

*Atlas de Histología Vegetal y Animal*

# Tejidos animales

## SANGRE

**Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal**

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Abril 2020)

Este documento es una edición en pdf del sitio  
<http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo  
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA  
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar  
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,  
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre  
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software  $\text{\LaTeX}$   
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio  
([www.texstudio.org/](http://www.texstudio.org/)) como editor.

## Contenidos

1	Histología	1
2	Conectivo	2
3	Sangre	4
4	Imagen; Células sanguíneas	8

## 1 Histología

Un tejido (del latín *texere* = tejer) es un conjunto de células, matriz extracelular, y fluido corporal. Las células de un tejido cooperan para llevar a cabo una o varias funciones en un organismo. Estas células se relacionan entre sí mediante interacciones directas entre ellas o mediadas por las moléculas que se encuentran entre ellas y que forman la matriz extracelular. Distintos tejidos se asocian entre sí para formar los órganos. La histología es una disciplina eminentemente descriptiva que se dedica a la observación de los diferentes tejidos mediante microscopios, tanto ópticos como electrónicos. Sin embargo, el conocimiento de la anatomía y organización de los tejidos es fundamental para comprender su fisiología y reconocer alteraciones patológicas, tanto de los propios tejidos como de los órganos y estructuras que forman. La histopatología es una rama de la histología dedicada a estudiar alteraciones patológicas en los tejidos.

A pesar de que las células que forman un organismo son muy diversas en forma y función, los histólogos han clasificado tradicionalmente a los tejidos en cuatro tipos fundamentales:

**Tejidos epiteliales.** Conjunto de células estrechamente unidas que o bien tapizan las superficies corporales, tanto internas como externas, o se agrupan para formar glándulas.

**Tejidos conectivos o conjuntivos.** Son un variado tipo de tejidos que se caracterizan por la gran importancia de su matriz extracelular, la cuál, en la mayoría de los casos, es la principal responsable de su función. Los tejidos conectivos se originan a partir de las células mesenquimáticas embrionarias y forman la mayor parte del organismo, realizando funciones tan variadas como sostén, nutrición, reserva, etcétera. La clasificación de los tejidos conectivos puede variar según los diferentes autores, pero en general incluyen a los tejidos conectivo propiamente dicho, adiposo, cartilaginoso, óseo y sanguíneo.

**Tejido muscular.** Formado por células que pueden contraerse, lo que permite el movimiento de los animales o de partes de su cuerpo.

**Tejido nervioso.** Está constituido por células especializadas en procesar información. Reciben dicha información del medio interno o externo, la integran y producen una respuesta que envían a otras células, sobre todo a las células musculares.

## 2 Conectivo

El tejido conectivo, o conjuntivo, es el principal constituyente del organismo. Bajo el nombre de conectivo se engloban una serie de tejidos heterogéneos (Figura 1) pero con algunas características compartidas. Una de estas características es su origen mesenquimático (del mesodermo embrionario), además de la existencia de una matriz extracelular, generalmente abundante, en la que se encuentran las células. La matriz extracelular es una combinación de fibras colágenas y elásticas y de una sustancia fundamental rica en proteoglicanos y glicosamicoglicanos. Las características de la matriz extracelular son las prin-

cipales responsables de las propiedades mecánicas, estructurales y bioquímicas de los distintos tipos de tejido conectivo, y, junto con las células, uno de los principales elementos considerados a la hora de clasificar a los tejidos conectivos. En general, los tejidos conectivos se consideran como tejidos de sostén puesto que sostienen y cohesionan a otros tejidos dentro de los órganos, sirven de soporte a estructuras del organismo o al propio organismo, y protegen y aíslan a los órganos. Además, todas las sustancias que son absorbidas por los epitelios tienen que pasar por estos tejidos, que sirven además de vía de comunicación entre otros tejidos, por lo que generalmente también se les considera como el medio interno del organismo.

