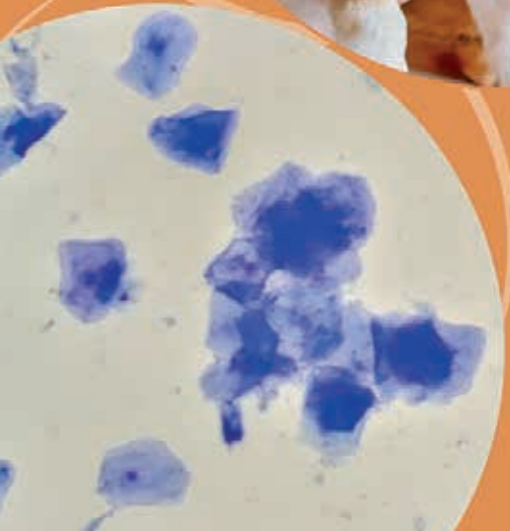


CÓMO SOBREVIVIR AL LABORATORIO

Guía práctica para asistentes
técnicos veterinarios

Irene Martínez Ortiz



Índice de contenidos

01

EL TRABAJO EN EL LABORATORIO

El proceso analítico	1
Fase preanalítica.....	2
Volante de petición.....	2
Criterios de rechazo de las muestras.....	3
Errores más frecuentes.....	7
Fase analítica.....	9
Fase posanalítica.....	9
El flujo de trabajo	9
Normas básicas.....	10
Protocolos normalizados de trabajo.....	11
<i>Stock</i> y almacenaje.....	12
Materiales y equipos necesarios para un laboratorio.....	13
Reactivos químicos.....	20
Gestión de los residuos.....	22
Conservación de las muestras biológicas	24
Conservación de las muestras para el envío a un laboratorio externo.....	26
Transporte de las muestras biológicas	26

02

LA SANGRE

Hematología	33
Hemograma.....	33
Serie roja.....	33
Recuento de eritrocitos.....	33
Hematocrito.....	34
Hemoglobina.....	36
Volumen corpuscular medio.....	36
Hemoglobina corpuscular media.....	36
Concentración de hemoglobina corpuscular media.....	36
Amplitud de distribución eritrocítica.....	36
Reticulocitos.....	37
Hemoglobina de los reticulocitos.....	37

Serie blanca.....	37
Neutrófilos.....	38
Linfocitos.....	39
Monocitos.....	39
Eosinófilos.....	40
Basófilos.....	40
Serie plaquetaria.....	41
Plaquetas.....	41
Volumen plaquetario medio.....	41
Plaquetocrito.....	41
Hemostasia.....	42
Frotis sanguíneo.....	44
Recogida de la muestra.....	44
Extensión de la muestra.....	44
Examen citológico de los elementos formes de la sangre.....	47
Eritrocitos.....	47
Leucocitos.....	48
Plaquetas.....	50
Interpretación del frotis.....	51
Análisis bioquímico de la sangre.....	53
Perfil básico.....	54
Albúmina.....	54
Glucosa.....	54
Creatinina.....	54
Alanina-aminotransferasa (ALT).....	54
Proteínas totales.....	54
Perfil renal.....	55
Nitrógeno ureico.....	55
Calcio.....	55
Fósforo.....	55
Creatina-cinasa (CK).....	55
Perfil hepático.....	56
Fosfatasa alcalina (ALP).....	56
Gamma-glutamilttransferasa (GGT).....	56
Bilirrubina total.....	56
Ionograma.....	57
Potasio.....	57
Sodio.....	57
Cloro.....	57

