

***QUÍMICA GENERAL**

**- Licenciatura en Ciencias
Biológicas**

2020

TEMA 9

HORMONAS

- **Clasificación según naturaleza química. Mecanismos de acción.**
- **Glándulas endócrinas y las hormonas que ellas producen.**
- **Metabolismos en los cuales actúa cada hormona.**
- **Regulación de la secreción hormonal.**
- **Otros órganos con función endócrina en los vertebrados.**
- **Feromonas.**
- **Hormonas vegetales.**



SISTEMAS DE CONTROL DEL SER VIVO

mantienen

Equilibrio constante en todos los sistemas del organismo vivo

LA HOMEOSTASIS

por la acción de

SISTEMA ENDOCRINO

SISTEMA NERVIOSO

que ejerce

UN CONTROL QUÍMICO

formado por

GLANDULAS ENDOCRINAS

Ambos sistemas actúan por liberación de intermediarios químicos o moléculas mensajeras, que al alcanzar la célula efectora desencadenan una respuesta determinada

COMUNICACIÓN ENTRE CÉLULAS Y TEJIDOS

```
graph TD; A[COMUNICACIÓN ENTRE CÉLULAS Y TEJIDOS] --> B[Señalización Neuronal]; A --> C[Señalización Endocrina];
```

Señalización Neuronal

El mensajero químico es un **neurotransmisor**.
Éste generalmente recorre distancias muy cortas.

Señalización Endocrina

El mensajero químico es una **hormona**.
Ésta generalmente se transmite rápidamente en la sangre entre órganos y tejidos distantes.

El mensajero químico segregado por una célula pasa información a otra célula, uniéndose a un **receptor** específico y desencadenando un cambio en la actividad de esta segunda célula.



***HORMONAS.**

HORMONAS

- Son aquellas sustancias o productos de la secreción de determinadas glándulas del cuerpo de los animales, las personas o las plantas, las cuales transportadas por la sangre o por la savia, y cumplen la función de regular la actividad de otros órganos.



HORMONAS

- Las hormonas pertenecen al grupo de los **mensajeros químicos**, que incluye también a los **neurotransmisores** y las **feromonas**.
- Todos los organismos multicelulares producen hormonas, incluyendo las plantas (**fitohormona**).



HORMONAS

- Viajan a través del torrente sanguíneo hacia los tejidos y órganos.
- Surten su efecto lentamente y, con el tiempo, afectan muchos procesos distintos, incluyendo:
 - Crecimiento y desarrollo.
 - Uso y almacenamiento de energía.
 - Función y características sexuales.
 - Reproducción.
 - Estado de ánimo.



Clasificación Química

* Hormonas Liposolubles

Esteroides*

Derivados del
Colesterol

Testosterona
Estrógeno
Progesterona
Cortisol
Aldosterona

No Esteroides

Aminas

Derivados de
Aminoácidos

Adrenalina
Melatonina
Tiroxina*
Triyodotironina*

Péptidos

Cortas
cadenas de
aminoácidos

Antidiurética
Oxitocina

Proteínas

Largas
cadenas de
aminoácidos

Somatotropina
Insulina
Glucagón
Prolactina
Corticotropina

Glicoproteínas

Proteínas
unidas a
Glúcidos

Hormona
Foliculoestimulante
Hormona
Luteinizante
Hormona
Estimuladora de
Tiroides

SECRECIÓN HORMONAL

- Las hormonas son sustancias químicas producidas y segregadas en pequeñas cantidades por una célula, y que a través de la sangre transportan una señal hacia otra célula, la **célula diana o blanco**.
- Cada hormona tiene un papel específico en el organismo.



La
Secreción
Hormonal
implica:

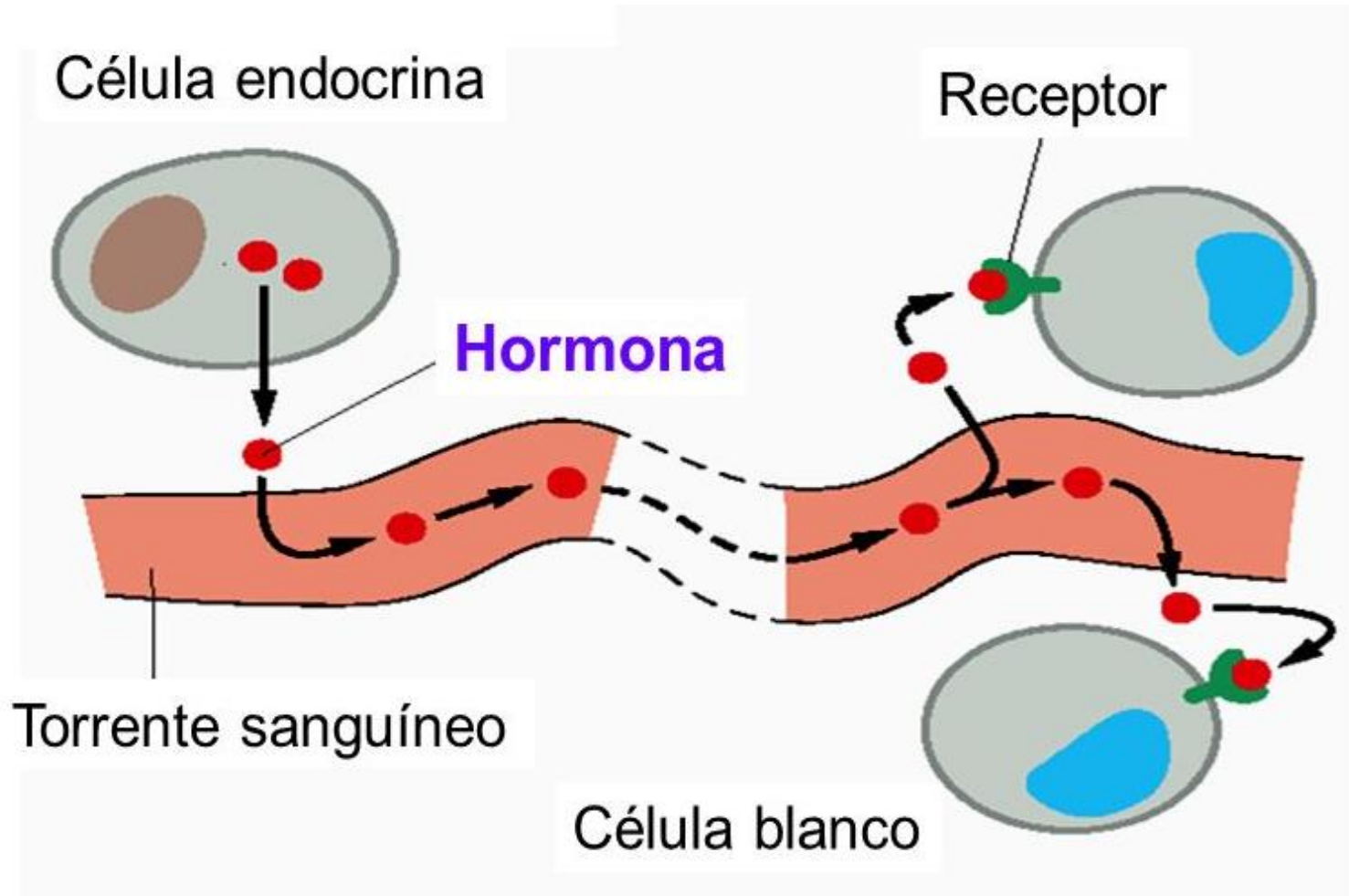
Secreción: liberación hormonal a los líquidos corporales circundantes.

Transporte: de las hormonas a través de la sangre.

