. Unión subunidad mayor y liberación factores iniciación





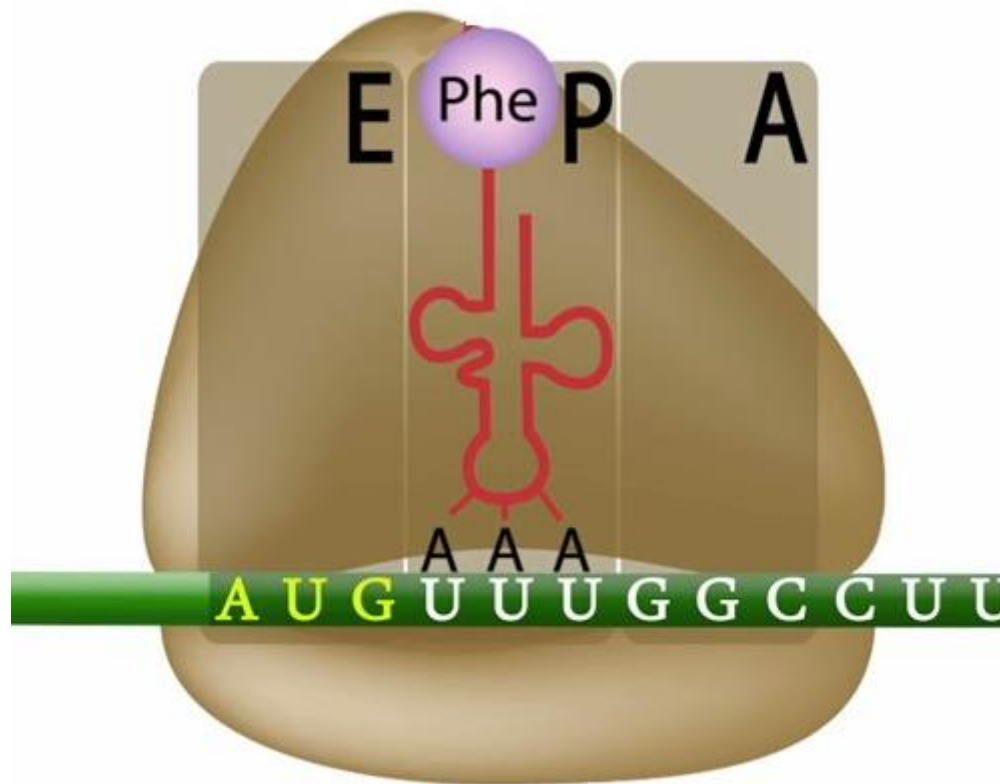
# INICIACIÓN EUCARIOTES

1. Reconocimiento Cap5'
2. Factores de iniciación (eIFs) – Complejo pre-iniciación
3. Unión subunidad mayor y liberación factores iniciación