Otros parámetros.....	57
Colesterol.....	57
Globulinas.....	58
Fructosamina.....	58
Magnesio.....	58
Lactato.....	58
Tiroxina total.....	58
Dimetilarginina simétrica (SDMA).....	59
Amoniaco.....	59
Gasometría.....	60
Toma de la muestra.....	60
Cuidados especiales de la muestra.....	62
Parámetros.....	63
Interpretación.....	64
Acidosis metabólica.....	65
Alcalosis metabólica.....	65
Acidosis respiratoria.....	65
Alcalosis respiratoria.....	65
Medicina transfusional.....	66
Tipos de hemoderivados.....	68
Cuidado de los hemoderivados: concentrado de eritrocitos.....	68
Evaluación de la hemólisis.....	68
Cuidado de los hemoderivados: plasma fresco congelado.....	69
Cuidado de los hemoderivados: otros componentes.....	70
Tipificación sanguínea.....	70
Grupos sanguíneos en los gatos.....	72
Grupos sanguíneos en los perros.....	73
Pruebas de hemocompatibilidad.....	74
Pruebas rápidas.....	77
Interpretación.....	79
Posibles errores.....	79

03

LA ORINA

Análisis sistemático.....	82
Análisis físico.....	82
Color.....	83
Olor.....	86
Turbidez.....	87
Densidad urinaria.....	88
Otras características físicas.....	89

Análisis químico.....	89
Eritrocitos.....	91
Proteínas.....	92
Glucosa.....	92
pH.....	92
Bilirrubina.....	93
Cetonas.....	93
Leucocitos.....	94
Nitritos.....	94
Urobilinógeno.....	94
Densidad urinaria.....	95
Análisis del sedimento.....	95
Elementos microscópicos.....	96
Células propias.....	96
Eritrocitos.....	97
Leucocitos.....	98
Células epiteliales.....	99
Microorganismos.....	100
Bacterias.....	100
Otros microorganismos.....	102
Cristales.....	102
Oxalato cálcico.....	102
Fosfato amónico magnésico.....	103
Cristales amorfos.....	103
Otros cristales.....	104
Cilindros.....	104
Cilindros hialinos.....	104
Cilindros celulares.....	105
Cilindros granulares.....	106
Cilindros céreos.....	106
Artefactos y contaminantes.....	107
Gotas de grasa.....	107
Burbujas de aire.....	108
Espermatozoides.....	109
Pelos.....	109
Gránulos de almidón.....	109
Moco.....	110
Polen.....	111
Esporas de hongos.....	111
Otros análisis.....	111
Cociente proteína:creatinina.....	111
Citología urinaria.....	112

04 LAS HECES

La muestra	113
Técnicas de recogida	114
Consideraciones para la recogida de la muestra	114
Coprología	116
Análisis de las heces	116
Estudio macroscópico	117
Estudio microscópico	121
Técnicas de análisis coproparasitológico	126
Análisis coprológico en fresco	126
Citología fecal	127
Análisis coprológico por flotación	128
Análisis coprológico por sedimentación	130
Interpretación de los resultados	131
Otros análisis de las heces	132
Coproantígenos	132
PCR en los pacientes con diarreas	133
Coprocultivos	133
Sangre oculta en las heces	134

05 LOS LÍQUIDOS ORGÁNICOS

Líquidos serosos	136
Análisis de los líquidos serosos	141
Análisis macroscópico	141
Análisis microscópico y bioquímico	141
Recuento celular	141
Proteínas totales	144
Citología	144
Cultivo bacteriano	145
Pruebas bioquímicas	145
Otras pruebas	146
Líquido cefalorraquídeo	147
Análisis del líquido cefalorraquídeo	148
Análisis macroscópico	149
Análisis microscópico y bioquímico	149
Proteínas totales	149
Citología	150
Glucosa	152
Otras pruebas	152

Líquido sinovial	152
Análisis del líquido sinovial.....	153
Análisis macroscópico.....	153
Test de viscosidad.....	154
Análisis microscópico y bioquímico.....	154
Citología.....	155
Recuento celular.....	155
Proteínas totales.....	155
Bilis	156
Análisis de la bilis.....	157
Análisis macroscópico.....	157
Análisis microscópico.....	157
Citología.....	157
Cultivo bacteriano.....	158
Otros líquidos	158