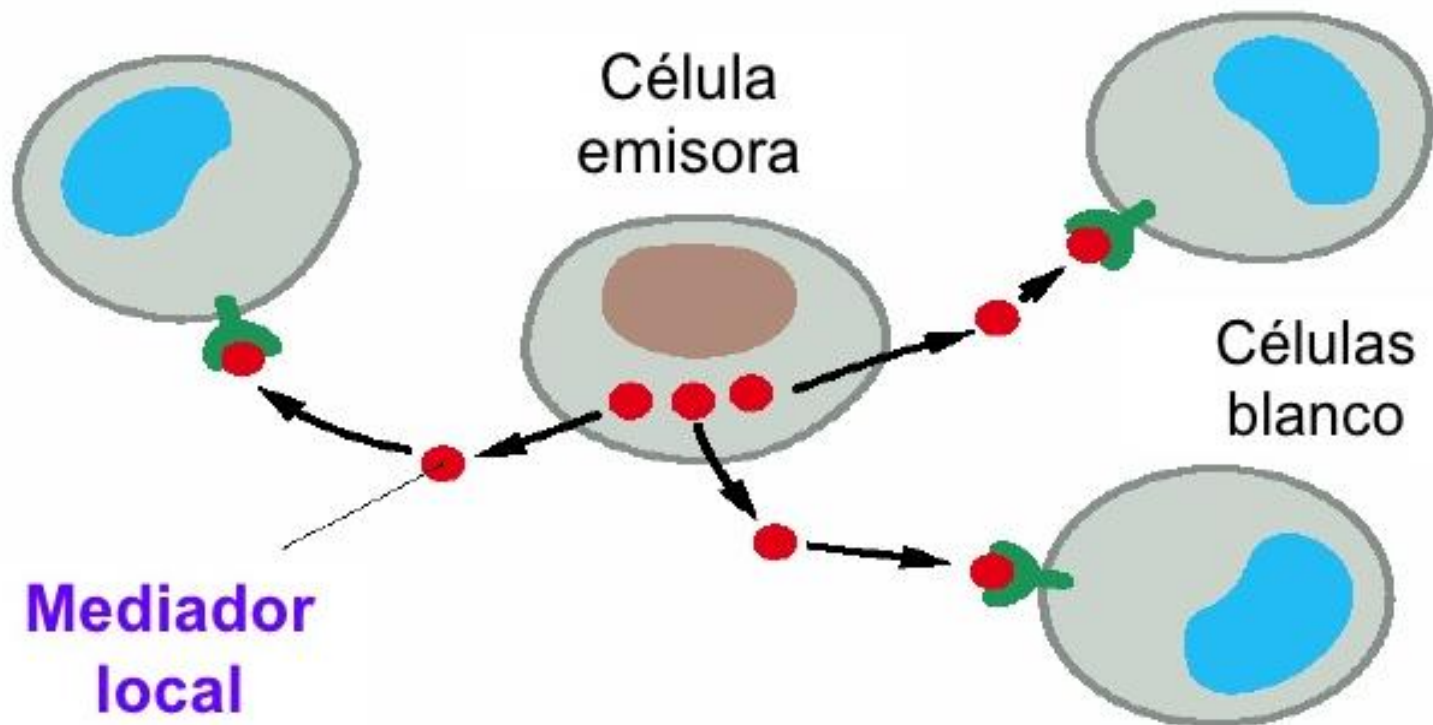
Llegada: de las hormonas a su destino (órgano blanco), en donde modifican la actividad metabólica de sus células diana o blanco.



