

22

ERITROCITO. ERITROPOYESIS

ESTRUCTURA DEL TEMA:

- 22.1. Eritrocito.
- 22.2. Eritropoyesis.

22.1. ERITROCITO

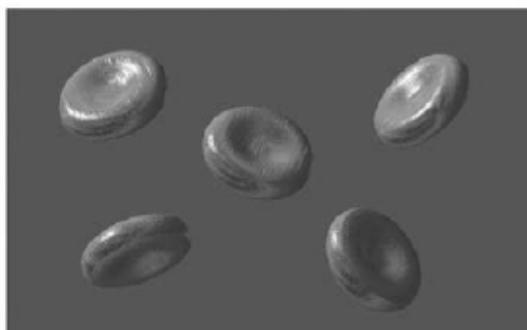
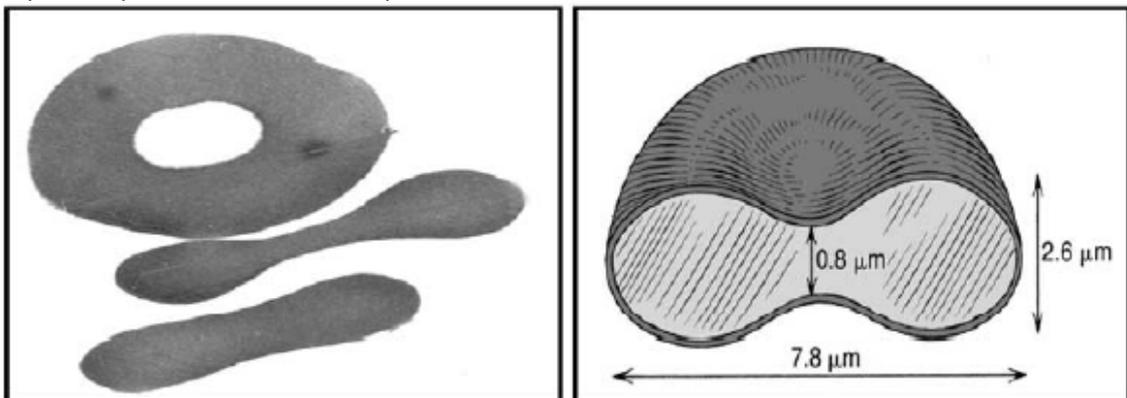
Es un corpúsculo que da el color rojo a la sangre. Realmente, el eritrocito es un saco de hemoglobina. Se constituye por membrana celular, con hemoglobina en el interior y algunas enzimas para mantener la membrana celular y poder realizar la función del transporte de gases.

Es los mamíferos son anucleados, pero aves, reptiles, peces... son nucleados, aunque la cromatina es inerte, muy condensada y por tanto, no codifica.

Hay 4,5 millones de eritrocitos por mm^3 . Los individuos que viven en mayor altitud tienen mayor número de eritrocitos.

MORFOLOGÍA

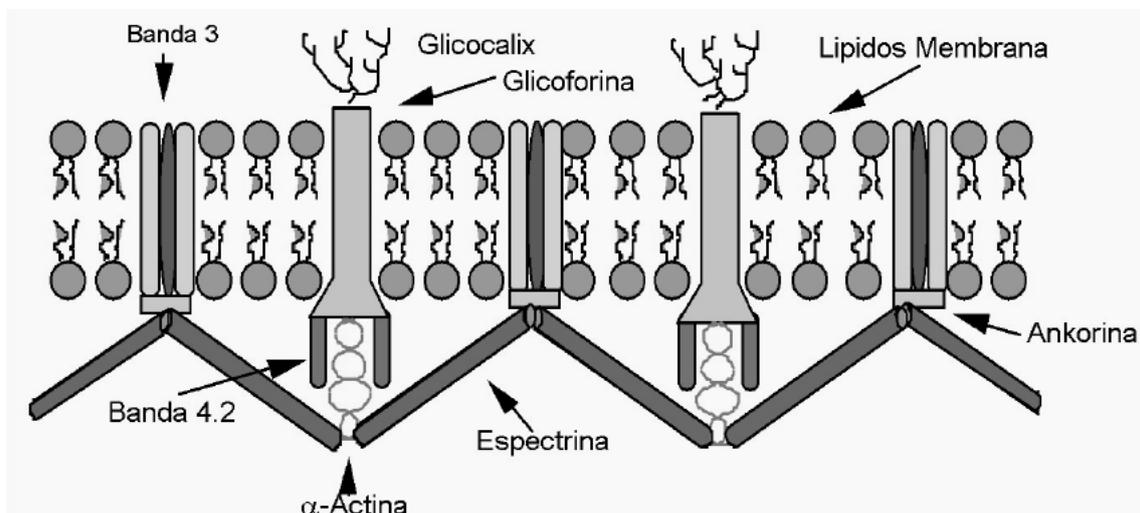
Forma bicóncava con unas 7,5 micras de diámetro y 1,9 micras de grosor. Esta forma favorece la superficie de intercambio de gases, ya que aumenta entre 20 y 30 veces la superficie para la hematosis, respecto a una esfera.