06

LAS PREPARACIONES CITOLÓGICAS

Tipos de citología	160
Técnicas de extensión	161
Extensión en línea.....	162
Errores comunes en las extensiones en línea.....	162
Extensión por aplastamiento.....	163
Extensión de una muestra obtenida por hisopado.....	164
Extensión de una muestra obtenida por raspado cutáneo.....	165
Extensión por impronta.....	165
Extensión de una muestra obtenida por sondaje vesical traumático.....	165
Técnicas de tinción	166
Cuidado de los colorantes y los equipos.....	167
Porciones de colorantes para las muestras “sucias”.....	168
Tinciones habituales en los centros veterinarios.....	169
Panóptico rápido para las preparaciones citológicas.....	169
Tinción supravital especial para los reticulocitos.....	170
Tinción con azul de metileno para la orina.....	171
Tinción con solución de Lugol para las heces.....	171
Tinción de Gram para las bacterias.....	172
Técnicas de observación	173
Almacenamiento de las preparaciones citológicas.....	175
Envío a un laboratorio especializado.....	176
Artefactos y contaminantes en citología	177
Artefactos.....	177
Contaminantes.....	178
Muestras citológicas de calidad	178

07

OTRAS MUESTRAS

Muestras de biopsia	180
Tipos de biopsias	181
La biopsia en los centros veterinarios	182
Márgenes quirúrgicos	185
Muestras de necropsias	185
Muestras de médula ósea	187
Aspirado de médula ósea	187
Envío de médula ósea para citometría de flujo y estudio citológico	189
Biopsia de médula ósea	189
Muestras respiratorias	190
Lavado broncoalveolar	190
Análisis del líquido de lavado broncoalveolar	191
Laringoscopia	194
Muestras dermatológicas	194
Tricograma	194
Citología ótica y examen del cerumen	195
Raspados cutáneos	197
Cinta adhesiva	197
Cultivo de dermatofitos	198
 BIBLIOGRAFÍA	 202

02

LA SANGRE

La sangre es un tejido líquido que circula por los vasos sanguíneos y distribuye por el cuerpo gases, nutrientes y sustancias de desecho. Se divide en dos fracciones:

- **Fracción líquida.** Está compuesta de agua prácticamente en su totalidad. Se encuentran en suspensión ciertos solutos como proteínas, hidratos de carbono, lípidos y hormonas. Se conoce con el nombre de suero o plasma, cuyas diferencias se recogen en la tabla 2.1 y en la figura 2.1.
- **Fracción forme.** Está compuesta por las células sanguíneas y las plaquetas. Se subdivide, a su vez, en dos:
 - **Capa leucocítica o flogística (*buffy coat*).** Está formada por los leucocitos y las plaquetas.
 - **Eritrocitos.** Se define como hematocrito, que es el volumen ocupado por los eritrocitos en relación con el volumen de sangre total, expresado en porcentaje.

Tabla 2.1. Diferencias entre el plasma y el suero.

	Plasma	Suero
Tubos	Con anticoagulante	Sin anticoagulante
Separación de fracciones tras sedimentación o centrifugación	Se pueden volver a juntar	No se pueden volver a juntar
Coágulo	No hay	Sí hay
Factores de la coagulación	Se conservan	Se han consumido
Tratamiento	Se centrifuga directamente	Hay que esperar a que aparezca el coágulo y después centrifugar

