



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**EAP. DE MEDICINA VETERINARIA**

**Banco de sangre y grupos sanguíneos en animales domésticos**

**TESINA**

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

**AUTOR**

**Christian Hall Ugaz**

LIMA – PERÚ  
2014

## DEDICATORIA

*A mi querida madre por todos estos años de sacrificios y constante apoyo, por haberme guiado a lo largo de mi vida con amor, confianza y firmeza. Por todas tus preocupaciones y esfuerzos en que las cosas marchen bien. Por perdonar mis desavenencias y errores, y por celebrar cada triunfo conmigo, siempre con un hombro dispuesto a escuchar y consolar. Y sobretodo gracias por haberme dado la vida y seguir en ella conmigo. Gracias por ser la mejor madre que Dios pudo escoger.*

*A mi querido padre por haberme formado en carácter y haberme enseñado lo noble de esta profesión.*

*A mis hermanos Alex, Martha, Laura, y Cecilia por su constante y desinteresado apoyo y aliento en mis pasos universitarios y en mi vida diaria. Gracias por ser mis mejores amigos.*

*A Cynthia, por ser mi compañera en estos felices siete años, por compartir tu vida conmigo, por tu inmensa comprensión, por tus preocupaciones y desvelos a mi lado y muy en especial, por haberme dado dos hermosos hijos, Mathias Alonso y Jordana Zoé, mis nuevos motores de vida y la luz de mis ojos. Los amo.*

*A mi familia, por ser mi apoyo incondicional siempre, estén cerca o lejos. En especial a ti, que vigilas mis pasos y que fuiste columna principal y artífice de que haya iniciado mis estudios y los concluya, a tí mi viejita que desde el cielo nos cuidas tanto, mi Mamá Ene. Esto va para ti.*

## AGRADECIMIENTOS

A la *Dra. Olga Li Elías*, por darme la oportunidad de estar bajo su tutela en este trabajo, y por la confianza y cariño a lo largo de mis estudios. Gracias por su amistad, paciencia, consejos, disciplina y especialmente su tiempo para la corrección de los borradores para la redacción de este trabajo, incluso en circunstancias difíciles para ella. Mil gracias.

Al *Dr. Luis Hoyos Sifuentes*, por la paciencia y guía para con este trabajo. Por la amistad y la generación de confianza en mi persona para poder desarrollar el trabajo hasta el final.

A los *Dres. Diego Díaz Coahila e Isaac Chipayo González* por ser parte del Jurado Asesor.

A la **Familia Tagle Castro**, sin su desinteresada ayuda no hubiera sido posible la ejecución de este trabajo. Gracias Mario, tía María Jesús y Marisús, por ser parte de mi vida desde mis primeros pasos educativos y por ser parte de tan bellos recuerdos de vida. Gracias Patty por el apoyo incondicional y afecto.

A todos y cada uno de los miembros de la comunidad veterinaria Sanmarquina. Nombrar a todos sería inacabable. Gracias a todos mis maestros, compañeros de carpeta, personal administrativo y a todas aquellas personas que de una u otra manera fueron parte de mi camino en la carrera hasta hoy.

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ESQUEMAS</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b>	<b>ix</b>
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>II ANTECEDENTES</b>	<b>03</b>
<b>2.1 HISTORIA DE LAS TRANSFUSIONES SANGUÍNEAS</b>	<b>03</b>
<b>2.2 LA SANGRE</b>	<b>04</b>
<b>2.2.1 Características de la sangre</b>	<b>05</b>
<b>2.2.2 Funciones de la sangre</b>	<b>05</b>
<b>2.2.3 Composición de la sangre</b>	<b>05</b>
<b>2.2.4 Transferencia de oxígeno de los pulmones al plasma</b>	<b>10</b>
<b>2.2.5 Almacenamiento del oxígeno en la sangre</b>	<b>11</b>
<b>2.3 HEMOSTASIA</b>	<b>12</b>
<b>2.3.1 Coagulación sanguínea o hemostasia</b>	<b>12</b>
<b>2.3.2 Control de la coagulación sanguínea</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3 Desórdenes hemostáticos</b>	<b>17</b>
<b>2.3.4 Valoración de laboratorio</b>	<b>21</b>

<b>2.4</b>	<b>GRUPOS SANGUÍNEOS</b>	<b>28</b>
	2.4.1 Tipos de sangre y anticuerpos caninos	29
	2.4.2 Tipos de sangre y anticuerpos felinos	31
	2.4.3 Tipificación y pruebas cruzadas de sangre o crossmatching	34
<b>2.5</b>	<b>TRANSFUSIONES SANGUÍNEAS</b>	<b>42</b>
	2.5.1 Justificación para la terapia transfusional	43
	2.5.2 Decisión de transfundir	44
	2.5.3 Transfusión para incrementar el transporte de oxígeno	45
	2.5.4 Indicaciones para realizar una transfusión	45
	2.5.5 Administración de productos sanguíneos	46
	2.5.6 El donante de sangre	47
	2.5.7 Extracción y manejo de la sangre	49
	2.5.8 Procedimientos para la ejecución de una transfusión sanguínea en la práctica	53
<b>2.6</b>	<b>REACCIONES POST-TRANSFUSIONALES</b>	<b>59</b>
	2.6.1 Reacciones inmunológicas agudas	61
	2.6.2 Reacciones inmunológicas tardías	62
	2.6.3 Reacciones no inmunológicas	63
	2.6.4 Detección de una reacción por transfusión	66
<b>III</b>	<b>BANCO DE SANGRE</b>	<b>68</b>
<b>3.1</b>	<b>BANCOS DE SANGRE ANIMAL</b>	<b>68</b>
	3.1.1 Bancos de sangre comerciales	69
	3.1.2 Colonias cerradas de donantes	70
	3.1.3 Donantes altruistas voluntarios	70
<b>3.2</b>	<b>COMPONENTES DE LA SANGRE PARA TRANSFUSIÓN</b>	<b>70</b>
	3.2.1 Productos sanguíneos o hemoderivados	73
<b>3.3</b>	<b>PROCESAMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE HEMODERIVADOS</b>	<b>89</b>