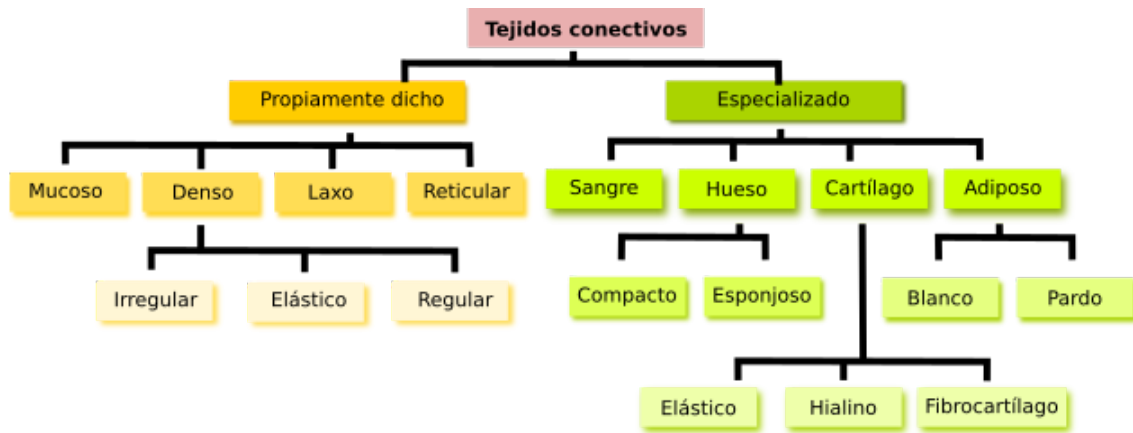


Figura 1: Clasificación de los tejidos conectivos.

### 3 Sangre

La sangre es considerada por numerosos autores como un tipo especializado de tejido conectivo compuesto de elementos celulares (células y fragmentos celulares) y una matriz extracelular líquida denominada plasma sanguíneo. La sangre se encuentra en el interior de los vasos sanguíneos y del corazón, y circula por todo el organismo impulsada por las contracciones del corazón y por los movimientos corporales. La cantidad de sangre en el cuerpo humano depende del tamaño corporal; una persona de unos 70 Kg tiene 5 o 6 litros de sangre. La temperatura de la sangre en el cuerpo humano es de 38 °C, un grado más que el cuerpo. La mayor temperatura de la sangre respecto a la temperatura corporal general puede deberse a la fricción de la sangre al circular por los vasos sanguíneos, sobre todo los de pequeño calibre.

Entre las principales funciones de la sangre destacan tres. 1) Vía de comunicación. Sirve para transportar nutrientes y oxígeno desde el aparato digestivo y los pulmones, respectivamente, al resto de las células del organismo, y productos de desecho desde las células hasta el riñón y los pulmones. Es la principal vía de comunicación entre células distantes para el intercambio de señales como las hormonas. 2) Homeostasis. Contribuye a la homeostasis general o regulación del estado general del cuerpo, como el mantenimiento de una temperatura corporal homogénea o un pH estable. 3) Defensa. Tiene una función de protección frente a heridas mediante su capacidad de coagulación, y de defensa frente a patógenos externos o células malignas internas gracias a las células del sistema inmunitario, que utilizan la red de vasos sanguíneos para viajar a cualquier parte del organismo.

#### 1. Elementos celulares

Las células sanguíneas se clasifican en dos tipos: eritrocitos o glóbulos rojos y leucocitos o glóbulos blancos (Figuras 2 y 3). La sangre también contiene fragmentos celulares denominados plaquetas. Los leucocitos se dividen a su vez en granulares: neutrófilos, basófilos y eosinófilos, y en agranulares: linfocitos y monocitos. Entre el componente celular, la mayoría son eritrocitos (99% de la células), el resto son leu-

cocitos y plaquetas. Todas las células de la sangre derivan de una célula madre adulta común, que en los organismos adultos se encuentran en la médula ósea.