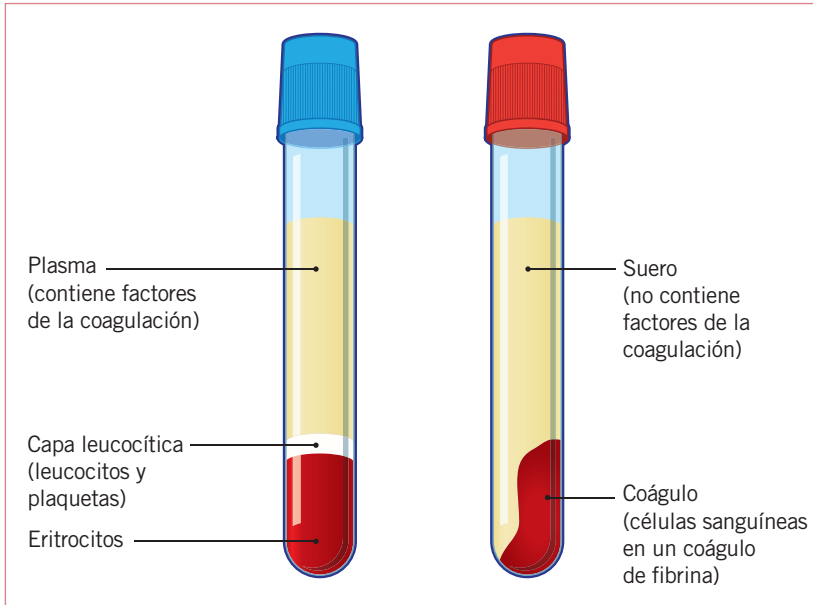


Figura 2.1. Representación de las fracciones del plasma (izquierda) y del suero (derecha).

El llenado de botes con sangre tiene que seguir un orden específico porque muchos anticoagulantes se invalidan entre ellos; este orden variará dependiendo del sistema de extracción de sangre. En veterinaria, se utiliza con mayor frecuencia el sistema abierto: jeringuilla y aguja (fig. 2.2). En el caso de utilizar un sistema cerrado (agujas y tubos de vacío), se debe conocer el protocolo.



Figura 2.2. Recipientes de sangre en orden de llenado para un sistema de extracción abierto.

Si se quieren realizar hemocultivos (bastante poco frecuentes), siempre irán primero. El resto de la sangre venosa se repartirá de la siguiente manera:

1. Botes sin anticoagulante para suero. No pueden correr el riesgo de contaminarse con un anticoagulante, porque si esto ocurre, no podrá aparecer el coágulo, lo que invalidaría la muestra.
2. Botes con citrato sódico para coagulación. Lo antes posible para evitar que la muestra se coagule.
3. Botes con heparina de litio (o de sodio) para pruebas bioquímicas.
4. Botes con EDTA para hemograma. Es el último anticoagulante, porque si la sangre se contamina con EDTA, en el análisis bioquímico aparecerá hipocalcemia e hipercalemia.

Por último, se extraerá la muestra para gasometría con una jeringa especial.

Cada anticoagulante tiene un modo de acción distinto, lo que los hace especiales y específicos para cada análisis. El color del tapón del recipiente sigue un sistema codificado y estandarizado; a pesar de esto, se pueden encontrar tubos con un mismo anticoagulante que tienen dos colores diferentes debido a que hay dos códigos comercializados actualmente: el norteamericano y el europeo.

Los tubos para suero son recipientes vacíos sin ningún tipo de reactivo que evite la coagulación, por lo que la sangre sigue su proceso normal, es decir, formar un coágulo. Se pueden encontrar tubos completamente vacíos o con un gel separador, que actúa a modo de tapón y divide el suero del paquete celular. También existen tubos en los que este gel incluye unas partículas procoagulantes, como la sílice, cuya función es acelerar la coagulación. Los colores asociados a estos tubos son el blanco, el amarillo y el rojo (fig. 2.3).



Figura 2.3.
Distintos tubos
para suero:
vacíos y con
gel, perlas o
activadores.

En cuanto a los anticoagulantes, los más comunes en veterinaria son los tres siguientes:

■ **Ácido etilendiaminetetraacético (EDTA)**

(fig. 2.4a): normalmente se combina con potasio (EDTA-3K). Es el anticoagulante de elección para los estudios hematológicos y citológicos por su gran capacidad de mantener la morfología celular en buenas condiciones. El mecanismo de acción de esta sal se basa en la quelación (secuestro) del calcio; sin él la cascada de la coagulación no se activará y la muestra no se coagulará. Cuando se llena con sangre un tubo de EDTA, es importante enrasarlo porque, al ser una sal, si hay más anticoagulante que sangre, las células se crenarán (aspecto erizado), y si ocurre al revés, la muestra se coagulará. Se debe invertir suavemente el tubo 8-10 veces para homogeneizarlo. Los tapones de los tubos de EDTA suelen ser morados o rosas.