3.3.1	Preparación de sangre entera fresca	89
3.3.2	Preparación de concentrado de eritrocitos y plasma fresco congelado	91
3.3.3	Preparación de crioprecipitado y plasma pobre en crioprecipitado	95
3.3.4	Preparación de plasma rico en plaquetas	97
3.3.5	Calibración de las centrifugas	98
<b>3.4</b>	<b>SUSTITUTOS SANGUÍNEOS: ALTERNATIVAS PARA LA SANGRE Y PRODUCTOS SANGUÍNEOS</b>	<b>102</b>
3.4.1	Sustitutos de eritrocitos	102
3.4.2	Sustitutos de plasma	104
3.4.3	Soluciones intravenosas compatibles	105
3.4.4	Soluciones anticoagulantes y aditivas y en transfusión	105
3.4.5	Soluciones de conservación	106
<b>3.5</b>	<b>URGENCIAS HEMATOLÓGICAS CLINICAS QUE REQUIEREN DE TRANSFUSIONES DE SANGRE O HEMODERIVADOS</b>	<b>107</b>
3.5.1	Indicaciones de los hemocomponentes según el orden de preferencia	108
3.5.2	Anemia	110
3.5.3	Shock hipovolémico	118
<b>3.6</b>	<b>EQUIPAMIENTO DE UN BANCO DE SANGRE</b>	<b>126</b>
3.6.1	Equipos y dispositivos para almacenamiento de la sangre y hemocomponentes	126
3.6.2	Sistemas para la recolección y administración de productos sanguíneos	142
<b>IV</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>151</b>
<b>V</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>152</b>
<b>VI</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>163</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1. Factores de Coagulación sanguínea.</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 2. Defectos congénitos de los factores de coagulación en relación a las razas.</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3. Valores hematológicos de referencia en caninos y felinos.</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 4. Reacciones por incompatibilidad de grupos sanguíneos en gatos.</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 5. Prevalencia aproximada de grupos sanguíneos felinos en algunos países y razas.</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 6. Reacciones transfusionales.</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 7. Fármacos aplicables a reacciones transfusionales.</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 8. Indicaciones para transfusiones de sangre.</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 9. Productos derivados de la sangre e indicaciones.</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 10. Obtención y características de diferentes productos sanguíneos.</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 11. Preparación de los hemoderivados previo a su administración.</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 12. Fórmulas para calcular el volumen de sangre a transfundir.</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 13. Elección de componentes sanguíneos a transfundir según patologías presentadas.</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 14. Componentes sanguíneos para transfusiones sanguíneas.</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 15. Tratamiento de los diferentes tipos de Shock hipovolémicos.</b>	<b>120</b>
<b>Tabla 16. Dimensiones y capacidades de las bolsas de transferencia.</b>	<b>146</b>
<b>Tabla 17. Dimensiones y capacidades de la bolsa primaria.</b>	<b>147</b>
<b>Tabla 18. Dimensiones y capacidades de las bolsas secundarias.</b>	<b>148</b>
<b>Tabla 19. Dimensiones de tubo transportador.</b>	<b>149</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1a. Componentes y funciones de la sangre.	09
Figura 1b. Componentes de la sangre.	09
Figura 2a. Tarjetas de tipificación DMS Laboratories.	35
Figura 2b. Detalle de una prueba de tipificación de tarjeta.	35
Figura 3a. Cartucho inmunocromatográfico (Alvedia).	36
Figura 3b. RapiVet para tipificación en felinos.	36
Figura 4. Bolsa de sangre con su respectiva “línea”.	38
Figura 5. Extracción sanguínea en Vena Yugular en donante canino.	51
Figura 6. Agitador- balanza automática para las bolsas de sangre para la extracción.	52
Figura 7. Extracción de sangre por venipunción en gato.	53
Figura 8. Calentando una unidad de sangre.	55
Figura 9. Diferentes tipos de hemoderivados.	73
Figura 10. Concentrado de eritrocitos.	80
Figura 11. Plasma fresco congelado.	84
Figura 12. Crioprecipitado y crio pobre en plasma.	86
Figura 13. Sellando los segmentos.	90
Figura 14. Segmentos asegurados.	90
Figura 15. Extrayendo plasma de sangre entera.	93
Figura 16. Crioprecipitado.	96
Figura 17. Centrifugado de sangre entera fresca con capa de plaquetas.	97
Figura 18. Refrigerador eléctrico.	129
Figura 19. Congelador de plasma.	130
Figura 20. Agitador de plaquetas.	134
Figura 21. Descongelador de plasma.	136
Figura 22. Refrigerador portátil para transporte de sangre o derivados	138
Figura 23. Bolsas múltiples. Incluye filtro para Leucorreducción	145



## LISTA DE ESQUEMAS

	<b>Página</b>
<b>Esquema 1. Composición de la Sangre.</b>	<b>08</b>
<b>Esquema 2. Esquema simplificado de la cascada de coagulación</b>	<b>16</b>
<b>Esquema 3. Prueba de reacción cruzada.</b>	<b>42</b>
<b>Esquema 4. Procesos de fraccionamiento y purificación de la sangre entera para la obtención de hemoderivados</b>	<b>90</b>
<b>Esquema 5. Anemia Hemolítica Inmunomediada</b>	<b>114</b>

## LISTA DE ANEXOS

		<b>Página</b>
<b>Anexo 1.</b>	<b>Coagulopatías que con mayor frecuencia requieren transfusión</b>	<b>163</b>
<b>Anexo 2.</b>	<b>Causas de anemias hemolíticas en perros y gatos</b>	<b>164</b>
<b>Anexo 3.</b>	<b>Resumen de productos sanguíneos indicaciones y dosis</b>	<b>165</b>
<b>Anexo 3.</b>	<b>Ejemplo de registro canino para banco de sangre para caninos</b>	<b>166</b>
<b>Anexo 4.</b>	<b>Ejemplo de registro canino para banco de sangre para felinos</b>	<b>167</b>

## I. INTRODUCCIÓN

Cada vez con más frecuencia en medicina de urgencias y cuidados intensivos, se dan casos en los que una transfusión de sangre o de sus productos se utilizan como terapia para la anemia, las disfunciones hemostáticas, hipovolemia, hipoproteinemia, neutropenia o combinación de estas patologías (Pulido y Sunyer, 2003). Es un recurso terapéutico de suma utilidad y por el momento irremplazable (Bujacich y Sappía, 2008). La transfusión se define como una terapia intravenosa con sangre completa o productos sanguíneos (Day *et al*, 2000). Sus importantes beneficios terapéuticos han generado un considerable incremento en la demanda de transfusiones de sangre y sus derivados, pero hay que saber administrarlas correctamente ya que no están exentas de riesgos (Fragío *et al*, 2009).

Tradicionalmente, la sangre completa era el único producto utilizado para transfusiones en perros y gatos, pero actualmente se puede separar en diferentes componentes, lo que hace posible transfundir a cada paciente el producto más indicado en función de su patología específica (Fragío *et al*, 2009).

La principal limitación para la realización de una transfusión es la existencia de grupos sanguíneos diferentes en los individuos. Se reconocen en perros doce tipos de sangre y cuatro se encuentran identificados en gatos (Rejas *et al*, 1997).

Los bancos de sangre animal tienen por cometido la preparación eficiente y oportuna de componentes sanguíneos inocuos. Sus funciones son la captación, selección, retención y el registro de los donantes; la extracción de la sangre, su separación en componentes, su análisis inmunohematológico y serológico, su almacenamiento y su distribución hacia profesionales de la salud animal cuando éste lo requiera (Sálico de Sosa, 2004). Los bancos de sangre permiten un acceso inmediato a la sangre completa y a los componentes sanguíneos (Day *et al*, 2000).

En la actualidad, en muchos países, los bancos de sangre comerciales ofrecen sangre total o sus derivados para transfundirse tanto a perros como a gatos. La hemoterapia no está lo suficientemente difundida en nuestro país, porque se le considera aún compleja y riesgosa. Sin embargo, luego de adquirir práctica en las maniobras necesarias y de contar con el material apropiado para transfusión, el clínico podrá contar con un recurso de uso más frecuente en la clínica cotidiana.

El presente trabajo recolecta información bibliográfica importante que nos puede permitir ampliar el conocimiento actual acerca de la utilización y aplicación terapéutica de los diversos derivados sanguíneos, así como experiencias de Bancos de Sangre internacionales de especies menores domésticas de práctica privada, en caninos y felinos.

## II ANTECEDENTES

### 2.1 HISTORIA DE LAS TRANSFUSIONES SANGUÍNEAS

Durante toda la historia, la Medicina Veterinaria y la Medicina Humana han recorrido caminos paralelos. Los primeros estudios sobre transfusiones se realizan en el siglo XVII en Italia, Inglaterra y Francia. En el siglo XVII, se inició la práctica de inyectar sustancias en el interior del torrente sanguíneo. Era uso frecuente inyectar vino en los perros de caza para el tratamiento de algunas enfermedades (Centro de Transfusión Veterinaria, 2012).

En 1654, Francesco Folli afirma ser la primera persona en realizar una transfusión sanguínea, realizando la primera publicación acerca de ello en 1680, llegando incluso a diseñar aparatos para realizar el proceso. Paralelamente, por esos años, Christopher Wren propone por primera vez en la historia de la medicina la administración de sangre y medicamentos por vía intravenosa en perros usando una jeringa (Rizzi, 1999)

En 1965, en la Universidad de Oxford, el Dr. Richard Lower realiza la primera transfusión entre perros por medio de cánulas de plata, uniendo la arteria carótida de un perro con la vena yugular de un segundo previamente desangrado, consiguiendo reanimar al segundo. Podemos considerar este experimento como la primera transfusión en Medicina Veterinaria. En 1968, Itslis M. Griffoni en Italia, refiere un caso de un viejo perro sordo y paralítico al que se le inyectó sangre de un animal sano de su misma especie, y pasada una hora fue a ver a sus dueños a los cuartos donde estaban. Esta es la primera transfusión terapéutica descrita en veterinaria (Rizzi, 1999; Centro de Transfusión Veterinaria 2012).