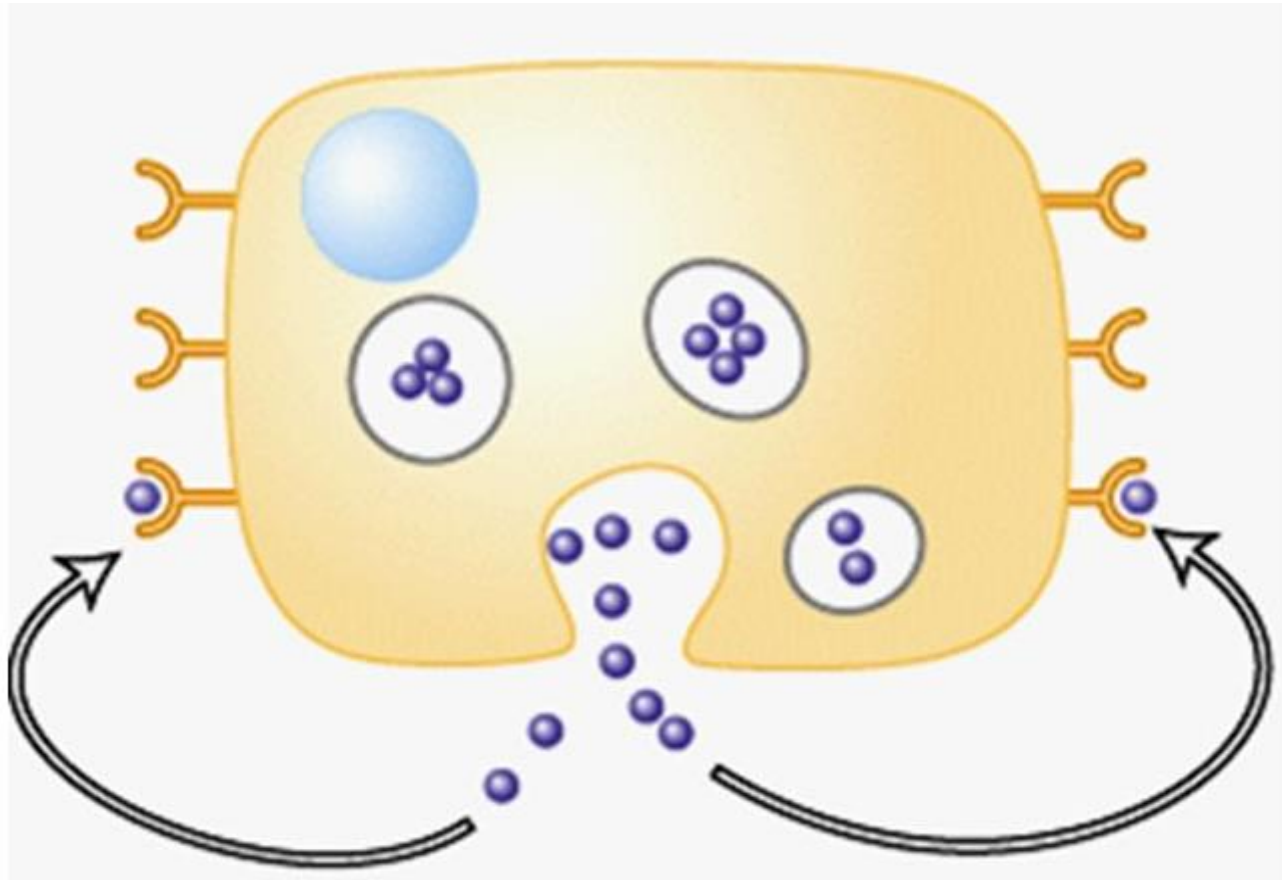
COMUNICACIÓN ENDOCRINA U HORMONAL



COMUNICACIÓN PARACRINA



COMUNICACIÓN AUTOCRINA U AUTOCOMUNICACIÓN



Sitios blanco en la misma célula



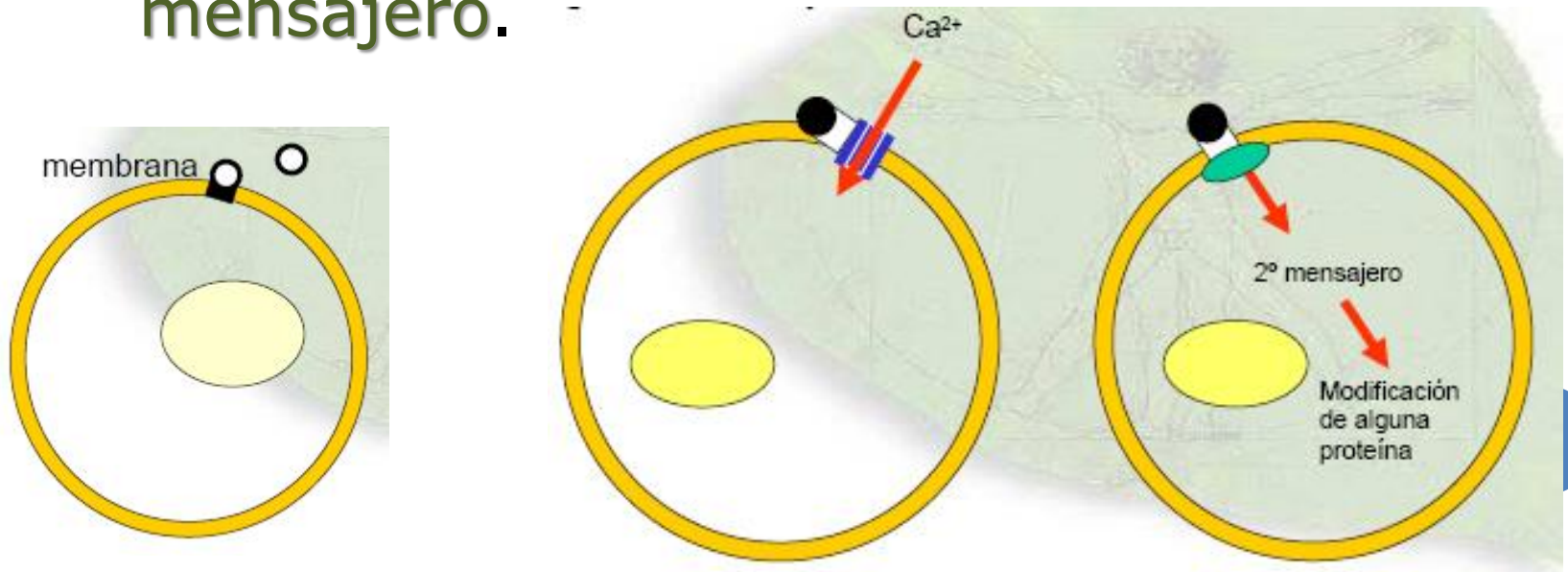
MECANISMOS DE ACCIÓN

- Por regla general:
 - Las hormonas derivadas de los aminoácidos, las peptídicas, las proteicas y las glicoproteínas son **hidrosolubles** y establecen interacciones con receptores situados en la membrana de superficie de las células.
 - Los esteroides y las hormonas tiroideas son **liposolubles** y ejercen su acción sobre receptores nucleares intracelulares.

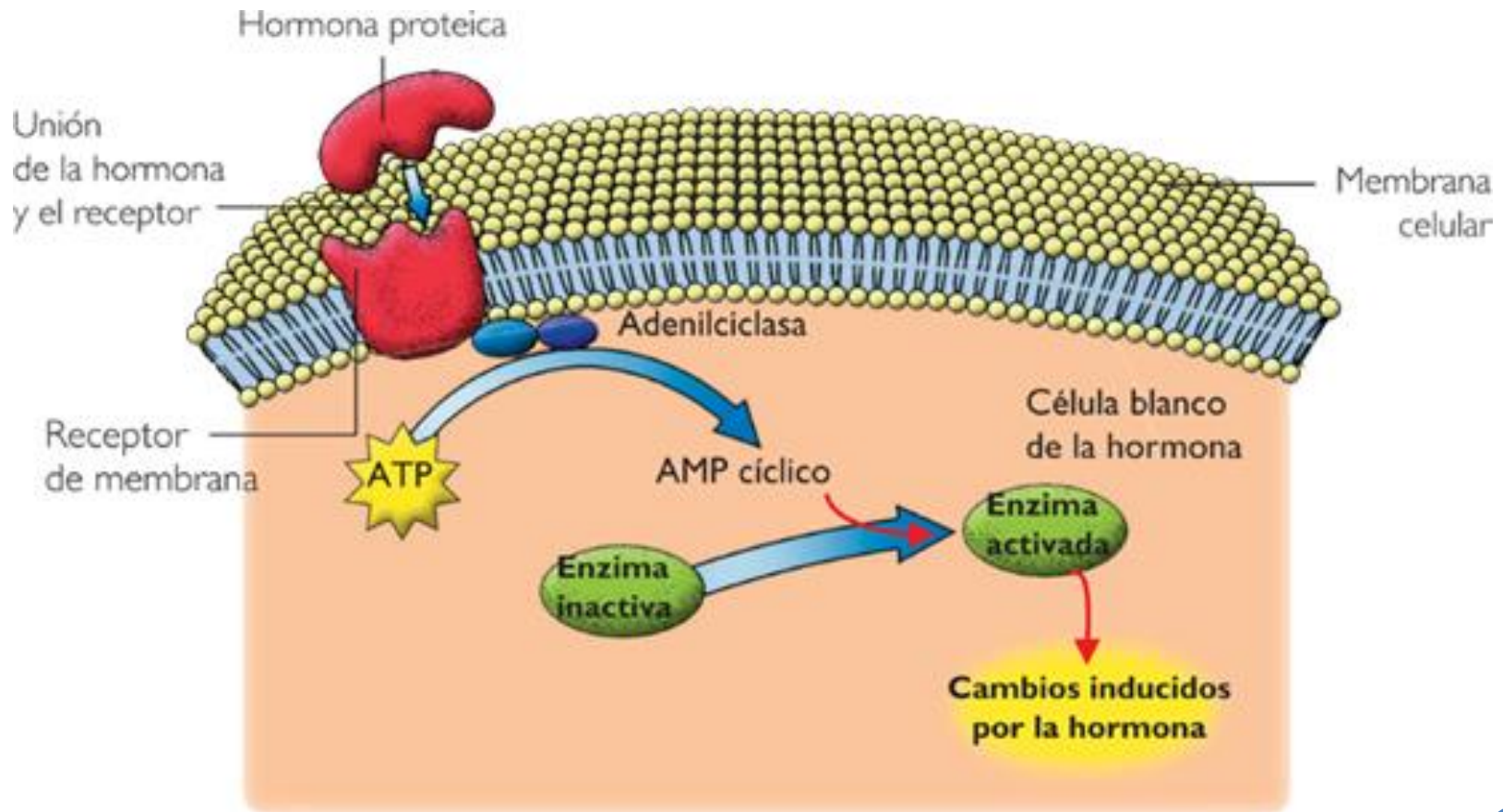


HORMONAS HIDROSOLUBLES

- Tienen **receptores en la membrana**.
- Pueden modificar:
 - La **apertura de un canal iónico**.
 - La actividad de alguna proteína intracelular mediante un **segundo mensajero**.

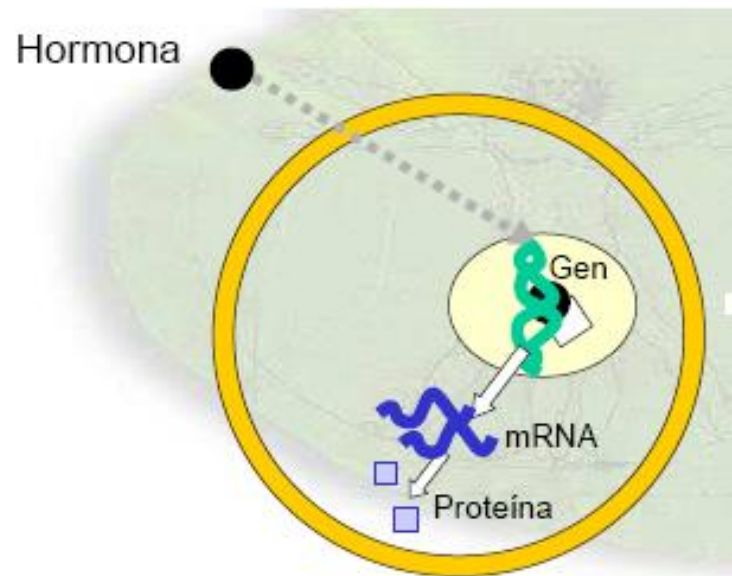
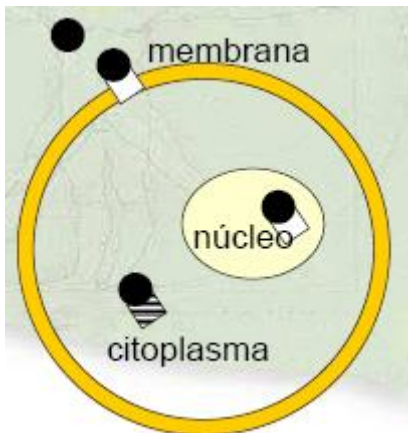