■ **Heparina** (fig. 2.4b): es el anticoagulante que se utiliza para pruebas bioquímicas rutinarias. Se puede encontrar heparina de litio o de sodio; esta última es poco recomendable porque el sodio de la heparina interfiere en la determinación del sodio del paciente. Este aditivo impide el paso de la protrombina a trombina, que es un punto esencial para la formación del coágulo. Además, es el mejor anticoagulante para evitar la hemólisis. De igual modo que el EDTA, se tiene que homogeneizar la muestra de 8 a 10 veces y enrasar el tubo adecuadamente. Los tapones de los tubos de heparina son verdes o naranjas.

■ **Citrato de sodio** (fig. 2.4c): tiene un modo de acción similar al del EDTA, aunque no quela el calcio, sino que evita que este se ionice, lo que impide la coagulación. Este efecto es fácilmente reversible si se añade calcio, que es el fundamento de los coagulómetros: añadir compuestos de calcio a una muestra y contar cuántos segundos tarda en coagular. Los tapones de los tubos de citrato sódico para coagulación son azules.



Figura 2.4. Tubos de EDTA (a), heparina (b) y citrato de sodio (c).



El enrasado de los tubos es importante en todos los que incluyen anticoagulantes, pero en los de citrato de sodio es un paso crítico y esencial que debe tenerse muy en cuenta.

HEMATOLOGÍA

La hematología es la rama de la medicina que estudia la sangre y los órganos hematopoyéticos. Comúnmente, cuando se solicita una “hematología” se refiere al hemograma; sin embargo, el área de la hematología está compuesta por los hemogramas, la citología (frotis sanguíneo), la hemostasia y el banco de sangre.

HEMOGRAMA

El hemograma es el estudio básico cualitativo y cuantitativo de los elementos formes de la sangre, es decir, de las células y las plaquetas.

Se puede realizar de forma manual; sin embargo, lo más rápido y fiable es utilizar analizadores automáticos. En unos 3 minutos se obtiene una visión general del estado hematológico del paciente.

La tabla 2.2 al final de esta sección recoge los valores normales del hemograma en el gato y el perro adultos. Es importante tener en cuenta que los valores de referencia pueden variar dependiendo del analizador automático utilizado.

Serie roja

La serie roja la componen los eritrocitos, también llamados hematíes o glóbulos rojos, que son las células principales de la sangre y ocupan cerca del 45 % del volumen total. Se encargan del transporte de oxígeno mediante una proteína denominada hemoglobina.

Los parámetros de la serie roja que se evalúan en el hemograma se describen a continuación.

Recuento de eritrocitos

El recuento de eritrocitos es el número de eritrocitos por microlitro. Los eritrocitos son las células circulantes de vida más larga, unos 120 días en el perro y unos 75 días en el gato. Se producen principalmente en la médula ósea, pero puede haber algo de producción en sitios secundarios (bazo, hígado). Los eritrocitos contienen hemoglobina y son fundamentales para la respiración celular, ya que suministran oxígeno a los tejidos y transportan dióxido de carbono.

Hematocrito

El hematocrito es uno de los parámetros más importantes del hemograma. Valora qué porcentaje del volumen sanguíneo está formado por eritrocitos (fig. 2.5).

Las muestras con un hematocrito bajo suelen indicar que el paciente tiene anemia, mientras que si es alto suele asociarse a deshidratación (fig. 2.6).



Figura 2.5. Dos muestras con distinto hematocrito; mayor en la de la izquierda.



Figura 2.6. Capilar con una muestra con un hematocrito del 4 % (a). Tubo con una muestra con un hematocrito del 79,1 % (b).