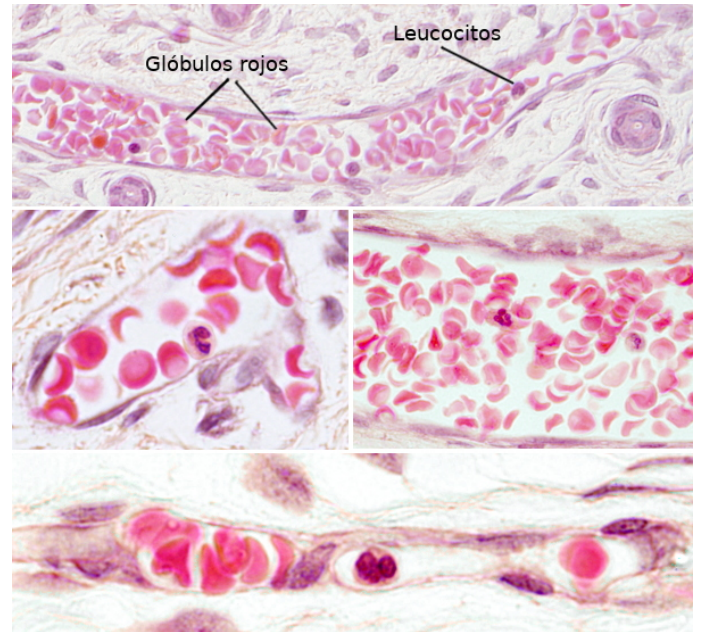


Figura 2: Elementos celulares de la sangre en el interior de los vasos sanguíneos. En mamíferos los eritrocitos no tienen núcleo, luego todas las células nucleadas de la sangre son leucocitos.

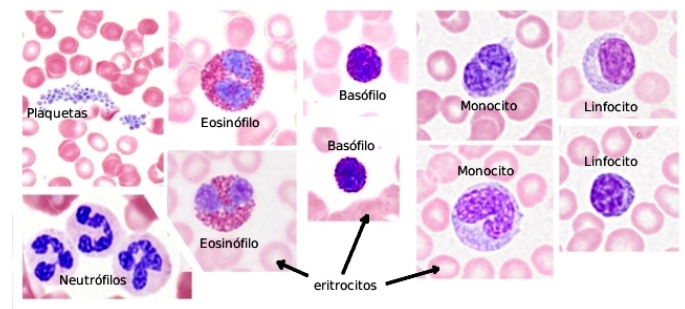


Figura 3: Principales tipos celulares que se observan en un frotis o extensión de sangre humana.

Cuando se centrifuga la sangre los diferentes elementos que la componen se separan por densidad. El componente más pesado son los eritrocitos que quedan en el fondo del tubo, más arriba están los linfocitos y plaquetas formando una fina banda blanquecina, mientras que el plasma es el componente más ligero y queda en la parte superior. La sangre típica



contiene en hombres un 47 % de promedio de eritrocitos, mientras que en mujeres es de un 41 %. Esto es lo que se denomina hematocrito, es decir, el porcentaje de volumen de glóbulos rojos respecto al total del volumen sanguíneo. El porcentaje de leucocitos y plaquetas es menos del 1 %. El resto es plasma. El color rojo de la sangre se debe a la gran cantidad de hemoglobina que hay en el interior de los eritrocitos, con un color más oscuro cuando tienen poco oxígeno. El suero es el plasma al que se le han eliminado los agentes coagulantes.

Los eritrocitos son los responsables de dar el color rojo a la sangre por su alto contenido en hemoglobina, una proteína que contiene hierro en su estructura. Su principal misión es la de transportar el oxígeno y el CO<sub>2</sub>. El eritrocito, en mamíferos, se puede considerar como una célula modificada para su función puesto que no posee núcleo y carece de mitocondrias y otros orgánulos celulares. Tienen una forma bicóncava de unas 7,5 µm de diámetro, lo que le confiere mayor superficie de intercambio con el plasma sanguíneo.

Las plaquetas, o trombocitos, son pequeñas porciones de citoplasma sin núcleo. A microscopía óptica aparecen como estructuras pequeñas, de 2 a 5 µm de diámetro, incoloras o ligeramente basófilas. Contienen compartimentos membranosos en su interior que pueden ser de diferente tipos: gránulos específicos azurófilos densos, mitocondrias (una o dos por plaqueta), y vesículas/túbulos claros. También tienen gránulos de glucógeno. Su principal misión es cooperar en la aglutinación y coagulación sanguínea. Están presentes en los mamíferos, pero no en los vertebrados inferiores. Se forman mediante "desgajes" del citoplasma de unas células denominadas megacariocitos que se encuentran en la médula ósea.

Los leucocitos presentan núcleo y son incoloros en la sangre fresca. Su principal misión es la defensa del organismo frente a agresiones como los patógenos externos o alteraciones aberrantes internas. Esta función la realizan fuera de la propia sangre puesto que tienen la capacidad de atravesar la pared vascular y actuar en los tejidos dañados. Realmente utilizan el sistema circulatorio para desplazarse por el organismo. Los leucocitos presentan en su citoplasma gránulos de dos tipos, azurófilos o primarios, que son lisosomas, y

específicos o secundarios de contenido variado. Los glóbulos blancos se clasifican en granulares y agranulares. Todos tienen granos azurófilos pero los granos específicos son característicos de los granulares.