A lo largo de los años, diversos médicos, científicos e investigadores realizaron diversos estudios, prácticas e innovaron métodos para trasfudir sangre, tanto en humanos como en diferentes especies animales; pero la historia documentada de la transfusión de sangre en humanos comenzó en 1818, cuando el obstetra inglés James Blundell hizo con éxito la primera transfusión de sangre humana a una paciente. Otra fecha de importancia fue el año 1900, cuando Kart Landsteiner determinó los tres grupos de sangre humana (A, B, y O). Este descubrimiento, inicia el periodo científico de la terapéutica transfusional, hasta

entonces rodeada por un halo de superstición. Para llevarla a cabo es obvia la necesidad de disponer de sangre humana, la primera solución es la de realizar la transfusión de brazo del donante al brazo del receptor. A principios de los años 20 del siglo pasado, se crea en Londres, el que posteriormente se llamaría Servicio de Transfusión de Sangre de la Cruz Roja (Centro de Transfusión Veterinaria, 2012).

Ya en el siglo XX, en 1910, Von Dungern y Hirszfeld documentan la presencia de cuatro hemolisinas y aglutininas basado en aloinmunización canina. Años después, Peyton Rous y Joseph Tuner, transfunden en conejo sangre con citrato almacenada durante 14 días, recibirían por ello el premio Nobel de Medicina. En 1921, Ingebringsten descubre isoaglutininas séricas en eritrocitos de gato, lo que evidencia los grupos sanguíneos. En la segunda mitad del siglo, la terapia con componentes de sangre produjo una revolución del sistema de los bancos de sangre humanos, pues fue posible adecuar los componentes individuales de la sangre a las necesidades de los pacientes. En 1937, Wright, Whipple y Eyquem definen la presencia de seis grupos sanguíneos caninos. Por esos años se inicia la recolección de sangre entera en frasco de vidrio que permite el almacenamiento por 21 días. En 1940, Karl Lansteiner y Alexander Wiener descubren el factor RH en el *Macacus reshus*. En 1953, Holmes define el sistema EF y O como grupos sanguíneos en el gato, a la par que se comienza a utilizar bolsas de plástico para la recolección de sangre. En 1961, Swisher, Young y Trabold, publican "*The Blood Grouping System of Dog*", y un año más tarde Eyquem, publica la existencia de los grupos de los grupos A, B en gatos (Centro de Transfusión Veterinario, 2012).

La primera transfusión en un perro publicada en una revista científica veterinaria recién se realizó en 1965. Rubinstein, en 1968, descubre el séptimo grupo sanguíneo canino. Iniciando la década de los 80, Auer y Bell le dan una nueva denominación de los grupos EF del gato por el grupo AB. En 1981, se da la creación del primer banco de sangre privado Veterinario en EEUU en Carolina del Norte (Centro de Transfusión Veterinario, 2012).

## **2.2 LA SANGRE**

La sangre es un tejido líquido que circula por las arterias, venas y capilares del organismo. Se encarga de transportar oxígeno, nutrientes y hormonas a las células de los tejidos. Otra de sus funciones principales es el transporte de desechos metabólicos. Así mismo la sangre se encarga de mantener un ambiente apropiado en todos los líquidos tisulares que permitirán el buen funcionamiento y la supervivencia de las células (Guyton y Hall, 1997).

### 2.2.1 Características de la sangre

En relación al peso corporal, la sangre ocupa el 8 al 9%. El volumen total de sangre de animales jóvenes muchas veces excede el 10% de su peso corporal (Meyer, 1998).

- **Viscosidad.** Entre 4-5,5 poisses. Es de importancia en hemodinámica. Está influida por el número y tamaño de los eritrocitos, la concentración de proteínas plasmáticas (PP) y del CO<sub>2</sub> del PS.
- **Densidad o peso específico.** Es variable según las especies y distinta según consideremos, Plasma (1.021-1.029) o Glóbulos rojos (1.080-1.090).
- **Presión osmótica.** Entre 297 y 324 mOsm/l. Es de mucho interés para la hemodinámica sanguínea (FMV-UM, 2008).
- **pH.** Aproximadamente 7,4. Existen variaciones específicas, oscilando entre 7,35 (gato) a 7,44 (perro). La sangre arterial (oxigenada) es más alcalina que la sangre venosa (con mayor concentración de CO<sub>2</sub>) (FMV-UM, 2008 b).

### 2.2.2 Funciones de la sangre

La sangre desempeña un papel fundamental en cuanto a que actúa como intermediario entre el compartimento intersticial que rodea los tejidos orgánicos y los sistemas de intercambio con el medio exterior (órganos de respiración, tubo digestivo, etc.). Entre las principales funciones de la sangre destacamos las siguientes:

- Medio de transporte (de gases, nutrientes, desechos, hormonas, calor).
- Sistema regulador (del pH, equilibrio hídrico, presión osmótica, temperatura corporal).
- Función defensiva (al vehicular anticuerpos y células defensivas) (FMV-UM, 2008 b)

### 2.2.3 Composición de la sangre

La sangre es un tipo especializado de tejido conectivo compuesto por una fase celular integrada por células (glóbulos rojos y glóbulos blancos: neutrófilos, basófilos, eosinófilos, linfocitos y monocitos) y derivados celulares (ej. Plaquetas); y una fase líquida constituida por el plasma que forma parte del conjunto de fluidos corporales (FCV- UNL, 2009).

## a) Composición celular

- ***Eritrocitos***

Los eritrocitos son células discoides anucleadas que tienen una biconcavidad muy pronunciada en los perros. Los eritrocitos realizan las siguientes funciones:

1. Transportan oxígeno desde los pulmones hacia todas las células del organismo.
2. Transportan dióxido de carbono desde las células hacia los pulmones.
3. Actúan como buffer de los iones de hidrógeno, controlando el pH sanguíneo (Meyer, 1998).

La hemoglobina es la proteína responsable del pigmento sanguíneo. En animales no anémicos, la presencia de hemoglobina aumenta la capacidad de transporte de oxígeno en 50 veces más que el plasma puro (Encarta, 2006). La cantidad de oxígeno en la sangre depende de la cantidad de hemoglobina en los eritrocitos, de la presión parcial de oxígeno en la sangre y de la afinidad de hemoglobina por el oxígeno. Esta afinidad disminuye a medida que aumentan los iones de hidrógeno, el dióxido de carbono, la temperatura y el 2,3-difosfoglicerato. Es importante saber que la vida media para los eritrocitos, en su estado natural (el torrente circulatorio), es de 120 días en el perro y 70 días en el gato (Authement, 1992). Al cabo de este período los eritrocitos son fagocitados por macrófagos.

- ***Leucocitos***

Los leucocitos se dividen en dos grupos: Los polimorfonucleares y los mononucleares.

- ***Polimorfonucleares:*** tienen un núcleo condensado y segmentado, y normalmente se les refiere como granulocitos debido a la presencia de gránulos en su citoplasma. Los gránulos contienen enzimas hidrolíticas, agentes antibacteriales y otros compuestos.

Dentro de este grupo se encuentran los neutrófilos, los basófilos y los eosinófilos. Los neutrófilos fagocitan y destruyen bacterias. Los basófilos segregan sustancias como la heparina y la histamina (Encarta, 2006). Median las reacciones de hipersensibilidad. Los eosinófilos se activan en presencia de ciertas infecciones, alergias y reacciones parasitarias (Meyer, 1998).



- **Mononucleares:** presentan un núcleo redondeado. Los linfocitos y los monocitos pertenecen a ésta clasificación celular. Los linfocitos desempeñan un papel importante en la producción de anticuerpos y en la inmunidad celular. Los monocitos digieren sustancias extrañas no bacterianas (Encarta, 2006). La vida media promedio de los leucocitos en el torrente sanguíneo es de 6 a 10 horas (Authement, 1992).