Cómo calcular el hematocrito manualmente

En primer lugar, se necesitan dos capilares sin anticoagulante, una centrífuga y plastilina de un color que no sea rojo ni amarillo, para verla bien.

Se llenan los dos capilares con sangre entera en EDTA hasta unos cuatro quintos de su volumen total. Se coloca plastilina en la parte inferior de los capilares a modo de tapón; se puede poner también en la parte superior, pero con colocarla en la parte inferior es suficiente para que la sangre no se salga. Después, se centrifugan los capilares y se hacen tres medidas:

- Tapón: el total del tapón de plastilina.
- Paquete eritrocítico: desde el final del tapón hasta donde acaban los eritrocitos, sin medir la capa leucocítica.
- Total de la muestra: desde el final del tapón hasta donde acaba el plasma.

Se utilizan siempre dos capilares para reducir el “factor error”. La medición se considera válida si hay una diferencia menor del 2 % del valor del resultado más alto; si la diferencia es superior al 2 %, se debe repetir el análisis. Para obtener el valor final se hace la media aritmética de los valores de ambos capilares.

En el ejemplo de la figura 2.7, el cálculo es el siguiente:

1. Tras medir el valor de los dos capilares, se hace una regla de tres con cada uno.
2. Se restan los resultados para comprobar la diferencia: $45,94 - 45,87 = 0,08$. Como esta diferencia es menor que el 2 % del valor más alto (2 % de $45,94 = 0,92$), no es necesario repetir el análisis.
3. Se realiza la media para obtener el valor final, que es 45,9 %.

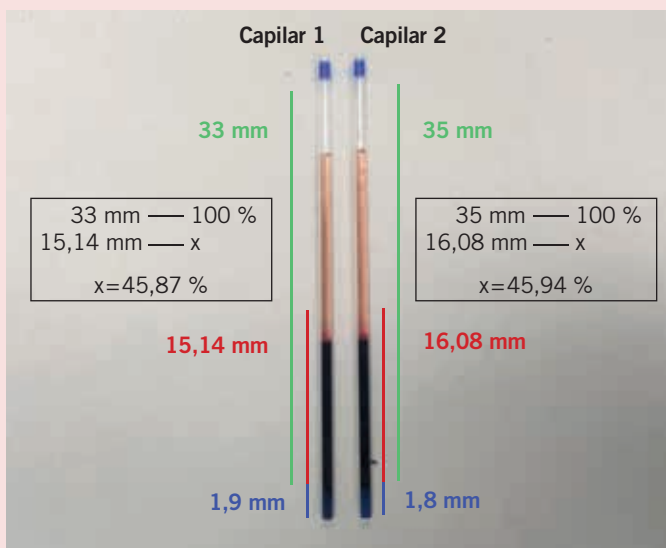


Figura 2.7. Capilares tras la centrifugación. Tapón (azul), paquete eritrocítico (rojo) y total de la muestra (verde).

Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína de gran tamaño que se encuentra dentro de los eritrocitos. Contiene hierro y se encarga de transportar el oxígeno. Es la responsable de dar el color rojo a la sangre.

Se puede observar un falso aumento de la hemoglobina en plasmas o sueros lipémicos, en el caso de hemólisis intravascular o si hay derivados de la hemoglobina.

Resulta más apropiado evaluar la hemoglobina e interpretarla junto con el hematocrito para el diagnóstico de las anemias. Esto se debe a que el valor del hematocrito está influenciado por el tamaño y la cantidad de los eritrocitos y por la cantidad de líquido extracelular que hay en la sangre, mientras que la hemoglobina es la responsable de la oxigenación de los tejidos. Así, algunos artefactos, como las variaciones en el nivel de sodio plasmático o la deshidratación del paciente, pueden alterar el hematocrito, pero la hemoglobina no se verá influenciada. Para identificar la causa de la anemia, se partirá de la información de base que aportan los índices hematimétricos (el volumen corpuscular medio, la hemoglobina corpuscular media, la concentración de hemoglobina corpuscular media y la amplitud de distribución eritrocítica).