Tiene una membrana muy flexible, que le permite adoptar su forma para atravesar pequeños capilares. Los hematíes en la microcirculación se acampanan.

MICROSCOPIA:

- **Sin tinción:** tiene un color amarillento debido a que en el interior se encuentra la hemoglobina (pigmento).
- **Óptico:**
 - o En las extensiones de sangre se encuentran en pilas de moneda, uno dispuesto encima del otro. Se denomina **efecto Rouleaux** que no se da *in vivo* y que se le atribuye a la tensión osmótica.
 - o Aislados se observa que en la zona central se ve más pálido, debido a que es más delgado en el centro.
 - o El eritrocito es eosinófilo, debido a que la hemoglobina es una proteína básica.
 - o Se pueden ver artefactos relativamente frecuentes:
 - **Soluciones hipotónicas:** el eritrocito se hincha y se libera la hemoglobina, quedando muy pálidos y produciendo los denominados **fantasmas**.
 - **Soluciones hipertónicas:** por crenación, los eritrocitos se tornan espiculados, adoptando la morfología estrellada de los **equinocitos**.
- **Análisis bioquímico:**
 - o Hemoglobina:
 - Globinas:
 - 2 alfa, 2 beta → HbA1 (96%)
 - 2 alfa, 2 delta → HbA2 (2%)
 - 2 alfa, 2 gamma → HbF (2%)
 - Grupo Hemo, con un átomo de Fe.
 - o Enzimas: anhidrasa carbónica, etc.
- **Electrónico:**
 - o Se observa una membrana celular, con un material denso a los electrones y granular (**hemoglobina**). Bajo de la membrana celular hay un citoesqueleto imprescindible para que el eritrocito mantenga la membrana flexible, formado por:
 - **Espectrina:** está unida por moléculas a unas proteínas transmembrana.
 - **Proteínas transmembrana**
 - **Banda 3** que se une a la espectrina por la **ankorina**.
 - **Glicoforina** que se une a la **banda 4** y a través de ella a la junto con algunas moléculas pequeñas de **actina**. La actina se une a la espectrina.



- En la membrana celular se encuentran los antígenos que codifican el sistema A-B-0 (**aglutinógenos**). La mayoría de la población genera **aglutininas** frente a aglutinógenos que no presenta en la superficie de sus eritrocitos. También se encuentran las moléculas que codifican el sistema Rh, sistema que no generan anticuerpos de forma natural.
- **Características biológicas:** su vida media es de unos 120 días y se destruyen en bazo, fundamentalmente. A los 120 días, la membrana se hace rígida, pierde ácido siálico, se rompen y los macrófagos fagocitan los restos. La hemoglobina se elimina por la bilis, y posteriormente es reabsorbida o eliminada por orina/heces, y el hierro es reutilizado (transferrina).