- **Plaquetas**

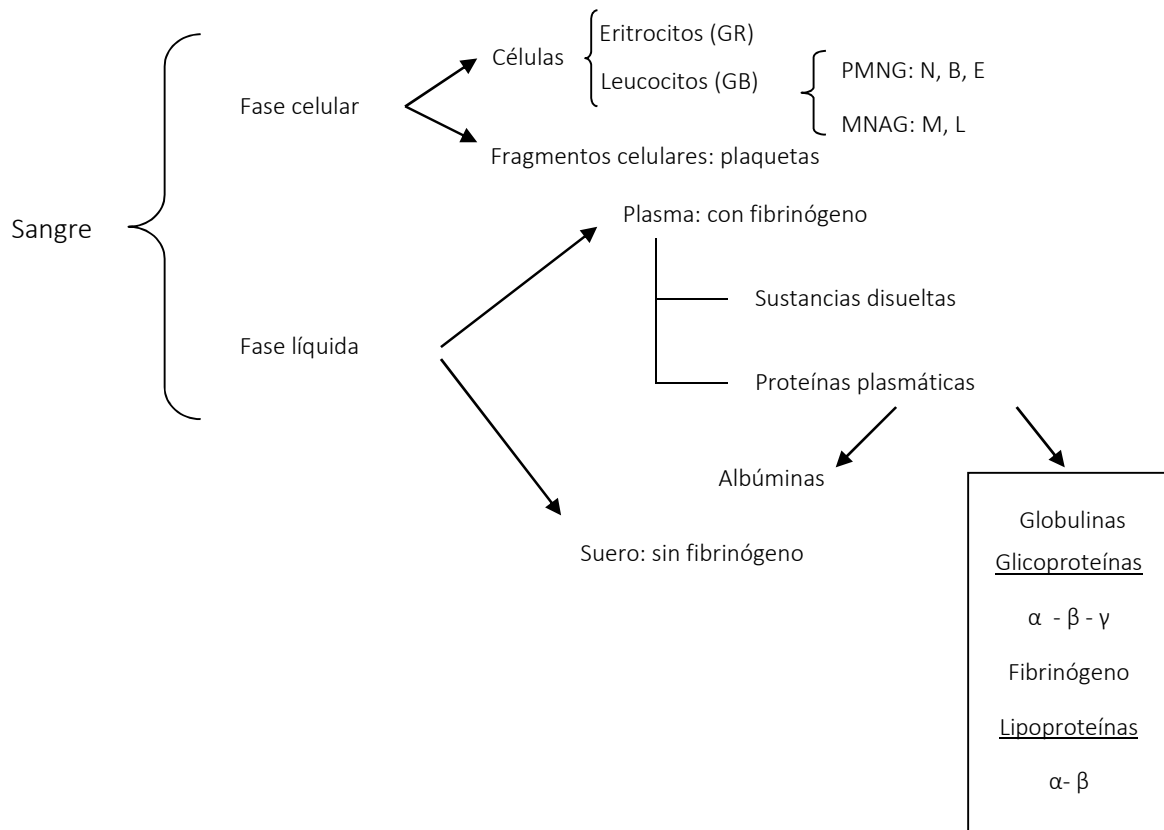
Son fragmentos citoplasmáticos ovoideos, anucleados, planos de menor diámetro que el de los eritrocitos. Éstas se adhieren junto con el calcio y el factor de von Willebrand a la pared interna de los vasos sanguíneos cuando se genera alguna lesión en los mismos, ocluyendo la discontinuidad (Meyer, 1998). Cuando éstas se destruyen, liberan agentes coagulantes que permiten la formación de trombina para luego establecer el tapón de fibrina. Tiene una vida media en el torrente circulatorio de 6-12 días (Authement, 1992).

## **b) Composición no celular**

- **Plasma**

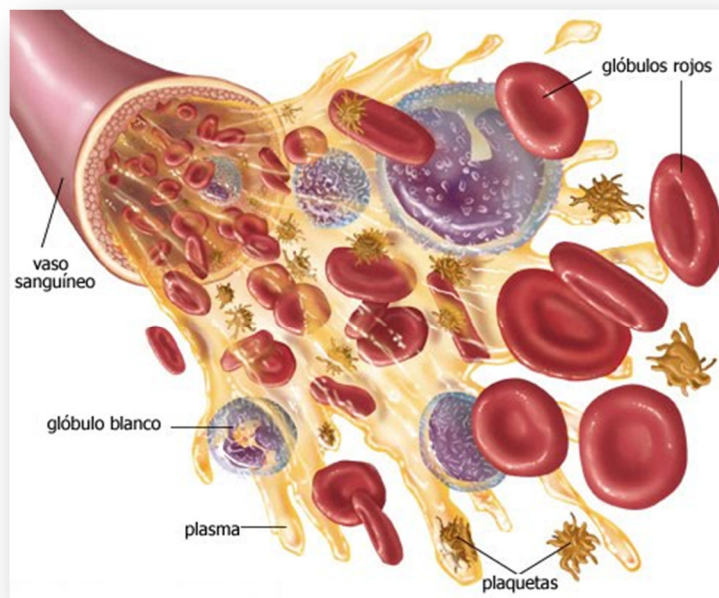
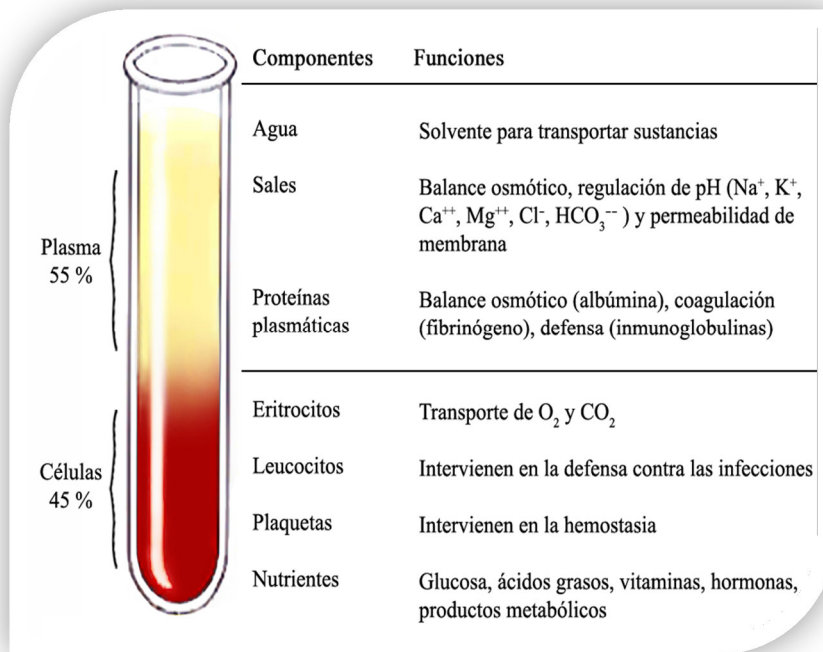
Es una sustancia compleja cuyo componente principal es el agua. En el perro, por lo general se muestra translúcido. El plasma contiene proteínas plasmáticas, electrolitos y sustancias inorgánicas (como sodio, potasio, cloruro de calcio, carbonato y bicarbonato), azúcares, hormonas, enzimas, lípidos, aminoácidos y productos metabólicos como urea y creatinina. Entre las proteínas plasmáticas podemos nombrar principalmente a la albúmina. Ésta se encarga de mantener la presión osmótica sanguínea. Por lo que controla el paso de fluidos a través de las paredes de los vasos sanguíneos. Así mismo, transporta muchas proteínas más como el fibrinógeno y la protrombina, que participan en la coagulación, e inmunoglobulinas que protegen al organismo ante enfermedades. Otras proteínas plasmáticas importantes actúan como transportadores de nutrientes esenciales como el cobre, hierro, hormonas, etc., hacia los diferentes tejidos (Encarta, 2006).

El plasma ha sido utilizado para terapia primaria o de soporte en variadas enfermedades, reemplazando inmunoglobulinas perdidas, factores de coagulación, enzimas y proteínas, ayudando a mantener la presión oncótica vascular (Feige *et al.*, 2003).