Volumen corpuscular medio

El volumen corpuscular medio refleja el tamaño medio de los eritrocitos. Está relacionado con la madurez celular; cuanto más jóvenes son los eritrocitos, mayor tamaño tienen.

Hemoglobina corpuscular media

La hemoglobina corpuscular media es la concentración de hemoglobina por eritrocito, independientemente del tamaño de la célula. Su valor tiende a ser paralelo al de la concentración de hemoglobina corpuscular media.

Concentración de hemoglobina corpuscular media

La concentración de hemoglobina corpuscular media es la concentración de hemoglobina calculada en un volumen específico de eritrocitos.

Amplitud de distribución eritrocítica

También llamada ancho de distribución de los eritrocitos, es la medida de la variabilidad de los tamaños de los eritrocitos. Este dato aporta el índice de anisocitosis, es decir, la diferencia de tamaño entre las células.

Reticulocitos

Los reticulocitos son eritrocitos inmaduros anucleados. Tienen una vida útil de 2-3 días en el perro, y su vida es más variable en el gato.

La presencia de reticulocitos en la circulación sistémica se utiliza para diferenciar la anemia regenerativa de la no regenerativa. La reticulocitosis en ausencia de anemia puede ser un indicio de una enfermedad subyacente significativa acompañada de pérdida o destrucción de los eritrocitos pero con una respuesta regenerativa adecuada, lo que se conoce como “anemia compensada”.

Los reticulocitos deben evaluarse junto con la hemoglobina reticulocitaria para la detección temprana de la pérdida de sangre o de afecciones inflamatorias antes de que se desarrolle la anemia.

En los perros con anemia aguda, la reticulocitosis se observa 3-4 días después del inicio de la anemia y la producción máxima de reticulocitos se observa a los 7 días aproximadamente. Por otro lado, en los gatos, la producción máxima sucede a los 7 o 14 días tras la anemia aguda.

Hemoglobina de los reticulocitos

La hemoglobina de los reticulocitos es un parámetro que refleja la disponibilidad de hierro para formar nuevos eritrocitos.

Como los reticulocitos circulan durante 3-4 días, la disminución de la hemoglobina reticulocitaria proporciona un indicador temprano y sensible acerca del descenso del hierro disponible. La hemoglobina reticulocitaria comienza a mermar antes de que aparezca la anemia.

Serie blanca

La serie blanca la componen los leucocitos, que son células nucleadas que circulan en la sangre periférica. Se encargan principalmente de la defensa frente a los patógenos, el control de la inflamación y la inmunidad. En el hemograma, se hace un recuento de los leucocitos contenidos en un microlitro de sangre entera. Los leucocitos se dividen en dos grupos:

- Granulocitos o polimorfonucleares: células con gránulos y un núcleo segmentado. Son los neutrófilos, los eosinófilos y los basófilos.
- Agranulocitos o monomorfonucleares: células sin gránulos y con un núcleo sin segmentaciones. Son los monocitos y los linfocitos.

El leucograma se debe evaluar siempre conjuntamente con el frotis sanguíneo. Esto se debe a que los contadores automáticos no detectan todas las particularidades celulares, como los cambios tóxicos o las células jóvenes, pierden

sensibilidad ante los descensos poblacionales y cuentan como leucocitos a los eritrocitos nucleados o a las plaquetas agregadas.

La vida media de los leucocitos es de varias horas (p. ej.: los neutrófilos viven 6-12 horas), por lo que los recuentos cambian rápidamente. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el aumento de los leucocitos (leucocitosis) ocurre como respuesta a ciertos estímulos y puede variar, ya que muchas de estas células abandonan el torrente sanguíneo e infiltran los tejidos.

Los cuadros 2.1-2.6 muestran las causas del aumento y de la disminución en el número de leucocitos totales, neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos, respectivamente.

Cuadro 2.1. Causas de leucocitosis y leucopenia.