HORMONAS HIDROSOLUBLES

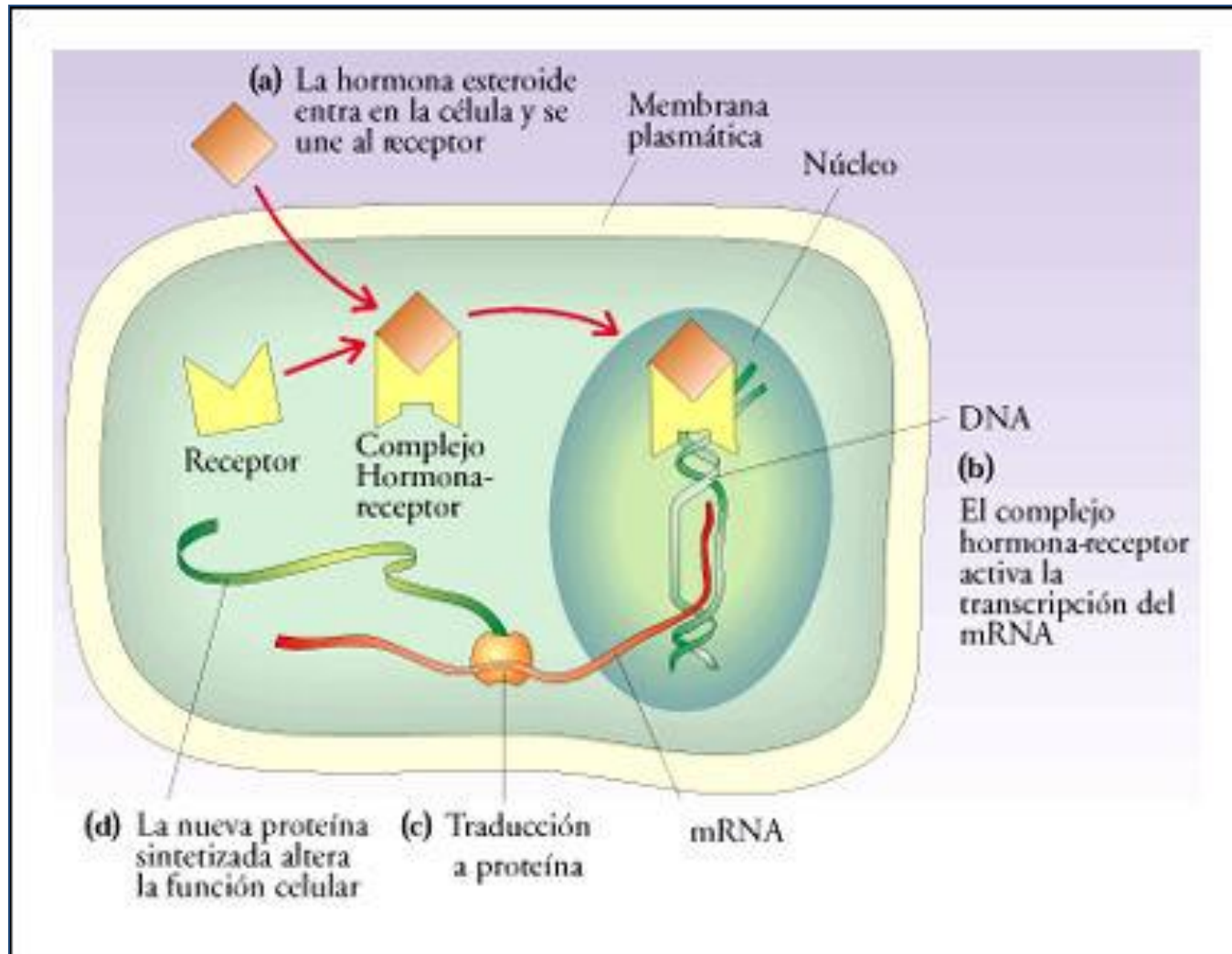


HORMONAS LIPOSOLUBLES

- Suelen tener los **receptores en citoplasma y núcleo**, pero a veces también en la membrana.
- Cuando actúan sobre receptores dentro del núcleo, **activan genes dando lugar a la síntesis de una proteína**.



HORMONAS LIPOSOLUBLES



REGULACIÓN HORMONAL

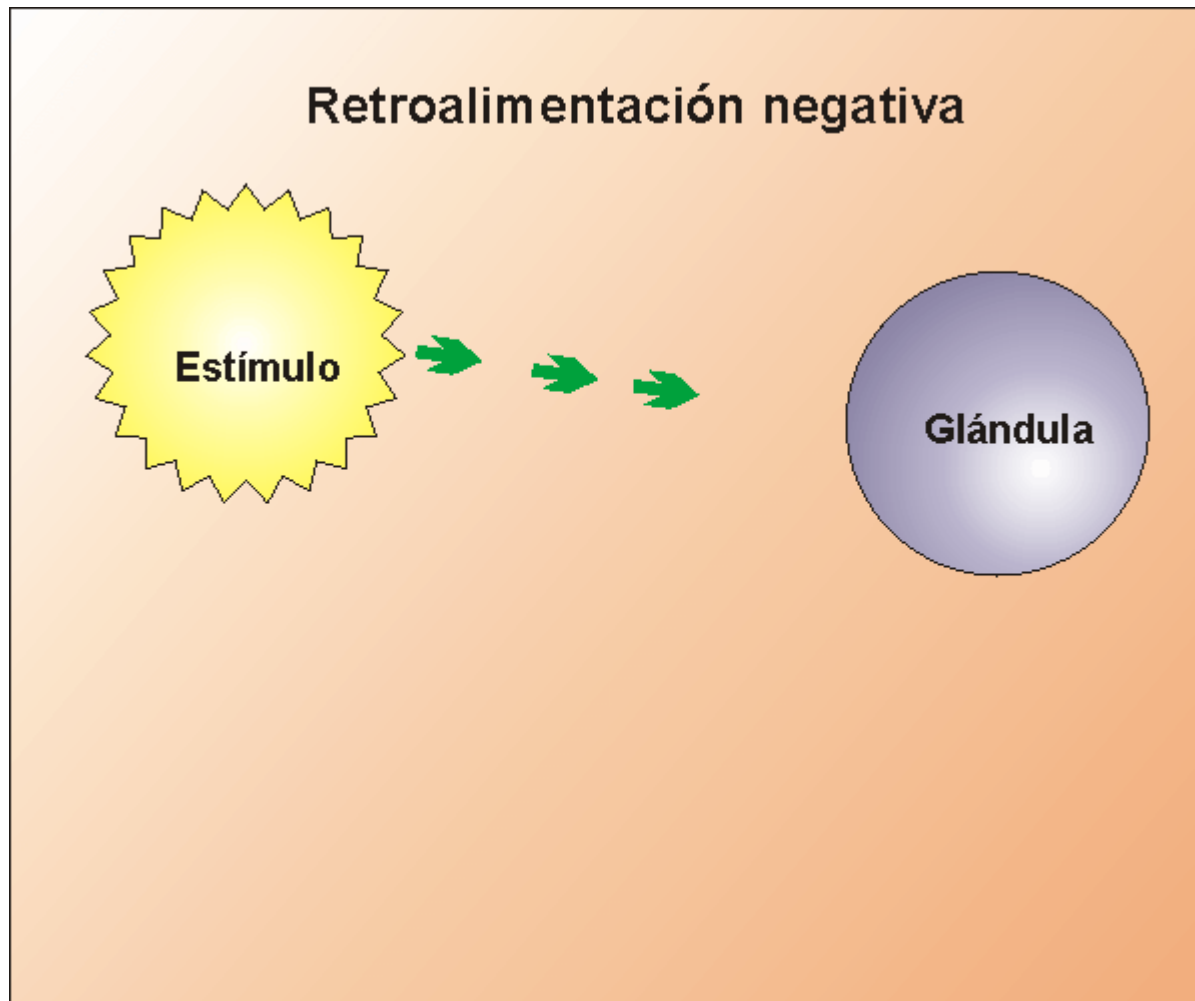
1. Regulación de la secreción:

✓ **Retroalimentación Negativa**
(frecuentes): la respuesta producida por la hormona en el órgano diana, tiene un efecto inhibidor sobre el estímulo inicial.