Los leucocitos granulares son los neutrófilos, eosinófilos y basófilos, mientras que los no granulares son los linfocitos y los monocitos. Los neutrófilos son los leucocitos granulares más abundantes y representan el 60-70 % de todos los leucocitos. Se reconocen fácilmente por su núcleo multilobulado. Presentan gránulos azurófilos, pero en mayor cantidad hay granos específicos con un contenido en lisozimas, activadores del complemento, colagenasas, etcétera. Son uno de los principales tipos celulares que intervienen en la defensa frente a las infecciones bacterianas. Los eosinófilos representan del 2 al 5 % de la población leucocitaria. Su núcleo es bilobulado y en su citoplasma los granos específicos se caracterizan por su fuerte afinidad por colorantes ácidos como la eosina. Estos granos poseen proteínas de carácter básico como la proteína básica mayor y la proteína catiónica eosinófila, las cuales intervienen en la lucha contra las infecciones parasitarias, además de histaminasas encargadas de neutralizar la acción de la histamina en reacciones alérgicas. Los basófilos son los leucocitos granulares menos abundantes y más pequeños, representando el 0.5 % del total. Su núcleo es poco lobulado. Se caracterizan por poseer granos específicos que se tiñen con colorantes básicos como la hematoxilina. El contenido en heparina e histamina de sus granos específicos, así como la presencia en su membrana plasmática de receptores para las inmunoglobulinas E, hace pensar que actúan en el tejido conjuntivo en cooperación con las células cebadas o mastocitos.

Los leucocitos agranulares carecen de granos específicos en su citoplasma pero sí presentan una escasa población de granos inespecíficos. Los linfocitos son tras los neutrófilos los leucocitos más abundantes, representando del 20 al 35 % de los leucocitos. Son células pequeñas, aunque se puede encontrar una cierta variabilidad en su tamaño, lo cual parece no estar relacionado con los diferentes tipos de linfocitos. Los dos grandes grupos de linfocitos son los B y los T. Ambos principales responsables de las respuestas de defensa inmune del organismo. Los otros leucocitos



agranulares son los monocitos. Éstos se caracterizan por tener un tamaño grande en los frotis sanguíneos y por presentar un núcleo arrañado. Los monocitos contribuyen a las respuestas de defensa del organismo, abandonando la sangre y desplazándose al lugar de la infección o daño, donde se convierten en macrófagos.

En general la vida de los elementos celulares que forman la sangre es muy corta, y puede ir desde horas a unas pocas semanas (excepto algunos linfocitos denominados de memoria que pueden durar años). Por tanto se deben generar continuamente células sanguíneas, proceso conocido como hematopoyesis (Figura 4). En humanos, los lugares donde esto ocurre cambia durante el desarrollo: en embriones es sobre todo en el saco vitelino, durante la etapa fetal se traslada al hígado, bazo, tejido linfático y después a la médula ósea roja. Tras el nacimiento, la hematopoyesis se traslada a la médula ósea del hueso trabecular y la cavidad medular de los huesos largos. En adultos ocurre en los huesos de cráneo, pelvis, vértebras, esternón, y las zonas próximas de la epífisis del fémur y el húmero. La hematopoyesis en adultos se puede reiniciar en el hígado y en el bazo bajo ciertas circunstancias.

## 2. Plasma

El plasma es el componente fluido de la sangre y representa más de la mitad del volumen sanguíneo.

Es un 90 % agua, mientras que el resto es mayoritariamente proteínas, pero también iones, aminoácidos, lípidos, y gases. Es el principal medio de transporte de nutrientes y productos de desecho.

La albúmina es la proteína más abundante del plasma (54 % del total de proteínas) y desempeña diversas funciones. Muchas moléculas se asocian a ella para ser transportadas por la sangre como ácidos grasos y hormonas esteroideas. También es el factor más importante para el mantenimiento de la presión osmótica de la sangre, lo cual contribuye a mantener y regular el volumen sanguíneo. Las globinas son las segundas proteínas más importantes del plasma. Es un grupo de proteínas que representan aproximadamente el 38 % de las proteínas del plasma y se divide en 3 tipos: alfa, beta y gamma. Las alfa y beta se sintetizan en el hígado y transportan hierro, lípidos y vitaminas liposolubles. También contribuyen a la osmolaridad de la sangre. Las globulinas gamma son los anticuerpos solubles del sistema inmunitario, también denominadas inmunoglobulinas. El fibrinógeno es otra proteína del plasma que, aunque no muy abundante, es importante para la coagulación de la sangre. El fibrinógeno se sintetiza en el hígado. Las proteínas que forman el plasma pueden ser específicas de la sangre o aparecer también en otros tejidos, como enzimas, inmunoglobulinas y hormonas.