Leucocitosis	Leucopenia
<ul style="list-style-type: none"> ■ Inflamación (p. ej.: infección, enfermedad inmunomediada, necrosis tisular, neoplasia). ■ Inducción por corticoesteroides (p. ej.: síndrome de Cushing, estrés). ■ Síndrome paraneoplásico. ■ Inducción por epinefrina. ■ Leucemia aguda o crónica. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Disminución de la producción (p. ej.: infección, supresión de la producción en la médula ósea, inmunomediada). ■ Exceso de la demanda tisular o destrucción de los leucocitos (p. ej.: septicemia, inflamación, infección). ■ Leucopenia inmunomediada.

Neutrófilos

Los neutrófilos son los leucocitos más abundantes de la sangre. Estas células, en su estado maduro, presentan un núcleo con entre tres y cinco lóbulos, pero se pueden encontrar con otras características morfológicas que se verán en el frotis:

- Neutrófilo en banda o en cayado: son células inmaduras, que tienen el núcleo en forma de C.
- Neutrófilo hipersegmentado: son neutrófilos que presentan un núcleo con más de cinco lóbulos.

Son la primera línea de defensa del organismo; responden rápidamente a la inflamación y al estrés. Además, junto a los macrófagos, forman parte de los fagocitos, que son aquellas células que fagocitan, es decir, que ingieren material extraño o células muertas.

Cuadro 2.2. Causas de neutrofilia y neutropenia.

Neutrofilia	Neutropenia
<ul style="list-style-type: none"> ■ Inflamación (p. ej.: infección, enfermedad inmunomediada, necrosis tisular, neoplasia). ■ Inducción por corticoesteroides (p. ej.: síndrome de Cushing, estrés). ■ Síndrome paraneoplásico. ■ Inducción por epinefrina o por esteroides. ■ Leucemia mieloide aguda o crónica. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Disminución de la producción (p. ej.: infección, supresión de la producción en la médula ósea, inmunomediada, tóxica, acción de medicamentos). ■ Exceso de la demanda tisular (p. ej.: septicemia, hipertermia extrema, <i>shock</i>, inflamación, infección bacteriana). ■ Neutropenia inmunomediada.

Linfocitos

Los linfocitos derivan de los tejidos linfoides como el bazo, los ganglios linfáticos o el timo. Son unas células con una esperanza de vida muy larga (de meses a años) y su función principal es la inmunidad humoral (formación de anticuerpos) y celular para defender al organismo.

Cuadro 2.3. Causas de linfocitosis y linfopenia.

Linfocitosis	Linfopenia
<ul style="list-style-type: none"> ■ Fisiológica (p. ej.: inducción por epinefrina en gatos de menos de 1 año). ■ Procesos reactivos (p. ej.: infección crónica, posvacunal, hipertiroidismo, anemia hemolítica inmunomediada no regenerativa). ■ Procesos linfoproliferativos. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inducción por corticoesteroides (p. ej.: síndrome de Cushing, estrés). ■ Infección aguda (p. ej.: endotoxemia, septicemia, infecciones virales y bacterianas). ■ Pérdida de linfa (p. ej.: efusión quilosa, linfangiectasia, enteropatía perdedora de proteínas). ■ Terapia inmunosupresiva. ■ Disminución de la producción (p. ej.: virus de la inmunodeficiencia felina, acción de medicamentos). ■ Obstrucción del flujo linfático (p. ej.: linfoma, proceso inflamatorio).

Monocitos

Los monocitos, las células circulantes más grandes, son responsables de la fagocitosis (junto con los neutrófilos) y tienen funciones relacionadas con el sistema inmunitario, como la presentación de antígenos o la producción de citocinas, que son unas proteínas que controlan el crecimiento y la actividad de algunas células inmunitarias.

Se producen en la médula ósea y cuando invaden los tejidos se diferencian en macrófagos. Los macrófagos pueden denominarse con nombres específicos en algunos tejidos como las células de Kupffer (hígado) o los histiocitos (tejido conjuntivo).