PMNG: POLIMORFONUCLEARES GRANULOCITOS, MNG: MONONUCLEARES AGRANULOCITOS, N: NEUTROFILOS, B: BASÓFILOS, E: EOSINÓFILOS, M: MONOCITOS, L: LINFOCITOS

**Esquema 1.** Composición de la Sangre (FCV-UNL, 2009).



**Figura 1.** Composición de la sangre. **(a)** Componentes y funciones de la sangre (Extraído de [www.rodamajoenatural2012.blogspot.com](http://www.rodamajoenatural2012.blogspot.com), 2012). **(b)** Componentes de la sangre ([www.estudiosistemasbiologicos.blogspot.com](http://www.estudiosistemasbiologicos.blogspot.com))

#### **2.2.4 Transferencia de oxígeno de los pulmones al plasma.**

##### **a) Presión parcial.**

El aire que respiramos contiene aproximadamente un 21% de oxígeno. El 79% restante está compuesto de nitrógeno, junto con pequeñas cantidades de otros gases, incluyendo el dióxido de carbono. El peso (masa) de estos gases ejerce una presión en el cuerpo y los pulmones que se conoce como presión atmosférica. Cada uno de los gases individuales del aire, en proporción a su porcentaje, contribuyen una parte a la presión atmosférica. Esto se conoce como la presión parcial de un gas. La presión atmosférica al nivel del mar es de 760 mmHg (101 kPa) y por consiguiente la presión parcial del oxígeno en el aire es 21% de 760 mmHg o aproximadamente 160 mmHg (21 kPa) (OMS, 2001).

##### **b) Ventilación.**

Cuando se respira, el aire es humedecido inicialmente en la vía respiratoria superior y luego es transferida por la ventilación a los alvéolos pulmonares. Estos dos efectos reducen la presión parcial del oxígeno desde 160 mmHg (21 kPa) en la boca hasta 100 mmHg (13.3 kPa) en los alvéolos (OMS, 2001).

La causa principal de esta reducción es la difusión del gas de desecho metabólico, dióxido de carbono, desde la sangre a los pulmones produciendo un efecto de ‘dilución’ de la presión parcial del oxígeno en el alveolo (OMS, 2001).

##### **c) Difusión.**

La presión parcial del oxígeno en el alveolo constituye la ‘fuerza impulsadora’ que resulta en la transferencia, por difusión, del oxígeno hacia la sangre. Los gases difunden de las áreas de mayor presión a aquellas de menor presión. Como ya se mencionó, la presión parcial del oxígeno en el alveolo es de 100 mmHg (13.3 kPa) pero es de tan solo 40 mmHg (5.3 kPa) en los capilares pulmonares que devuelven la sangre a los tejidos. Por consiguiente el oxígeno difunde rápidamente el gradiente de presión a través de la membrana alveolo-capilar para disolverse en el plasma de la sangre pulmonar. En condiciones de salud, casi se alcanza un equilibrio entre las presiones parciales alveolares y plasmáticas y por consiguiente la presión parcial del oxígeno arterial sería de aproximadamente 98 mmHg (13 kPa) (OMS, 2001).

En ciertas circunstancias y procesos patológicos, puede haber una reducción anormal de la presión parcial del oxígeno arterial. En algunos casos esto se conoce como hipoxia hipóxica. Esto puede ser causado por:

- Una presión parcial del oxígeno baja en el aire inspirado, como ocurre cuando el gas respiratorio contiene menos del 21% de oxígeno.
- Ventilación inadecuada como ocurre en la depresión respiratoria inducida por los opiáceos, donde el bióxido de carbono se acumula en el pulmón reduciendo la presión parcial del oxígeno en el alveolo y seguidamente en la sangre.
- Incompatibilidad severa entre la ventilación y el flujo de la sangre pulmonar, como ocurre en el colapso de la vía aérea o en la neumonía (shunt).

Un problema con la difusión del oxígeno a través de la membrana alveolo-capilar, como por ejemplo, en el edema pulmonar (OMS, 2001).

## **2.2.5 Almacenamiento del oxígeno en la sangre**

### **a) Hemoglobina**

El almacenamiento del oxígeno en la sangre depende casi enteramente de la presencia de la hemoglobina en los glóbulos rojos. La hemoglobina tiene la habilidad de combinarse con el oxígeno a tal extensión que su presencia incrementa la capacidad transportadora de oxígeno de la sangre hasta en 70 veces. Sin ella, el oxígeno disuelto en el plasma sería completamente inadecuado para suplir la demanda a los tejidos. Cada gramo de hemoglobina puede transportar hasta un máximo de 1.36 ml de oxígeno. Cuando está en estado se encuentra completa o 100% saturada de oxígeno. Por consiguiente, un individuo con una hemoglobina de 15 g/dl que está completamente saturado puede transportar casi 20 ml de oxígeno ( $1.36 \times 15$ ) por cada 100 ml de sangre arterial (OMS, 2001).

### **b) Plasma**

El plasma contiene solo 0.3 ml de oxígeno disuelto en cada 100 ml, cuando el individuo respira aire. Sin embargo, si la concentración del oxígeno inspirado se incrementa, la cantidad de oxígeno en el plasma también se incrementa (OMS, 2001).

La capacidad transportadora de oxígeno de la sangre depende de:

- La cantidad de hemoglobina presente en el sistema vascular
- El grado de saturación del oxígeno.

Una reducción en la concentración de hemoglobina, como ocurre en la anemia, va a reducir significativamente la capacidad general para transportar oxígeno. Esto se conoce como hipoxia por anemia. Además, una falla para saturar adecuadamente la hemoglobina presente, debido a una alteración en la afinidad del oxígeno, también reduciría la capacidad de la sangre para transportar oxígeno: ej. metahemoglobinemia, carboxihemoglobinemia y algunas hemoglobinopatías congénitas (OMS, 2001).

## 2.3 HEMOSTASIA

### 2.3.1 Coagulación sanguínea o hemostasia

Los organismos disponen de un sistema de seguridad que les permite detener una hemorragia o pérdida de sangre producida por la rotura de la pared vascular, este mecanismo es la *hemostasia* o coagulación sanguínea (FMV- UM, 2008 a).

La hemostasia es el fenómeno fisiológico que detiene el sangrado. Es un mecanismo de defensa que junto con la respuesta inflamatoria y de reparación ayudan a proteger la integridad del sistema vascular después de una lesión tisular. En condiciones normales la sangre circula en fase líquida en todo el organismo. Después de una lesión vascular la sangre se coagula sólo en el sitio de la lesión para sellar únicamente el área lesionada. La transformación de sangre líquida en coágulo sólido está regulada por el sistema hemostático y depende de una interacción compleja entre *la sangre* (que contiene las células y los factores que intervienen en la coagulación) y *pared vascular* (el endotelio vascular tiene un papel fundamental dentro de la coagulación y la fibrinólisis, y en condiciones fisiológicas tiene propiedades anticoagulantes pero puede presentar propiedades procoagulantes cuando se rompe el equilibrio) (Dalmau, 2005).

Por otro lado, una vez que se ha producido el coágulo y se ha restaurado el daño vascular, debe existir un mecanismo que destruya el coágulo sanguíneo ya inservible, este proceso se denomina *fibrinólisis*. La falta del equilibrio adecuado entre ambos procesos puede dar lugar a una hemorragia cuando falla la hemostasia o una trombosis cuando lo que se ve alterado es el proceso fibrinolítico (FMV- UM, 2008 a).

Cuando se produce la rotura de un vaso sanguíneo tienen lugar una serie de acontecimientos destinados a detener la pérdida de sangre, así se pueden estudiar las siguientes 3 fases del proceso de hemostasia:

**a) Fase vascular**

En primer lugar, se produce una *vasoconstricción local*, para reducir el flujo sanguíneo a la zona dañada. Es un proceso reflejo de naturaleza simpática, donde además se liberan sustancias como la serotonina que ayudan a la vasoconstricción. Sin embargo, la reducción de la luz vascular aunque sea importante, es insuficiente para por sí misma detener la hemorragia (FMV- UM, 2008 a).