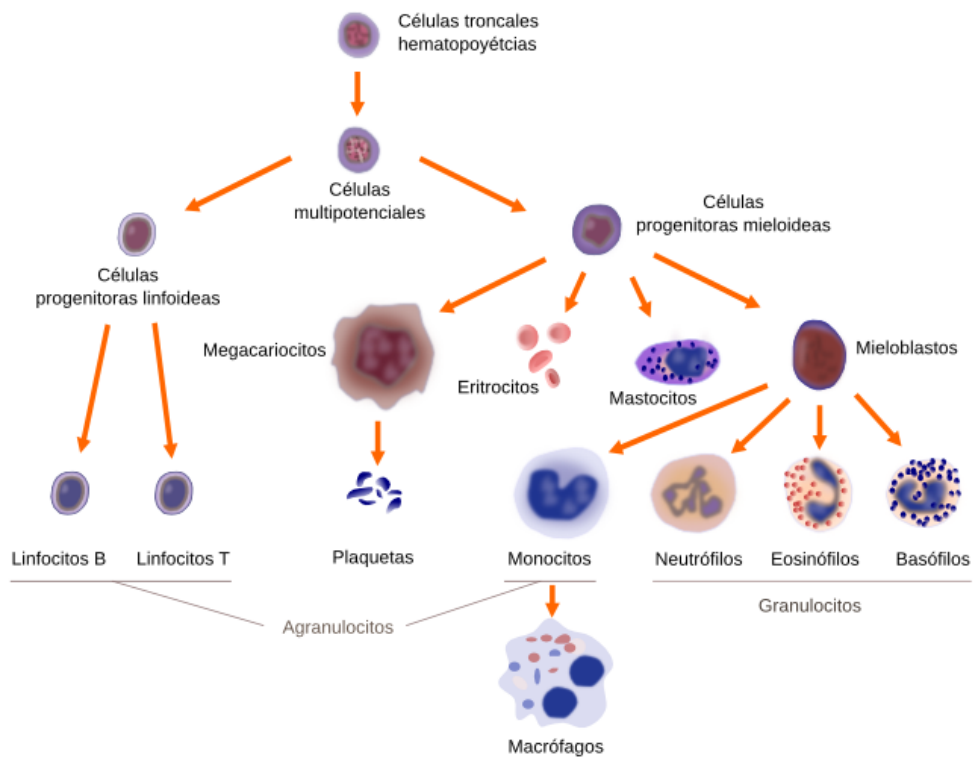


Figura 4: Esquema básico con los linajes de los diferentes tipos celulares que se pueden observar en la sangre. Las células progenitoras se encuentran en la médula ósea y los mastocitos y los macrófagos se encuentran en los tejidos conectivos.