✓ **Retroalimentación positiva**
(poco frecuentes): la respuesta producida por la hormona intensifica el estímulo inicial.



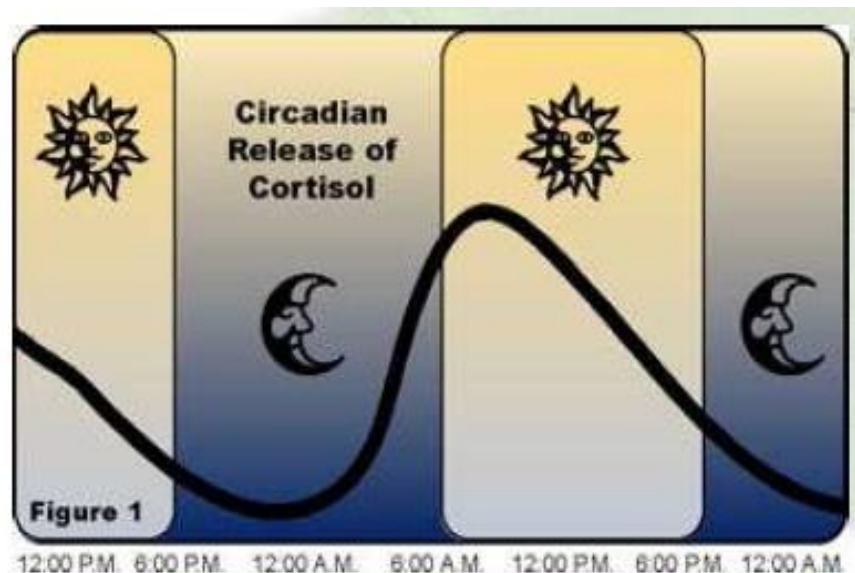
REGULACIÓN HORMONAL



REGULACIÓN HORMONAL

1. Regulación de la secreción:

✓ **Ritmos Circadianos:** algunas hormonas tienen un ritmo de secreción marcado por el ciclo día-noche.

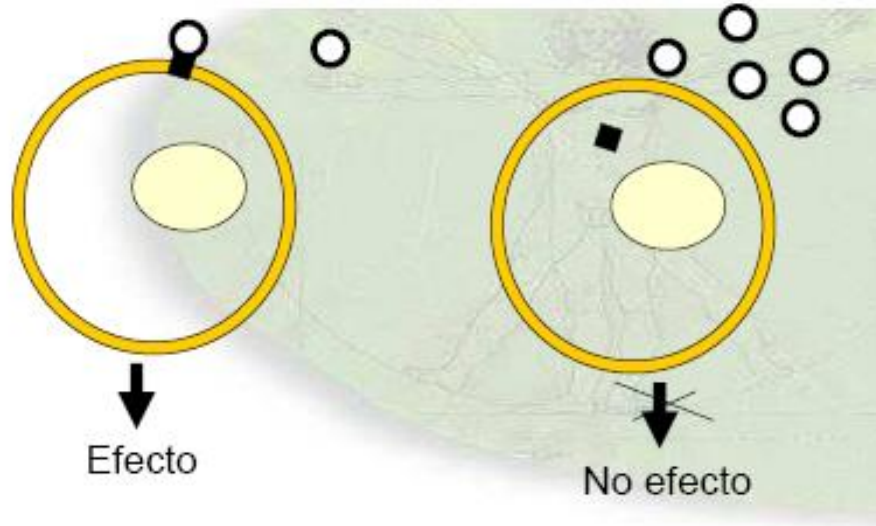


REGULACIÓN HORMONAL

2. Regulación de la célula diana:

✓ **Desensibilización** de

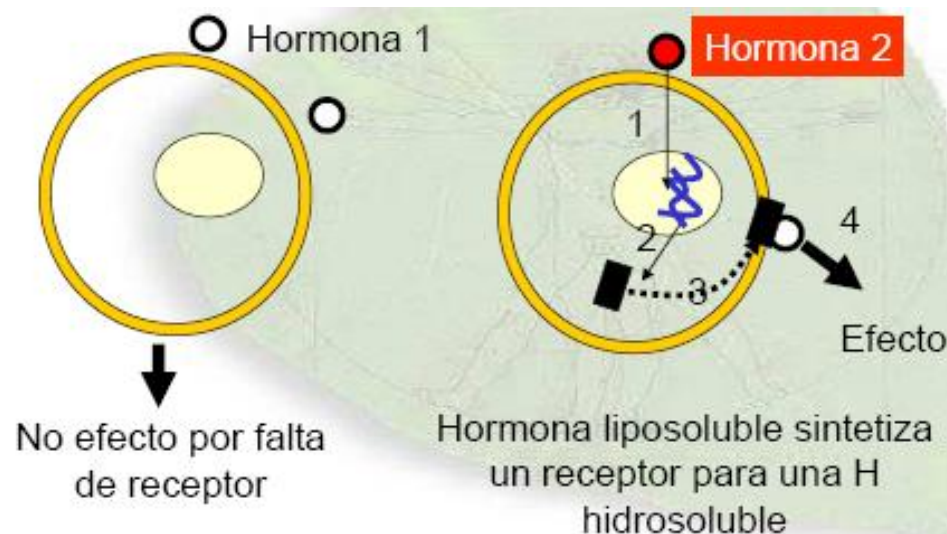
Receptores: cuando la hormona está presente mucho tiempo un receptor se puede internalizar y la hormona deja de actuar.



REGULACIÓN HORMONAL

2. Regulación de la célula diana:

✓ **Efecto de Otras Hormonas:**
una hormona puede hacer que se sinteticen los receptores para otra hormona y permite su actuación.



CARACTERÍSTICAS DE LAS HORMONAS

- Se producen en pequeñas cantidades.
- Se liberan al espacio extracelular.
- Viajan a través de la sangre.
- Afectan tejidos que pueden encontrarse lejos del punto de origen de la hormona.
- Su efecto es directamente proporcional a su concentración.
- Requieren de adecuada funcionalidad del receptor, para ejercer su efecto.
- Regulan el funcionamiento del cuerpo.