**b) Fase plaquetaria**

Como ya se ha comentado, las plaquetas son elementos fundamentales en la coagulación de la sangre; al dañarse el endotelio vascular estas células contactan y se adhieren a la superficie vascular alterada, secretan factores agregantes (ADP, tromboxano A<sub>2</sub>), cambian de forma emitiendo pseudópodos uniéndose unas con otras para formar, inicialmente, agregados reversibles o primarios, y posteriormente constituir un agregado irreversible o secundario que determinará el llamado *tapón plaquetario*. Este tapón, aunque laxo, puede bloquear con éxito pequeñas roturas vasculares, pero si el daño es mayor se hace necesaria la formación de un verdadero coágulo sanguíneo para detener la hemorragia (FMV- UM, 2008 a).

**c) Fase de coagulación**

Comprende una serie de reacciones con la intervención de numerosos componentes de la sangre, los *factores de la coagulación sanguínea* (Tabla 1). La mayor parte de ellos se encuentran en el plasma en forma de proenzimas, se nombran con números romanos y con el sufijo “a” para indicar que están activados. Se sintetizan en el hígado, donde la vitamina K es necesaria para la producción de los factores II, VII, IX y X. En el proceso de coagulación sanguínea se distinguen tres etapas:

- Formación del activador de protrombina.
- Formación de trombina.
- Conversión de fibrinógeno en fibrina (FMV- UM, 2008 a).

**c1) Formación del activador de protrombina**

El activador de protrombina (Protrombinasa) es un complejo enzimático formado por el FXa, iones Ca<sup>2+</sup>, fosfolípidos de origen tisular o plaquetario y el FV. La formación de este complejo se puede alcanzar por dos vías diferentes aunque estrechamente relacionadas: la *vía extrínseca* en la que el proceso se pone en marcha por un daño tisular y la *vía intrínseca*, por el contacto de la sangre con una superficie diferente al revestimiento endotelial intacto de la pared vascular; de cualquier manera, la formación del

activador de protrombina es necesaria para la siguiente fase del proceso, esto es, la conversión de la protrombina en trombina. Ambos mecanismos o vías deben considerarse como sistemas complementarios y nunca competidores, ya que su existencia garantiza la reparación de los traumatismos a que están expuestos los vasos sanguíneos (FMV- UM, 2008 a).

**Tabla 1.** Factores de Coagulación sanguínea (FMV- UM, 2008 a).

Factor	Denominación habitual
<b>I</b>	Fibrinógeno
<b>II</b>	Protrombina
<b>III</b>	<b>Tromboplastina.</b> Factor tisular
<b>IV</b>	<b>Calcio</b>
<b>V</b>	Proacelerina
<b>VI</b>	Acelerina ( <b>FVa</b> )
<b>VII</b>	Proconvertina
<b>VIII</b>	Factor antihemofílico A
<b>IX</b>	Factor Christmas o antihemofílico B
<b>X</b>	Factor Stuart-Prower
<b>XI</b>	Antecedente plasmático de la tromboplastina
<b>XII</b>	Factor Hageman
<b>XIII</b>	Factor estabilizador de la fibrina (FSF)

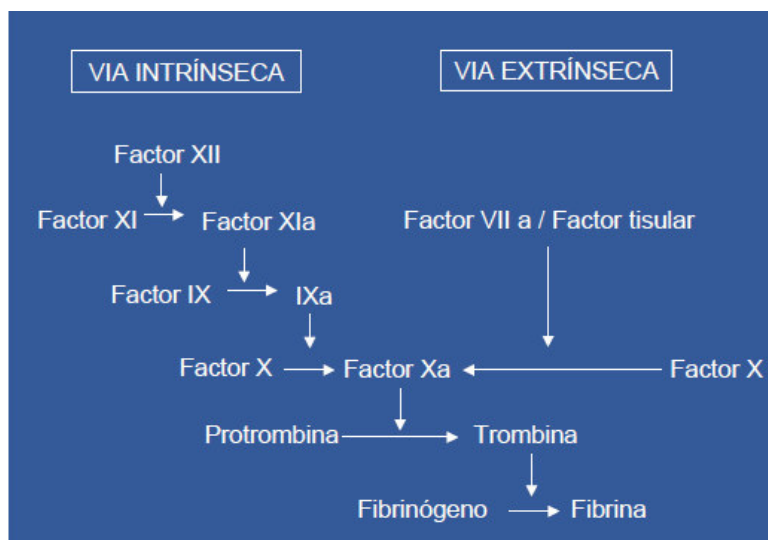
*c 1.1) Vía extrínseca*

Este mecanismo se inicia cuando la sangre abandona la luz de los vasos y establece contacto con los tejidos lesionados y con la tromboplastina tisular liberada (FIII), además también intervienen fosfolípidos de origen tisular. El FIII es el cofactor necesario para activar al FVII, y este FVIIa unido a la tromboplastina y en presencia de  $Ca^{2+}$  convierte rápidamente el FX en FXa. Además, el FXa hidroliza el complejo que el FVII forma con la tromboplastina lo que constituye un proceso de retroalimentación positiva de gran interés. Es una vía de tipo explosivo por la rapidez de actuación (FMV- UM, 2008 a).

*c 1.2) Vía intrínseca*

El proceso se inicia con el traumatismo a la propia sangre, o el contacto de ésta con una superficie extraña, la del endotelio del vaso sanguíneo, produciéndose la activación del FXII (de contacto) y continuando con una serie de reacciones enzimáticas en cascada que concluyen con la formación del FXa que con fosfolípidos plaquetarios,  $Ca^{2+}$  y FV constituyen el activador de protrombina. Se trata de una vía más lenta que la anterior. Este mecanismo se pone en marcha cuando se trabaja con sangre extravasada en el laboratorio (FMV- UM, 2008 a).





**Esquema 2.** Esquema simplificado de la cascada de coagulación (Páramo *et al.*, 2009)

### **c2) Formación de trombina**

La trombina se forma a partir de la escisión de la molécula de protrombina ( $\alpha_2$ -G1b). La velocidad de la formación de la trombina es el factor más importante de los que determinan el tiempo necesario para la coagulación. La acción del FXa en presencia  $\text{Ca}^{2+}$  pero sin la participación de otros cofactores es excesivamente lenta, sin embargo la activación de la protrombina se acelera unas 1000 veces cuando el FXa interviene junto con el FVa, fosfolípidos e iones  $\text{Ca}^{2+}$ . Para que el FV pueda participar como cofactor en esta reacción debe ser activado mediante la acción proteolítica limitada de la propia trombina, del FXa o de ambos, de forma similar a lo que ocurre en la vía intrínseca con el FVIII. La trombina formada puede catalizar la conversión del fibrinógeno en fibrina en la tercera fase del proceso de coagulación (FMV- UM, 2008 a).

### **c3) Conversión de fibrinógeno en fibrina**

El fibrinógeno es una proteína dimérica (340.000 daltons) producida en el hígado. La formación de la fibrina tiene lugar por la acción enzimática de la trombina limitada a enlaces Arginina-Glicina del fibrinógeno. La trombina libera fragmentos peptídicos pequeños (fibrinopéptidos A y B), fase a la que sigue la agregación de los monómeros de fibrina, el polímero de fibrina así formado es todavía soluble y forma una malla, inicialmente poco compacta. Posteriormente, y gracias a la intervención del FXIII, ésta se hace insoluble y la red de fibrina se compacta. El FXIII es activado por la trombina en presencia de  $\text{Ca}^{2+}$ . El FXIIIa cumple una doble función la de estabilización del coágulo de fibrina y la de protección del mismo al impedir la fibrinólisis excesiva. De esta forma, se produce finalmente, el *coágulo sanguíneo* que consiste en una malla o red de hilos de fibrina que aprisionan en su interior a eritrocitos, leucocitos y plaquetas, y que se adhiere a los bordes lesionados de la pared vascular para detener la pérdida de sangre (FMV- UM, 2008 a).