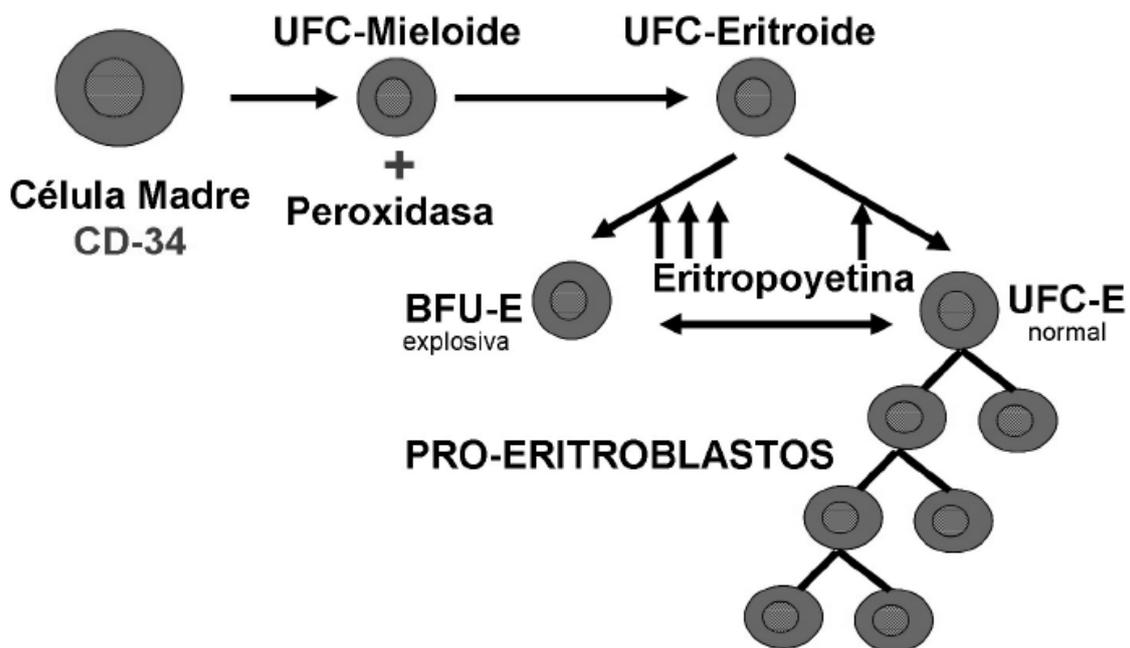
22.2. ERITROPOYESIS

La STEM CELL (CD34) origina células madre multipotentes:

- **CFU-L.**
- **CFU-M**

La serie de la célula comprometida para la serie mieloide (CFU-M) da varias células madre comprometidas hacia uno/dos linajes concretos. Una de ellas es la **CFU-E** para formar eritrocitos. Realmente, existen dos CFU-E:

- **BFC-E** (Unidad formadora de colonias explosiva): tienen rápidas mitosis siempre y cuando haya muchísima cantidad de eritropoyetina. Dan lugar por división a la **CFU-E** que tiene divisiones lentas.
- La **CFU-E** da por división a las células precursoras del eritrocito. Para su división no requiere tanta cantidad de eritropoyetina. La primera célula morfológicamente diferenciable es el **proeritroblasto**.



El **proeritroblasto** aumenta dos veces su tamaño (a 20 – 25 μm). Tiene un gran núcleo, de cromatina laxa con uno o dos nucleolos evidentes. Tiene un citoplasma basófilo porque tiene polirribosomas. Encontramos también vesículas que están rodeadas de clatrina y que reciben el nombre de vesículas de **rofecitosis**. Son vesículas con ferritina dentro. Estas vesículas son cedidas por los **sideroblastos** o **siderocitos**.

El **proeritroblasto** tiene de 4 – 8 divisiones mitóticas y da lugar al **eritroblasto basófilo**. Tiene menor tamaño, de 18 – 20 micras. Tiene un núcleo redondo de menor tamaño, con cromatina laxa y condensada, que se distribuye de acuerdo a un patrón radial bastante