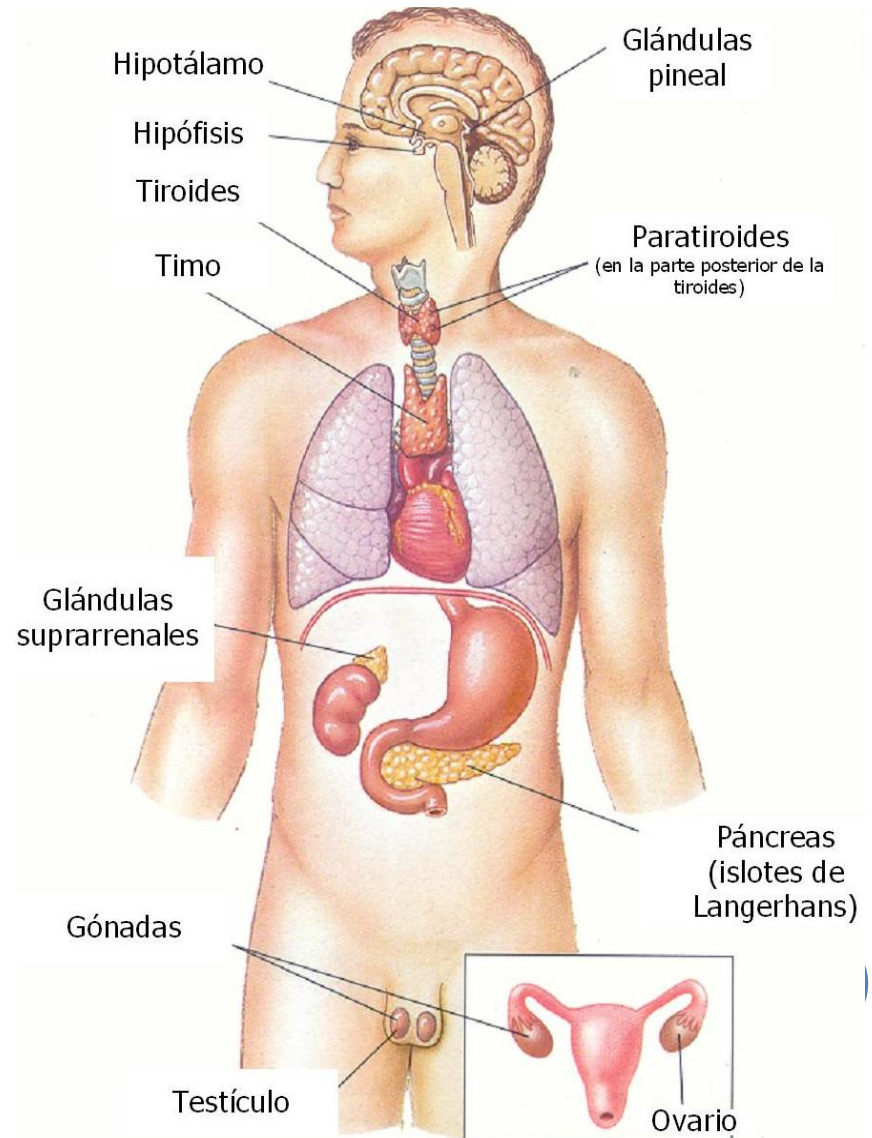




***SISTEMA ENDOCRINO.**

SISTEMA ENDOCRINO

- Los organismos complejos, como los anfibios, reptiles, peces, aves o los mamíferos necesitan un sistema que permita **coordinar** y **regular** funciones entre órganos distantes.
- Esta función la cumple el **SISTEMA ENDOCRINO**.
- El sistema endocrino esta formado por distintas **glándulas endocrinas** localizadas en diferentes partes del cuerpo.



SISTEMA ENDOCRINO

- Trabaja con el sistema nervioso, reproductivo y varios órganos para mantener y controlar:

- Niveles de energía
- Reproducción
- Crecimiento y desarrollo
- Equilibrio interno de los sistemas
- Reacciones a las condiciones ambientales (temperatura), al estrés y a las lesiones.



GLÁNDULAS, HORMONAS Y FUNCIONES

GLÁNDULA DE SECRECIÓN	HORMONA	FUNCIÓN
HIPOTÁLAMO	Factores Liberadores o Inhibidores	Regulan la producción y secreción de hormonas por parte de la hipófisis.
	Vasopresina u Hormona Antidiurética	Regula el equilibrio de fluido en el cuerpo, promoviendo la reabsorción de agua y el volumen sanguíneo.
	Oxitocina	Estimula las contracciones del útero y la salida de la leche.
HIPÓFISIS (GLÁNDULA PITUITARIA)	Somatotropina u Hormona del Crecimiento	Favorece el crecimiento y la reproducción celular. Estimula el crecimiento del hueso, inhibe la oxidación de la glucosa y promueve la degradación de ácidos grasos.
	Tirotropina u Hormona Estimulante de Tiroides	Estimula la fabricación de hormonas tiroideas (T3 y T4) y estimula la absorción de yodo por parte de la glándula tiroides.
	Adrenocorticotropina u Hormona Adrenocorticotrópica	Estimula la fabricación de hormonas (gluco y mineralcorticoides y andrógenos) por parte de la corteza suprarrenal.
	Gonadotropinas	Estimula la síntesis de hormonas sexuales.

GLÁNDULAS, HORMONAS Y FUNCIONES

GLÁNDULA DE SECRECIÓN	HORMONA	FUNCIÓN
HIPÓFISIS (GLÁNDULA PITUITARIA)	Melanocitoestimulante	Estimula la síntesis y liberación de melanina a los melanocitos de la piel y el pelo.
	Prolactina	Estimula el crecimiento de las glándulas productoras de leche en las mamas.
	Hormona Foliculoestimulante	Estimula la maduración del folículo ovárico y la espermatogénesis.
	Hormona Luteinizante	Estimula la ovulación y la formación del cuerpo lúteo en las hembras, y la síntesis de testosterona en las células de Leydig en el macho.
GLÁNDULA PINEAL	Melatonina	Implicada en la regulación del ritmo circadiano. Ajusta el reloj biológico que pauta el hambre, el sueño y la reproducción. Puede inhibir la síntesis de hormonas estimuladas por gonadotropina, la cual controla el desarrollo y funcionamiento de las gónadas.

GLÁNDULAS, HORMONAS Y FUNCIONES

GLÁNDULA DE SECRECIÓN	HORMONA	FUNCIÓN
TIROIDES	Tiroxina y Triyodotironina	Regulan el ritmo metabólico de todas las células, crecimiento y diferenciación celular. Incrementan la velocidad de las reacciones celulares, la síntesis de proteínas y la temperatura corporal.
	Calcitocina	Regula la concentración de calcio y fósforo en la sangre e inhibe la liberación de calcio en los huesos.
PARATIROIDES	Paratohormona	Regula la concentración de calcio y fósforo en la circulación sanguínea. Estimula la liberación de calcio en los huesos y aumenta la absorción de calcio en el intestino al activar a la vitamina D. Disminuye la concentración de fósforo sanguíneo.
TIMO	Timosinas	Familia de hormonas que estimulan la producción y maduración de linfocitos T.



GLÁNDULAS, HORMONAS Y FUNCIONES

GLÁNDULA DE SECRECIÓN	HORMONA	FUNCIÓN
CORTEZA SUPRARRENAL	Aldosterona	Favorece la retención de agua en los riñones. Aumenta la reabsorción de sodio en el riñón, la excreción de potasio y mantiene el pH, excretando protones.
	Cortisol, Cortisona y Corticosterona	Regulan el metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas y grasas. Estimula la gluconeogénesis e inhibe la captación de glucosa en el tejido muscular y adiposo. Estimula la degradación de ácidos grasos en el tejido adiposo e inhibe la síntesis proteica.
MÉDULA SUPRARRENAL	Adrenalina y Noradrenalina	Sustancias empleadas por el sistema nervioso que actúan ante una situación de estrés o alerta. Incremento del suministro de oxígeno y glucosa al cerebro y músculos (mediante el incremento de la frecuencia cardiaca y el gasto cardiaco, vasodilatación, degradación de lípidos en las células grasas). Dilatación de las pupilas.
	Dopamina	Incrementa la frecuencia cardiaca y la presión sanguínea.