En conclusión, la vía intrínseca incluye los factores XII, XI, IX y VIII. La extrínseca, el FVII, la común, los factores X, V, II y I. el factor plaquetario 3 sobre las plaquetas activadas acelera el proceso de coagulación. La vía intrínseca es iniciada por el contacto con una superficie rugosa, como el colágeno, y activa la ruta común mediante un complejo de IX, VIII y FP3. El punto final de la vía común es el coágulo. La tromboplastina tisular, desde las células dañadas hasta el factor VII en la vía extrínseca, también inician la vía común (FMV- UM, 2008 a).

### 2.3.2 Control de la coagulación sanguínea

La formación del coágulo sanguíneo es un fenómeno espacialmente limitado a aquellos puntos del endotelio vascular que han resultado dañados, evitándose la aparición de trombos indiscriminados en cualquier otro punto de la circulación. En la regulación del proceso hemostático participan varios mecanismos:

- Intervención del endotelio para limitar la agregación plaquetaria, al convertir las prostaglandinas liberadas por las plaquetas en prostaciclina que actúan como agentes antiagregantes.
- Confinamiento de las reacciones al espacio en el que tiene lugar la formación del coágulo.
- Rápida desaparición de la circulación de las formas activadas de los factores de coagulación, gracias a la acción del SMF.
- Existencia en la sangre de inhibidores fisiológicos de la coagulación, donde destaca la *antitrombina III*, que inhibe la actividad de la trombina y de los factores IXa y X, y cuya acción se potencia en presencia de heparina (cofactor antitrombina III-heparina). Otros inhibidores son: proteína C,  $\alpha_2$ -macroglobulina, el cofactor II de heparina y el inhibidor plasmático de proteinasas (EPI) (FMV- UM, 2008 a).

#### a) Retracción del coágulo

Poco después de haberse formado el coágulo, éste empieza a retraerse y a liberar la mayor parte del líquido que tiene en su interior, el llamado *suero sanguíneo*, que como ya conocemos difiere del Plasma sanguíneo. Para la retracción del coágulo es necesaria la presencia de plaquetas que participan en este proceso gracias a la proteína contráctil *tromboestenia*. La función del proceso de retracción es la de aproximar las superficies de la herida, recanalizar los vasos trombosados y promover una trombosis más efectiva (FMV- UM, 2008 a).

### **a1) Fibrinolisis**

El organismo dispone del llamado *sistema fibrinolítico*, cuya función consiste en la destrucción o lisis del coágulo sanguíneo una vez que éste ha cumplido su misión. El plasma normal contiene *plasminógeno* (PLMG), un precursor inactivo de la enzima proteolítica *plasmina* (PLS). La PLS produce la lisis de la fibrina actuando sobre las uniones Arg-Lis, dando lugar a fragmento solubles de tamaño decreciente, conocidos como *productos de degradación de la fibrina*. La acción proteolítica de la PLS se ejerce además en numerosas proteínas, incluyendo el fibrinógeno y la protrombina (FMV- UM, 2008 a).

La activación del PLMG requiere la acción proteolítica de unas enzimas conocidas como activadores del PLMG. Existen dos tipos de activadores con propiedades funcionales e inmunitarias diferentes, el activador del PLMG tipo tisular (t-PA) y el activador del PLMG tipo urocinasa (u-PA). Ambos tipos de activadores son segregados por las células endoteliales, aunque el u-PA se produce también en otros tejidos (FMV- UM, 2008 a).

Existen mecanismos de control del proceso fibrinolítico. Así, por un lado tenemos dos inhibidores de la acción específica de los activadores del PLMG, conocidos como PAI-1 y PAI-2; y además, inhibidores de la PLS, de los que la  $\alpha$ 2-antiplasmina ( $\alpha$ 2-APL) es el que desempeña el papel más importante. La  $\alpha$ 2-APL puede neutralizar de forma instantánea a la PLS que escapa a la circulación desde un trombo evitando su acción sobre el fibrinógeno circulante. La  $\alpha$ 2-PLS puede inactivar también a la PLS que se encuentra unida a la fibrina, aunque en menor eficacia, protegiendo así el trombo de una excesiva fibrinólisis (FMV- UM, 2008 a).

### **2.3.3 Desórdenes hemostáticos**

El sistema hemostático cumple la función de limitar el sangrado ante la presencia de daño o disrupción vascular mediante la formación de un coágulo. El correcto funcionamiento de este sistema también implica la disolución de dicho coágulo una vez ocurrida la reparación vascular definitiva, de forma tal que permita la normalización del flujo sanguíneo y la perfusión tisular, debiendo asegurar además la limitación local de dichos procesos. La disfunción o el desbalance entre los diferentes componentes de este sistema pueden llevar al desarrollo de sangrados excesivos y/o trombosis vascular y tromboembolismo. Estos desórdenes pueden ser hereditarios o adquiridos, siendo estos últimos de presentación más frecuentes en la clínica (López, 2009 a).

Los procesos hemorrágicos espontáneos son bastante frecuentes en los caninos, pero raros en los felinos. Los fenómenos trombóticos sin embargo, tienen una casuística relativamente baja en ambas

especies si se los compara con el ser humano. El abordaje sistemático de estos pacientes, en la mayoría de los casos permite confirmar un diagnóstico presuntivo. Tanto en perros como en gatos, los desórdenes hemostáticos más comunes pueden ser diagnosticados en forma presuntiva sobre la base de la anamnesis, los signos clínicos, la evaluación de un frotis sanguíneo y ciertas pruebas diagnósticas rápidas para evaluar la cascada de la coagulación. El diagnóstico definitivo puede requerir la realización de pruebas adicionales de laboratorio. El tratamiento incluye el soporte vascular, el tratamiento de la enfermedad subyacente y el remplazo corrección de los factores hemostáticos deficientes (López, 2009 a).

#### **a) Presentación clínica**

El diagnóstico de los desórdenes hemostáticos puede resultar un reto. Los trastornos en la coagulación pueden observarse como sangrado en ausencia de injuria externa, o como una prolongación en el sangrado esperado luego de una injuria vascular. El sangrado externo espontáneo siempre es anormal, mientras que determinar como excesivo el sangrado posterior a trauma externo puede resultar una aseveración bastante subjetiva. En ocasiones las hemorragias recurrentes pueden ser confundidas con otros procesos patológicos, como lo es el caso de aquellos pacientes con hemofilia en los que la hemartrosis recurrente se presenta como episodios de claudicación intermitente (López, 2009 a).

Aunque los signos clínicos no son específicos, la localización del defecto pueden sugerir la presencia de un trastorno plaquetario versus un disturbio en la coagulación. Las hemorragias pequeñas superficiales, como las petequias, equimosis y el sangrado de superficies mucosas en la forma de epistaxis, hematuria, hematoquecia y melena, sugieren la presencia de un defecto plaquetario. En estos casos se ve afectada la formación del tapón primario, con la consecuente prolongación del sangrado, sin embargo inmediatamente se activa la cascada de la coagulación que detiene la fuga, observándose así sangrados pequeños o limitados (López, 2009 a).

Los defectos hemostáticos secundarios, se caracterizan por la presencia de sangrados profundos más profusos. Se observan magulladuras, hematomas, hemartrosis, hemorragia muscular y sangrado cavitario. La intoxicación con rodenticidas antagonistas de la vitamina K, puede asociarse también a hemorragias pulmonares, mediastinales y retrobulbares. El desarrollo de sangrados profusos se debe a que si bien se forma el tapón plaquetario primario, la disfunción de la cascada de la coagulación impide su estabilización posterior por la red de fibrina. Esto permite la rápida desestabilización y disolución del tapón primario, y la recurrencia del sangrado, el cual se prolonga debido al enlentecimiento en la formación de un tapón hemostático secundario. El sangrado es detenido finalmente por la formación demorada de un coágulo de fibrina o por la presión ejercida por los tejidos circundantes (López, 2009 a).