Nature Reviews | Molecular Cell Biology

# Fin Iniciación → Elongación

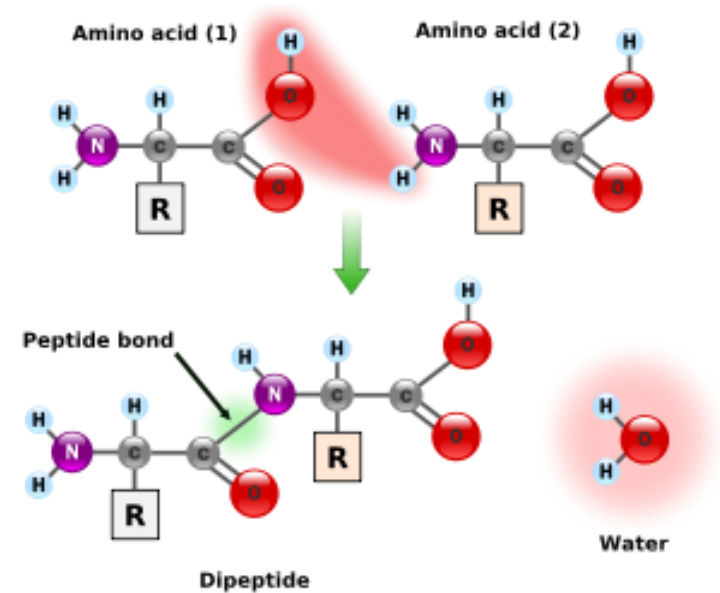
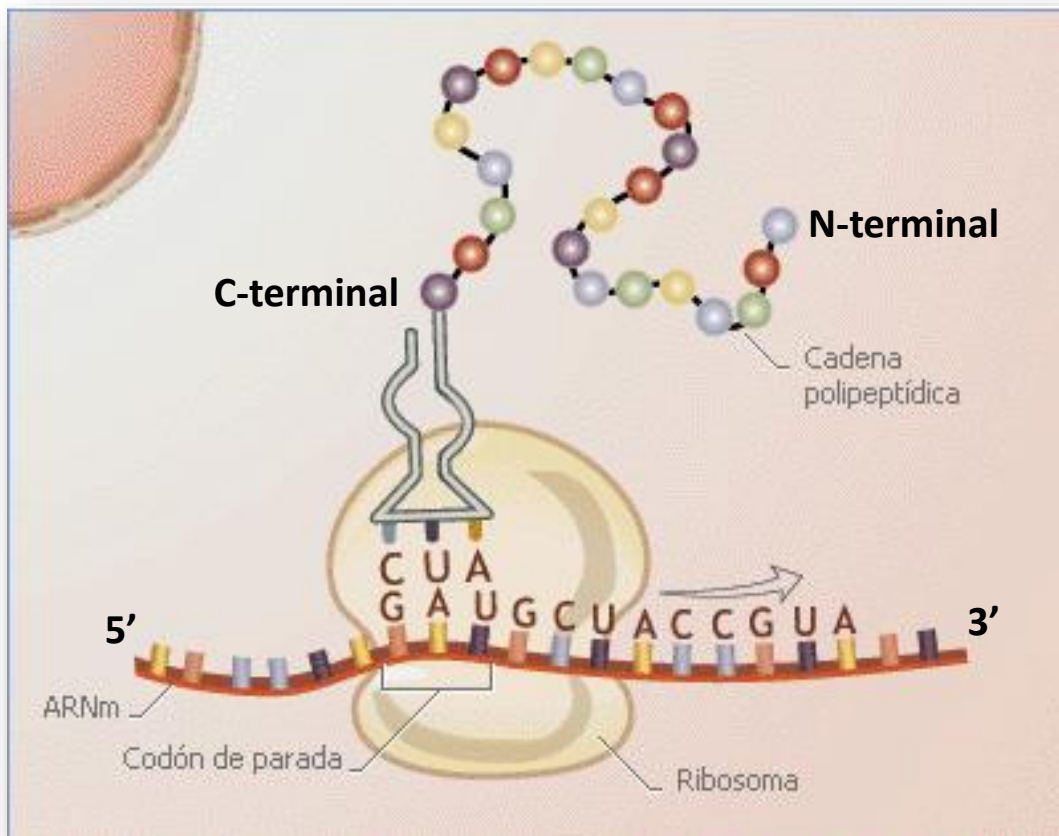