## 4 Imagen; Células sanguíneas

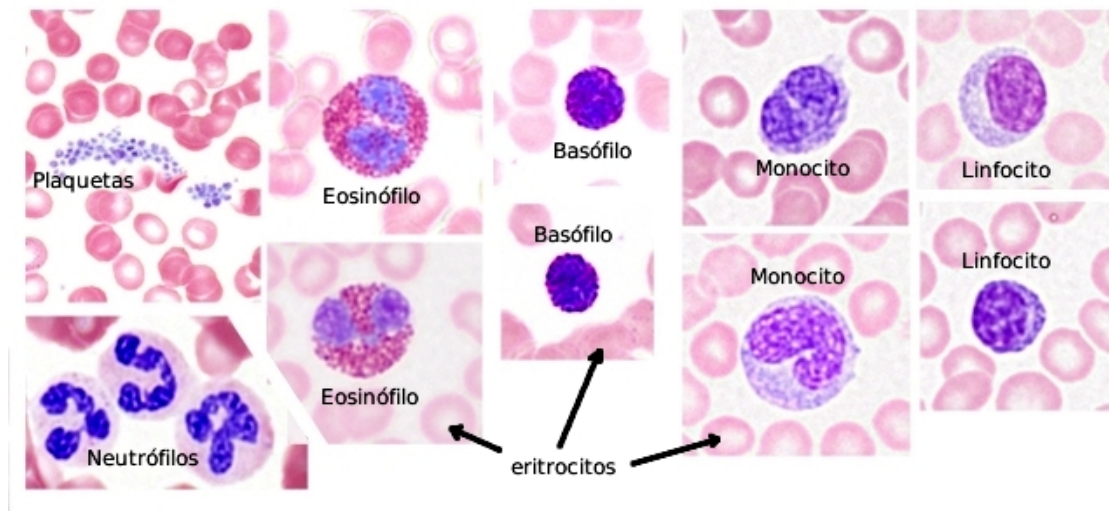


Figura 5: Órgano: sangre, células sanguíneas. Especie: humano (*Homo sapiens*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en frotis sanguíneo.

La mejor forma de observar y diferenciar los distintos componentes celulares de la sangre es mediante la técnica de frotis celulares, que son extensiones de sangre sobre portaobjetos que se tiñen con colorantes generales. Las imágenes de esta figura proceden de un frotis de sangre.

Los eritrocitos tienen una forma bicóncava de unas  $7,5 \mu\text{m}$  de diámetro. Con tinciones generales aparecen de color rosado o rojizo. En la sangre fresca, son los responsables de dar el color rojo a la sangre por su alto contenido en hemoglobina, una proteína que contiene hierro en su estructura. Los eritrocitos son las estructuras celulares más abundantes de la sangre. Constituyen aproximadamente el 45 % del volumen sanguíneo. El eritrocito, en mamíferos, se puede considerar como una célula modificada para su función puesto que no posee núcleo y carece de mitocondrias y otros orgánulos celulares.

Las plaquetas son pequeñas porciones de citoplasma sin núcleo. En los frotis de sangre aparecen como pequeños fragmentos, a veces formando agregados, de un color azul o violáceo pálido. Están presentes en los mamíferos, pero no en todos los vertebrados. Se forman mediante "desgajes" del citoplasma

de unas células denominadas megacariocitos que se encuentran en la médula ósea.

Los leucocitos, o glóbulos blancos, son células nucleadas e incoloras en la sangre fresca. Por eso para su observación hay que emplear colorantes. Los leucocitos se clasifican en granulares y agranulares. Los leucocitos presentan en su citoplasma granos de dos tipos, azurófilos o primarios, que son lisosomas, y específicos o secundarios de contenido variado. Todos tienen granos azurófilos pero los granos específicos son característicos de los granulares.

Los leucocitos granulares son los neutrófilos, eosinófilos y basófilos, mientras que los no granulares son los linfocitos y los monocitos. Los neutrófilos son los leucocitos granulares más abundantes y representan el 60-70 % de todos los leucocitos. Se reconocen fácilmente por su núcleo multilobulado. Presentan gránulos azurófilos, pero en mayor cantidad granos específicos con un contenido en lisozimas, activadores del complemento, colagenasas, etcétera. Los eosinófilos representan del 2 al 5 % de la población leucocitaria. Su núcleo es bilobulado y en su citoplasma los granos específicos se caracterizan por su fuerte afinidad por colorantes ácidos como la eosina, presentando un intenso color fucsia o rojo. Los basófilos son los leucocitos granulares menos abundantes y más pequeños, representando el 0.5 % del total. Su núcleo es poco lobulado. Se caracterizan por poseer granos

específicos que se tiñen con colorantes básicos como la hematoxilina, y por ello aparecen de color púrpura azulado intenso.

Los leucocitos agranulares carecen de granos específicos en su citoplasma pero presentan una escasa población de granos inespecíficos. Los linfocitos son tras los neutrófilos los leucocitos más abundantes, representando del 20 al 35 % de las células sanguíneas.

Son células pequeñas, aunque se puede encontrar una cierta variabilidad en su tamaño, lo cual parece no estar relacionado con los diferentes tipos de linfocitos. Presentan núcleos que a veces tienen un volumen casi igual que el propio citoplasma, y generalmente son redondeados. Los otros leucocitos agranulares son los monocitos. Éstos se caracterizan por tener un tamaño grande en los frotis sanguíneos y por presentar un núcleo arriñonado.