GLÁNDULAS, HORMONAS Y FUNCIONES

GLÁNDULA DE SECRECIÓN	HORMONA	FUNCIÓN
PÁNCREAS	Insulina	Estimula la entrada de nutrientes a las células y favorece su metabolismo. Disminuye concentración de glucosa en sangre.
	Glucagón	Eleva los niveles de glucosa en la sangre estimulando la conversión de glucógeno en glucosa y la gluconeogénesis.
TESTÍCULOS	Testosterona	Desarrollo y mantenimiento de las características sexuales secundarias masculinas y la producción de esperma.
OVARIOS	Estrógeno	Desarrollo y mantenimiento de características sexuales femeninas y ovulación. Junto con las gonadotropinas pituitarias controlan el ciclo menstrual.
	Progesterona	Mantiene la irrigación sanguínea del endometrio para un embarazo exitoso. Junto con las gonadotropinas pituitarias controlan el ciclo menstrual.



***OTROS ÓRGANOS ENDOCRINOS.**

OTROS

- Se consideran otros órganos endocrinos a ciertas estructuras, que **de manera temporal o transitoria segregan algún tipo de hormona específica** que cumple una función determinada en el cuerpo.
- Entre estas se encuentra: la placenta, el riñón, la piel, el hígado, la mucosa gástrica y el corazón.



TEJIDOS CON CÉLULAS SECRETORAS

- **Piel.** Producción de la vitamina D a partir del 7-Dehidrocolesterol con la ayuda de rayos UV.
- **Corazón.** En los miocitos del atrio derecho se produce el Péptido Natriurético Atrial (reduce la presión arterial por medio de la disminución de la resistencia vascular periférica y reduce el contenido de agua intravascular, sodio y lípidos).



TEJIDOS CON CÉLULAS SECRETORAS

- **Hígado.** Producción del Angiotensinógeno (precursor de angiotensina - genera vasoconstricción y liberación de aldosterona desde la corteza suprarrenal), del Factor de Crecimiento Insulínico (efecto regulador similar a la insulina, modula el crecimiento celular y crecimiento corporal) y de Trombopoyetina (estimula la producción de plaquetas por parte de los megacariocitos).



TEJIDOS CON CÉLULAS SECRETORAS

- **Mucosa gastrointestinal.** En la mucosa del estómago se producen la Gastrina (secreción de ácido gástrico por las células parietales), la Ghrelina (estimula el apetito), la Histamina (estimula la secreción de ácido gástrico) y la Endotelina (contracción del músculo liso estomacal).



TEJIDOS CON CÉLULAS SECRETORAS

- **Mucosa gastrointestinal.** En la mucosa del intestino se producen la Colecistoquinina (liberación de enzimas digestivas desde el páncreas y de bilis desde la vesícula biliar) y la Secretina (secreción de HCO_3^- desde el hígado, páncreas y duodeno y suspende la producción de jugo gástrico).



TEJIDOS CON CÉLULAS SECRETORAS

- **Placenta.** Interviene en la producción de la Gonadotropina Corionica Humana (fase temprana del embarazo para evitar la desintegración del cuerpo lúteo del ovario y mantener la producción de progesterona), los estrógenos y progesterona (inhibe la respuesta inmune hacia el feto, disminuye la contractilidad del músculo liso, inhibe la lactancia, impide el inicio del trabajo de parto).



TEJIDOS CON CÉLULAS SECRETORAS

- **Riñón.** Produce la Renina que ayuda a controlar la tensión arterial y la Eritropoyetina que regula la producción de glóbulos rojos.





***FEROMONAS.**

FEROMONAS

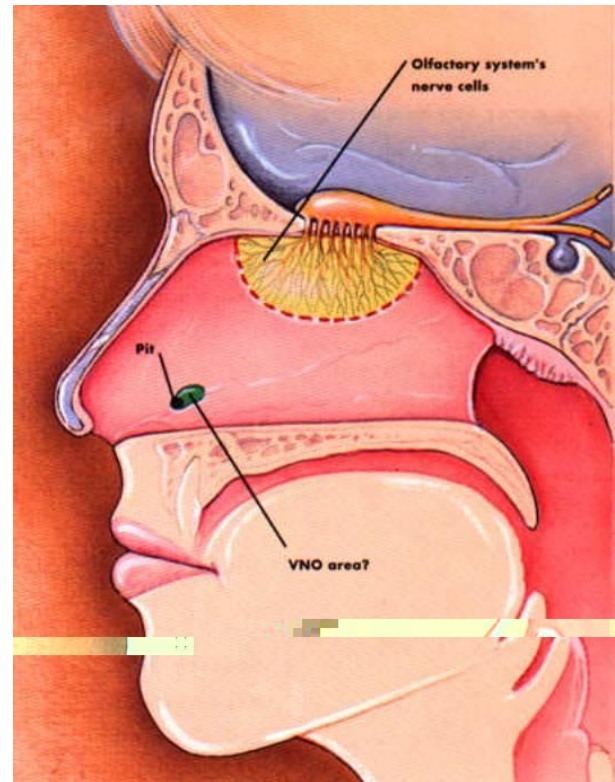
- Son sustancias químicas volátiles, secretadas por glándulas exocrinas, liberadas en el medio externo y que ejercen influencia sobre la conducta de otros individuos de la misma especie.
- Las feromonas **llegan por vía aérea hasta el sistema olfatorio y de ahí al sistema nervioso central** provocando una serie de reacciones en el organismo, y aunada a otros factores, como el tacto, el ambiente, la vista y otros, desencadenan la bioestimulación.



FEROMONAS

- Hay un órgano accesorio del sistema olfatorio, especializado para detectar las feromonas, llamado "**Órgano Vomeronasal**", situado en el tabique nasal.

- Las células sensoriales de éste órgano, en respuesta a las feromonas, llevan señales al cerebro y afectan el comportamiento sexual y/o social.





***FITOHORMONAS.**

FITOHORMONAS U HORMONAS VEGETALES

- Son hormonas que regulan los fenómenos fisiológicos de las plantas.
- Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en todas las células de diversos tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas.



FITOHORMONAS U HORMONAS VEGETALES

- Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través del sistema vascular (floema, xilema).
- Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación.



FITOHORMONAS U HORMONAS VEGETALES

- El mecanismo de acción tiene lugar mediante un acoplamiento estímulo-respuesta, que puede dividirse en tres fases:

- 1) Percepción de la señal (primer mensajero) por parte de la célula.
- 2) Generación y transmisión de la señal (transducción) a través de segundos mensajeros.
- 3) Activación de un cambio bioquímico (respuesta).

- En conjunto estos procesos constituyen la **ruta de señalización**.



FITOHORMONAS U HORMONAS VEGETALES

- Las hormonas vegetales pueden estimular, inhibir o retardar procesos fisiológicos.
- Existen cinco tipos principales:
 - ✓ Promotores (estimulan): auxinas, citocininas, giberelinas y el etileno.
 - ✓ Inhibidores (inhiben o retardan): el ácido abscísico.



AUXINAS

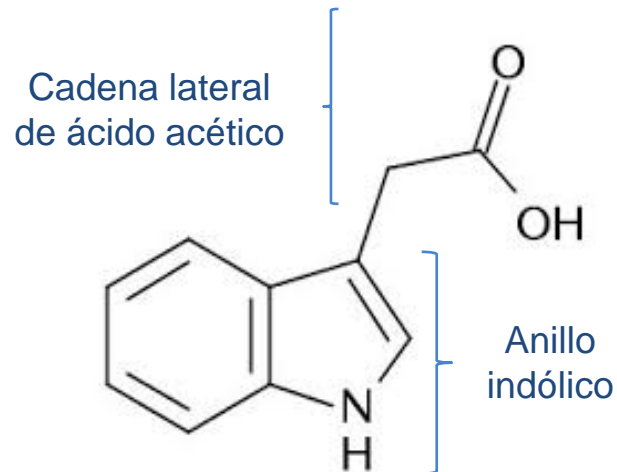
- Del griego auxein (aumentar), son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan muchos aspectos del desarrollo y crecimiento de plantas. La forma predominante en las plantas es el **ácido indolacético** (IAA); otros son el ácido 4-cloro-indolacético (4-Cl-IAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indolbutírico (IBA) y el ácido indolpropiónico (IPA).