<https://www.youtube.com/watch?v=YoyFpumWtHo>

<https://www.youtube.com/watch?v=9OZKLABLino>

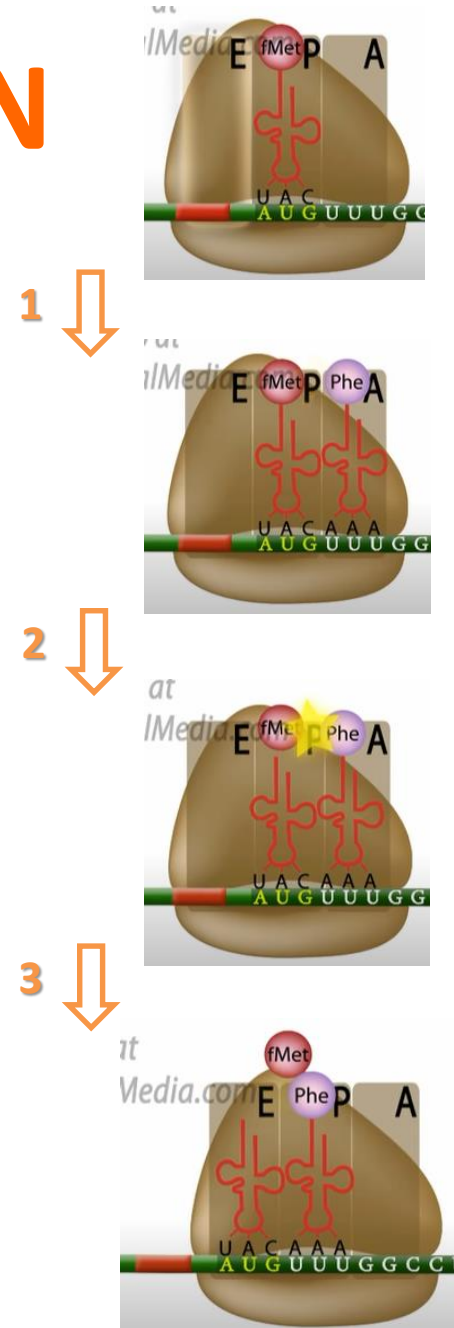
Lectura del ARNm = 5' → 3'

Síntesis proteína = Amino terminal → carboxilo terminal



# ELONGACIÓN

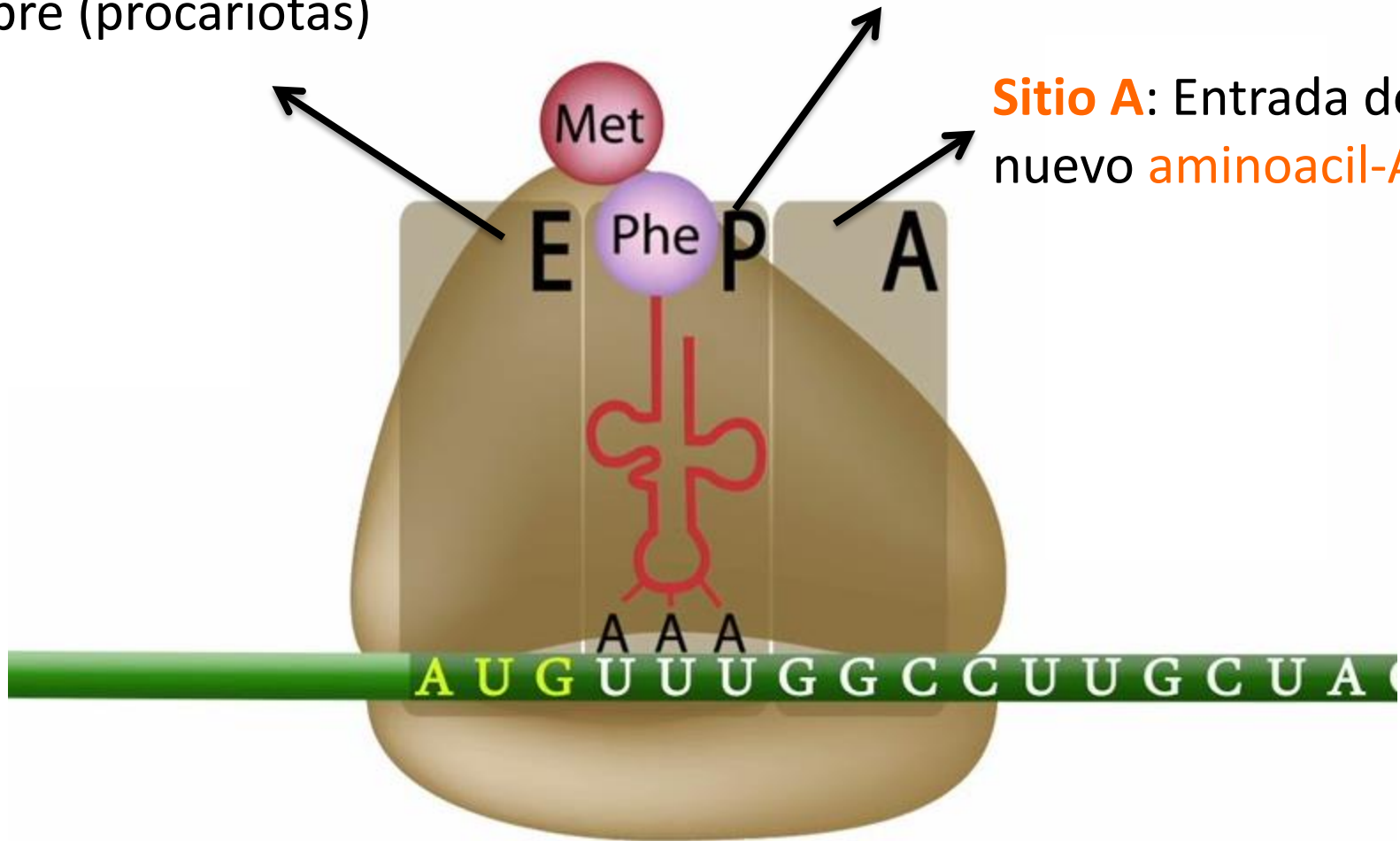
1. Nuevo aminoacil-ARNt **entra al sitio A**
2. Se forma el enlace peptídico entre los aminoácidos
3. El ribosoma se trasloca dejando el ARNt que carga el péptido en el **sitio P** y el ARNt libre en el **sitio E**
4. Liberación del ARNt del **sitio E** y queda libre el **sitio A** para volver a iniciar