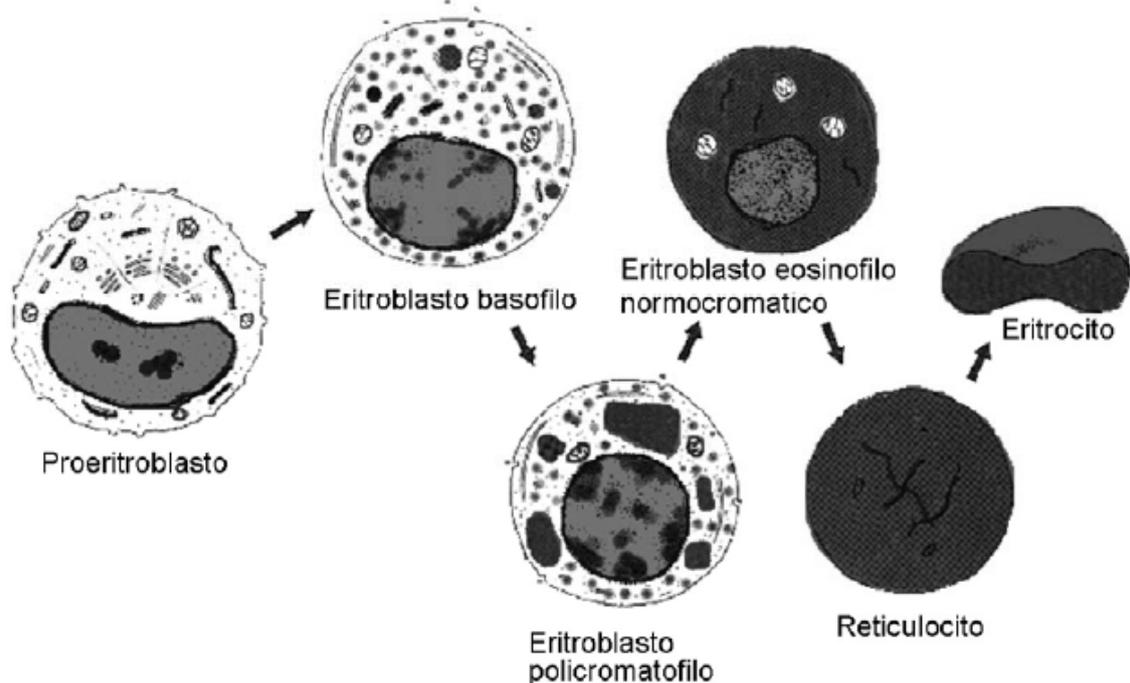
frecuente. Siguen observándose 1 – 2 nucleolos. El citoplasma es basófilo, disminuye un poco la basofilia, frecuentemente tiene un halo pálido completo alrededor del núcleo, donde se observa al microscopio electrónico un gran aparato de Golgi. Se siguen observando vesículas de ferritina.

El **eritroblasto basófilo** se divide 3 – 4 veces y da lugar al **eritroblasto policromatófilo**. Es un poco más pequeño, de 15 – 18 micras. Tiene un núcleo de cromatina condensada, no se pueden ver los nucleolos. Presenta un citoplasma con una mezcla entre colores basófilos y eosinófilos, generalmente de un color verdoso. Algunos presentan regiones eosinófilas y regiones basófilas. Es la primera célula que ya ha sintetizado la hemoglobina, que es eosinófila. Todavía presenta polirribosomas.

El **eritroblasto basófilo** da 2 – 3 divisiones mitóticas y da lugar al **eritroblasto normocromático** o **eosinófilo**. Es algo más pequeño, de 12 – 15 micras. El núcleo es más pequeño, redondo y excéntrico. El citoplasma es eosinófilo debido a la hemoglobina. El eritroblasto eosinófilo se desglosa:

- El núcleo es fagocitado por el **siderocito**.
- El resto recibe el nombre de **reticulocito**: tiene de 9 – 10 micras. Es más o menos redondeada. Es eosinófilo, pero presenta una estructura reticular en su citoplasma. Esta estructura se produce porque el resto de orgánulos que quedan en el reticulocito precipitan en forma de red debido a colorantes vitales.

El **reticulocito** puede salir a la circulación (1%) que terminan la maduración a nivel periférico entre unas 24 – 48 horas. Si queda en la médula ósea termina allí su maduración y origina el **eritrocito** de unas 7,5 micras de diámetro.



El tiempo que transcurre desde la STEM CELL hasta eritrocito es de aproximadamente 1 semana. Aproximadamente se destruyen al día más de 2 billones de eritrocitos. La misma cantidad de eritrocitos destruidos se reponen desde la médula ósea.

MOLÉCULAS DE CRECIMIENTO:

- IL-3.
- CFS-GM.
- EPO → se sintetiza en el hígado, menos en el niño que también se sintetiza en el riñón.
- Hay muchas sustancias que son necesarias (hierro, vitamina B₁₂, ácido fólico...).

¿CÓMO SE ORGANIZAN LOS PRECURSORES DE EITROCITOS EN LA MÉDULA ÓSEA?

En los **islote eritroides**. Se forma con una célula central (**sideroblasto**) que es una célula especial. Libera las vesículas de rofecitosis, fagocita el núcleo del normoblasto y además es una célula que sintetiza factores estimulantes de la eritropoyesis.

En relación con ella se disponen desde el centro y hacia las prolongaciones celulares las células descritas anteriormente. La célula más madura se encuentra la parte final de la prolongación del siderocito, esta punta se asoma a la luz de los sinusoides de la circulación periférica, por lo que el eritrocito puede salir directamente a la circulación.

Médula ósea