(en el mercado se consiguen auxinas sintéticas: ácido 2,4-diclorofenoxiacético –2,4-D– y el ácido α -naftalenacético – ANA).



AUXINAS

- Se encuentran en toda la planta, pero se sintetizan principalmente en los tejidos jóvenes (meristemos apicales, hojas y frutos en crecimiento).



PRINCIPALES EFECTOS

- Estimulan la **elongación celular** (elongación de tallos) promoviendo el crecimiento de la célula, el desarrollo de frutos y la formación de raíces.
- Producen curvatura, giros o inclinaciones que realizan los tallos y raíces hacia un estímulo de luz (**fototropismo**), de gravedad (**geotropismo** o **gravitropismo**), o de contacto (**tigmotropismo**).
- Reprimen el desarrollo de brotes axilares laterales manteniendo **dominancia apical** (crecimiento longitudinal).
- Retrasan la **senescencia** de las hojas (envejecimiento).
- Inhiben la **abscisión de órganos** (caída de las flores, hojas o frutos o cualquier parte del vegetal).



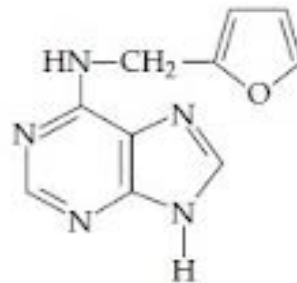
CITOCININAS

- Son hormonas esenciales en el accionar de varios procesos vinculados al crecimiento y desarrollo de las plantas y relacionados a la acción de varios genes.
- Son compuestos con una estructura semejante a la adenina.
- Se pueden distinguir dos tipos de citocininas: aquellas naturales generadas por las plantas (zeatina) y otras artificiales (benziladenina, cinetina).

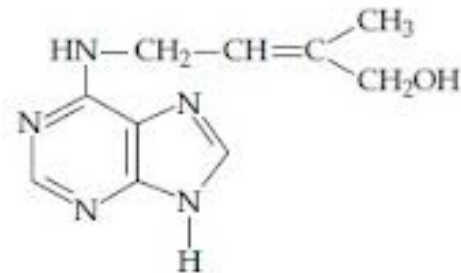


CITOCININAS

- Presentan numerosas aplicaciones prácticas en cultivos in vitro. Formulaciones de citocininas combinadas con giberelinas se usan para producir ramificación y alargamiento de los brotes en plantón de manzano.



Cinetina



Zeatina

- Particularmente se encuentran en tejidos que se dividen en forma activa (meristemos, semillas en germinación, frutos en maduración y raíces en desarrollo).

PRINCIPALES EFECTOS

- Estimulan la **división celular** y el crecimiento de yemas laterales.
- Promueven la **movilización de nutrientes** hacia las hojas, la germinación de semillas y el desarrollo de los brotes.
- Retrasan la **senescencia de las hojas** provocando que las hojas permanezcan más tiempo verdes por mayor contenido de clorofila y funcionales.
- Interviene en el **crecimiento del vástago** (las porciones aéreas, como el tallo y las hojas de una planta) y el **desarrollo del fruto**.



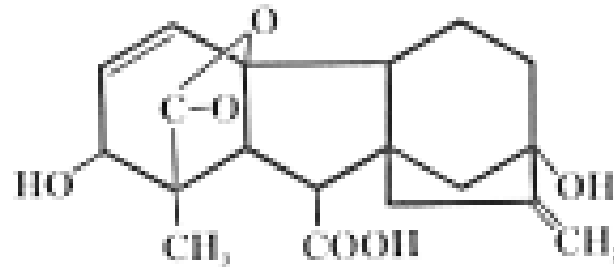
GIBERELINAS

- Son hormonas de crecimiento diterpenoides tetracíclicos involucrados en varios procesos de desarrollo en vegetales.
- A pesar de ser más de 100 el número hallado en plantas, sólo son unas pocas las que demuestran actividad biológica.



GIBERELINAS

- El mejor conocido del grupo es el ácido giberélico (GA3).



ACIDO GIBERELICO A₃

- Se encuentran en cantidades variables en todos los órganos de la planta, pero las mayores concentraciones se encuentran en las semillas inmaduras.

PRINCIPALES EFECTOS

- El efecto más notable de las GAs es **inducir crecimiento en altura**, estimulando la elongación de los tallos.
- Aceleran la **germinación de semillas** (regulan la producción de enzimas hidrolíticas y movilizan reservas de nutrientes al embrión).
- Inducen la **floración** en épocas no apropiadas (plantas de día largo y bienales).
- Pueden causar **partenocarpia** en algunas especies frutales (desarrollo de fruto sin semilla por sobreproducción hormonal o falta de polinización).
- Retrasan la **maduración de frutos** y **senescencia de hoja** (cítricos).



ETILENO

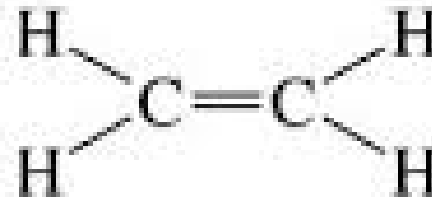
- Aunque es un gas (a T y P fisiológicas) se disuelve algo en el citoplasma.
- Se considera una fitohormona porque es un producto natural del metabolismo e interactúa con otras hormonas a muy bajas concentraciones.

(se comercializa etefón –ácido 2-cloroetilfosfórico– para favorecer o adelantar la maduración de ciertas hortalizas y frutas).



ETILENO

- Se produce en casi todos los órganos de las plantas superiores.
- Su producción aumenta durante la abscisión foliar, la senescencia de las flores y maduración de los frutos.



PRINCIPALES EFECTOS

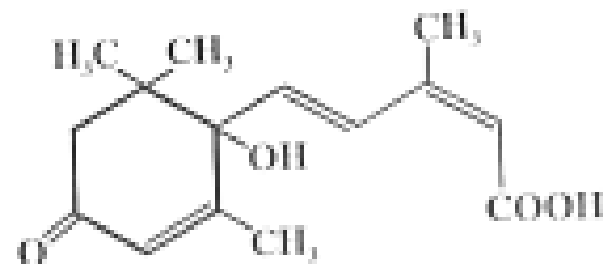
- Promueve la maduración de frutos (especialmente los climatéricos como tomates, manzanas y peras).
- Estimula la abscisión (caída) de las hojas, las flores y los frutos.
- Favorece la epinastia (curvatura hacia abajo) de las hojas y la senescencia de hojas.
- Inicia la germinación de semillas.
- Puede ser efector de la dominancia apical.



ÁCIDO ABSCÍSICO

- El ácido abscísico (ABA) es una sustancia capaz de acelerar la abscisión en hojas y frutos, de allí su nombre. Es una sustancia reguladora del crecimiento con funciones inhibitorias en plantas superiores.

- La biosíntesis tiene lugar en semillas, frutos, tallos y raíces. Las cantidades más elevadas de ABA se dan durante la caída de los frutos.



ACIDO ABSCISICO



PRINCIPALES EFECTOS

- Inhibe el crecimiento y la síntesis de ARN y proteínas.
- Estimula el cierre de estomas (en estrés hídrico).
- Genera dormición de yemas y semillas (durante el letargo).
- Promueve la senescencia de hojas y el crecimiento de raíces.
- Disminuye el crecimiento de ápices a bajos potenciales hídricos.



HORMONAS Y FITOHORMONAS.

DIFERENCIAS

HORMONAS VEGETALES	HORMONAS ANIMALES
Actúan en varios procesos	Tiene efectos específicos
Se sintetizan en todas las células	Se sintetizan en órganos o glándulas específicas
Regulan procesos de correlación (se recibe el estímulo en un órgano y la respuesta se da en otro)	No regulan procesos de correlación
No son reguladas por ningún sistema de órganos central	Están reguladas por el sistema nervioso central