**Sitio E:** Salida del ARNt libre (procariotas)

**Sitio P:** ARNt unido al péptido naciente

**Sitio A:** Entrada del nuevo aminoacil-ARNt

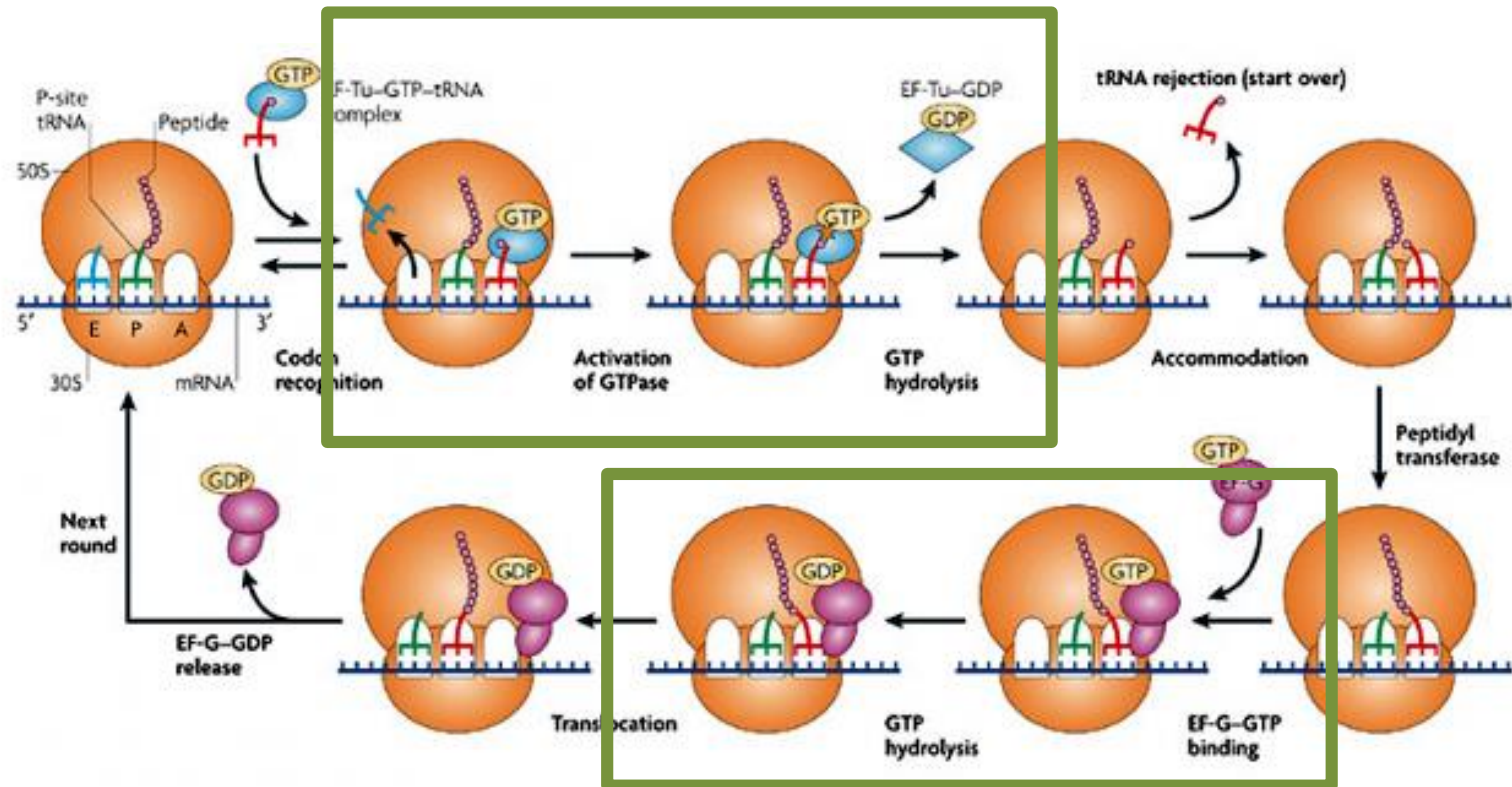


# TRADUCCIÓN

<https://www.youtube.com/watch?v=9OZKLABLino>

<https://www.youtube.com/watch?v=YoyFpumWtHo>

# Costo energético



<https://i.stack.imgur.com/Zsxx0.png>



# TERMINACIÓN

Tres codones de terminación:

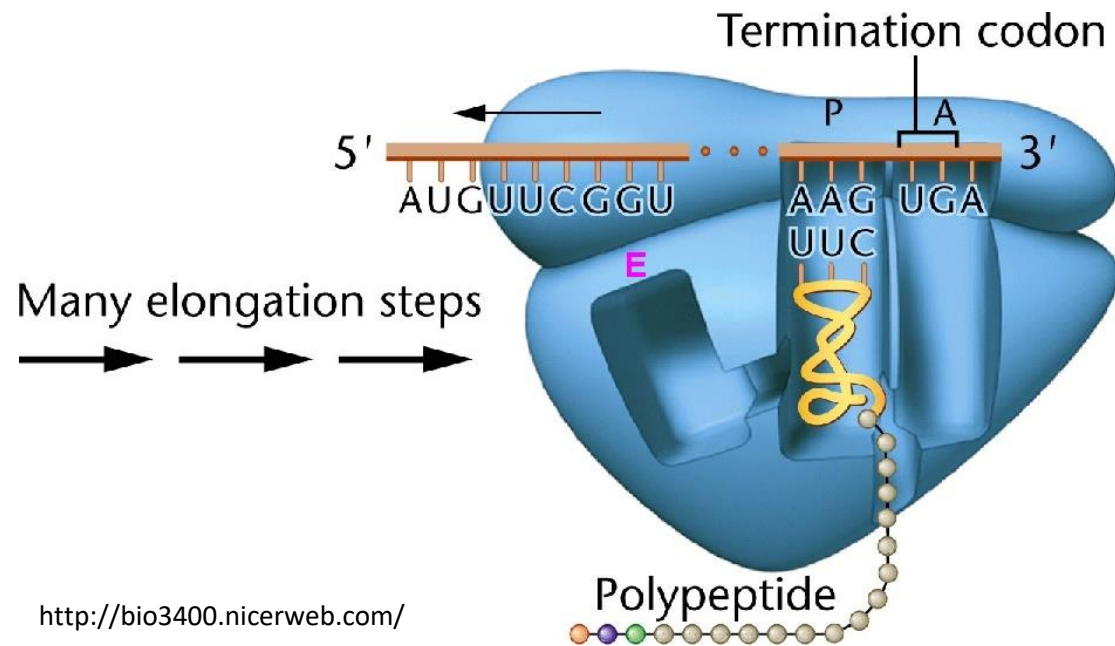
UAG

UAA

UGA

## Etapas

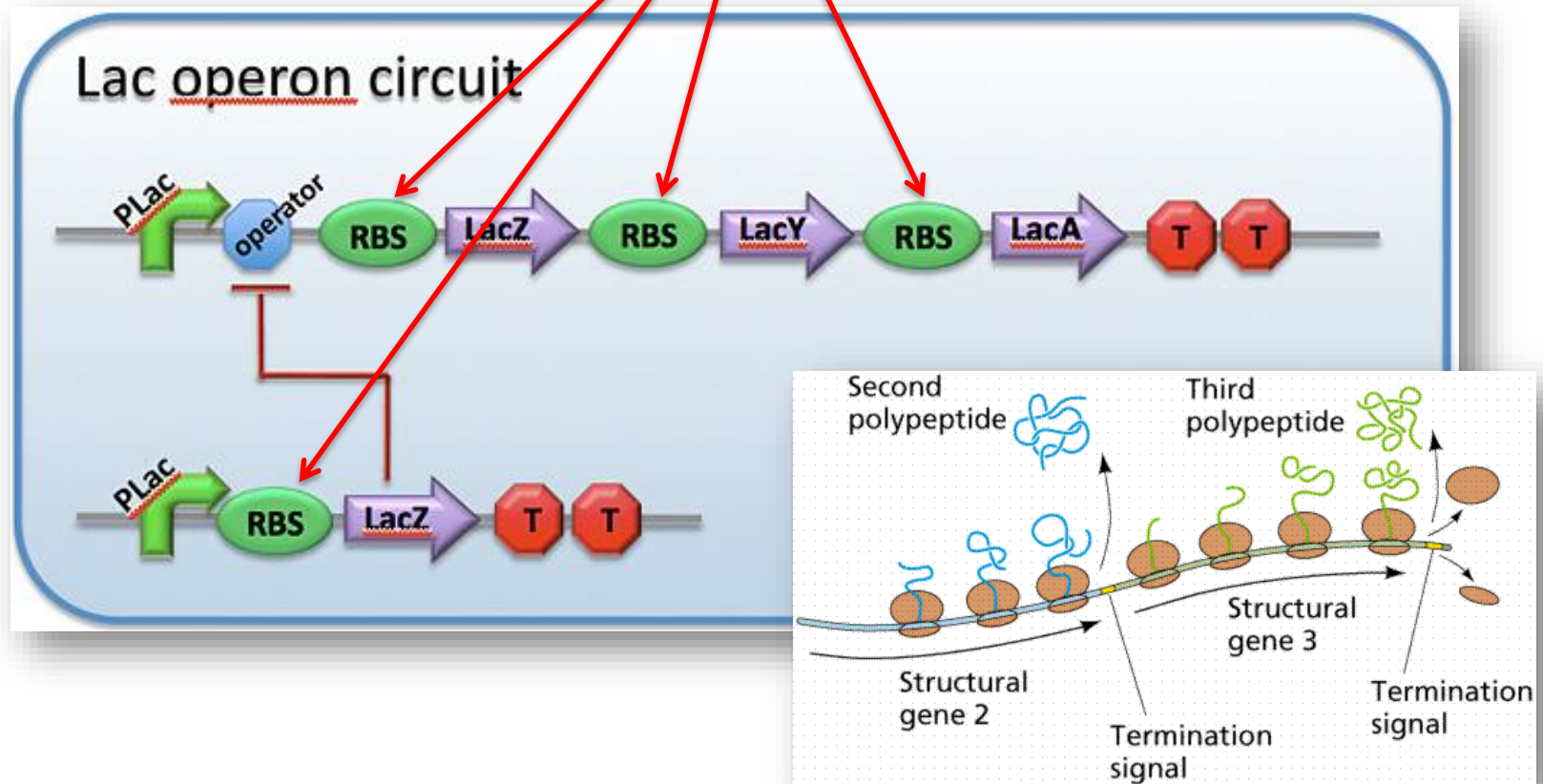
1. Liberación del péptido
2. Liberación de ARNt, ribosomas y ARNm



# Y LOS POLICISTRÓNICOS



Cada cistron dentro de un operon tiene su propio  
**RBS**



# Regulación Traducción

- Bloqueo traducción
  - Unión de proteínas a región no traducida 5' (5'-UTR).
- Estabilidad del mRNA
  - Poliadenilación
- Actividad de factores
  - Regulación actividad de factores de iniciación y elongación



# Inhibidores de Traducción (Antibióticos)

Compuesto		Mecanismo de acción
Tetraciclina	Bacteria	Bloquea la unión del Aminoacil-ARNt al sitio A del ribosoma
Estreptomicina	Bacteria	Evita el paso de iniciación a elongación
Cloranfenicol	Bacteria	Bloquea la acción de la peptidil-transferasa
Eritromicina	Bacteria	Se une al canal de salida del péptido en el ribosoma evitando la elongación
Puromicina	Bacteria y eucariotes	Causa liberación temprana del péptido naciente
Ciclohexamida	Eucariotes	Bloquea la translocación
Anisomicina	Eucariotes	Bloquea la acción de la peptidil-transferasa

# Para llevar a casa...



## TRADUCCIÓN

- ARN  $\rightarrow$  Proteína
- Intervienen ARNm (mensaje), ARNt(traductor), Ribosomas (catalizador)
- Proceso consta de 3 fases (iniciación-elongación y terminación)
- La lectura del ARNm 5'  $\rightarrow$  3' por tripletas  
**CODONES**
- La equivalencia entre tripletas de nucleótidos y aminoácidos se denomina **CÓDIGO GENÉTICO**

<http://www.youtube.com/watch?v=lkq9AcBcohA>

*Para llevar a casa...*



## TRADUCCIÓN

- Intervienen ARNm (mensaje), ARNt(traductor), Ribosomas (catalizador), Factores proteicos ayudadores (IFs, EFs y TFs)
- La síntesis del péptido N-terminal → C-Terminal
- Fases iniciación-elongación-terminación
- Diferencias procariotas-eucariotas en eventos específicos (iniciación)



# Material de Apoyo Recomendado

- Alvarez Rodríguez BA, Gómez Meda BC, Vera Cruz JM. Traducción. 2016. En: Salazar Montes A.M., Sandoval Rodríguez A.S., Amendáriz Borunda J.S. **Biología Molecular. Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud**. Segunda Edición. Ed. McGraw-Hill Interamericana Editores. **Capítulo 7.** <https://www.youtube.com/watch?v=9OZKLABLino>
- Karp JI, Wallace M. El dogma central: del DNA al RNA a la proteína. 2019. En: **Biología celular y molecular conceptos y experimentos**. Octava Edición. McGraw-Hill Interamericana Editores. **Capítulos 11.**
- Watson JD, Baker TA, Bell SP, Gann A, Levine M, Losick R. 2016. Traducción. En: **Biología Molecular del Gen**. Séptima Edición. Editorial Médica Panamericana. **Capítulo 15.**
- <https://www.youtube.com/watch?v=gOZKLABLino>
- <https://www.youtube.com/watch?v=YoyFpumWtHo>