La fibrinólisis patológica ocurre como resultado del exceso de activadores o la disminución de inhibidores de la plasmina, lo que induce hiperplasminemia. La digestión del fibrinógeno, unido a la trombina y de la fibrina resultará en la disolución prematura del coágulo. Mientras que la disminución consecuente de la protrombina y los factores V, VIII, y XII, y el aumento de la producción de los FDP contribuyen a aumentar la tendencia al sangrado. En la clínica, son más frecuentes los procesos fibrinolíticos secundarios que los primarios, dándose en respuesta a la formación indiscriminada de microtrombos en el sistema vascular como consecuencia coagulación intravascular diseminada (López, 2009 a).

**b) Anamnesis e historia clínica**

La historia clínica, es probablemente, uno de los factores más importantes para determinar la presencia o no de un disturbio hemostático, su carácter congénito hereditario versus el adquirido, y en la identificación de la causa primaria. Un cuestionario bien implementado puede orientar hacia la patogenia involucrada en el desarrollo de la coagulopatía (López, 2009 a).

- ***Causa del sangrado: Factores locales o coagulopatía generalizada***

La presencia de sangrado nasal o génito-urinario puede deberse a patologías localizadas (TVT, celo, prostatitis, trauma, neoplasias o infecciones locales). Un defecto hemostático habitualmente se presenta con evidencia de sangrado desde múltiples sitios o como sangrado excesivo si se considera el grado de trauma local (López, 2009 a).

- ***Sangrado espontáneo o producto de trauma***

Algunos trastornos hereditarios como la deficiencia de factor VIII (hemofilia A) y de factor IX (hemofilia B), así como algunos desórdenes adquiridos incluyendo las trombocitopenias y trombocitopatías, la deficiencia o antagonismo de la vitamina K y la coagulación intravascular diseminada (CID) producen sangrado espontáneo. Sin embargo, otras condiciones como la deficiencia de vWF y factor VII, generalmente se expresan como sangrado prolongado luego de trauma accidental o quirúrgico (López, 2009 a).

- ***Edad del paciente y frecuencia del evento hemorrágico***

Un primer episodio en un paciente adulto es generalmente un desorden adquirido. Aunque las formas más leves pueden pasar desapercibidas, las enfermedades hereditarias asociadas a anormalidades severas, usualmente se expresan temprano en la vida del paciente. Una historia de episodios recurrentes sugiere la presencia de una enfermedad hereditaria. Sin embargo, los animales que vagabundean pueden verse expuestos a intoxicaciones recurrentes (López, 2009 a).

- ***Historia de cirugías y traumas previos***

La referencia a episodios anteriores podría sugerir la presencia de un problema congénito/hereditario. Sin embargo, la naturaleza de la cirugía o desafío hemostático y la severidad del defecto hemostático presente pueden ejercer cierta influencia respecto a este antecedente (López, 2009 a).

- ***Predisposición del paciente por raza. Ante cedentes familiares y mortalidad perinatal***

Estos antecedentes podrían orientar el diagnóstico hacia una patología congénita en particular. Ciertas razas tienen una frecuencia más alta en la aparición de enfermedades congénitas o hereditarias (ver tabla 2). Algunas razas parecen más predispuestas a la adquisición de ciertas anomalías específicas, como el púrpura idiopático trombocitopénico en Poodles y Old English. Las enfermedades hereditarias poseen un patrón de transmisión genético específico, por lo que en aquellas enfermedades recesivas ligadas al cromosoma X, los machos se ven más afectados. El aumento de la mortalidad perinatal puede sugerir la presencia de coagulopatías congénitas. Aunque la presencia de antecedentes familiares podría orientar el diagnóstico, su ausencia no lo descarta. Una historia negativa podría ser el reflejo de una falta de diagnóstico, más que de su ausencia. Esto es particularmente cierto en aquellas enfermedades que se manifiestan en forma leve (deficiencia de vWF o FVII), o en las enfermedades de transmisión recesiva en la que existen portadores asintomáticos (López, 2009 a).

**Tabla 2.** Defectos congénitos de los factores de coagulación en relación a las razas (López, 2009 a).

<b>DEFECTOS CONGÉNITOS DE LOS FACTORES DE LA COAGULACIÓN</b>		
<b>Factor</b>	<b>Defecto o Enfermedad</b>	<b>Razas</b>
Factor I	Hipofibrinoginemia Disfibrinoginemia	San Bernardo, Borzoi
Factor II	Hipoprotrombinemia	Boxer
Factor VII	Hipoconvertinemia	Beagle, Malamute
Factor VIII	Hemofilia A	Diversas razas
Factor IX	Hemofilia B	Diversas razas caninas, gatos doméstico de pelo corto y británico de pelo corto
Factor X	Rasgo de Stuart-Prower	Cocker spaniel
Factor XI	Hemofilia C	Springer spaniel, Terrier azul de Kerry, Gran pirineo
Factor XII	Factor de Hageman	Diversas razas caninas y felinas

- ***Vacunación o medicación médico veterinaria reciente***

Algunas vacunas a virus vivo pueden inducir la aparición de trombocitopenia y/o trombocitopatías. Algunas drogas tienen la capacidad de causar trombocitopenias, trombocitopatías, disminución de la producción, disfunción e inactivación de algunos de los factores de la coagulación (López, 2009 a).

- ***Acceso del paciente a sustancias tóxicas. Antecedentes familiares de medicación antitrombótica***

Estos antecedentes pueden indicar la toxicidad por antagonistas de la vitamina K o drogas capaces de inducir trombocitopatías (López, 2009 a).

- ***Enfermedades subyacentes***

Algunas enfermedades incluyendo uremia, cirrosis o insuficiencia hepática, enfermedad gastrointestinal inflamatoria crónica, presencia de enfermedades inmunomediadas (anemia hemolítica inmunomediada AHI), neoplasias (hemangiosarcomas), infecciones sistémicas (infección retroviral, septicemia) tienen la capacidad de inducir disturbios hemostáticos. La aparición de un desorden hemostático podría relacionarse con el desarrollo de una enfermedad particular (López, 2009 a).

#### **2.3.4 Valoración de laboratorio**

El diagnóstico de los defectos hemostáticos, se basa en la localización general del área afectada, ya sea los vasos sanguíneos, las plaquetas, los factores de la coagulación o el sistema fibrinolítico. La toma y el manejo de las muestras de sangre es de fundamental importancia para la obtención de resultados confiables. Una técnica de venipunción inapropiada puede introducir tromboplastina tisular a la muestra produciendo activación de las plaquetas y/o de la cascada de la coagulación y la obtención de resultados erróneos. El uso de jeringas y tubos de plástico o vidrio siliconizado reduce la activación por contacto con la superficie, por lo que se prefieren a los recipientes de vidrio común. Realizar controles de calidad es crítico para algunos tests específicos. Los laboratorios deberán tener experiencia en la realización de tests en pequeños animales, habiendo obtenido valores de referencia para animales normales bajo las mismas condiciones de manejo de las muestras. Algunas proteínas involucradas en el proceso de hemostasis son extremadamente lábiles por lo que las muestras deberán ser procesadas en forma casi inmediata (López, 2009 a).

El perfil hemostático completo consiste en una batería de cinco a siete tests: frotis sanguíneo, tiempo de sangrado mucoso, conteo plaquetario, tiempo de protrombina (TP), tiempo de tromboplastina activado (TTPA), tiempo de coagulación activado (TCA) y determinación de factores de degradación del fibrinógeno. Algunas situaciones podrán ser aclaradas con la realización de un test específico, como lo es el antígeno relacionado al FVIII, en un Doberman sospechoso de padecer enfermedad de Von Willebrand, o el PIVKA (protein induced by vitamin K antagonism) en un paciente que ingirió un rodenticida antagonista de la vitamina K. Sin embargo, muchos disturbios hemostáticos afectarán múltiples áreas por lo que un diagnóstico certero deberá incluir más de un test, o un perfil completo. Se puede obtener un diagnóstico presuntivo que posibilite un manejo inicial del paciente con sangrado espontáneo en base a varios tests sencillos factibles de ser realizados en la clínica. Esto incluirá un hematocrito (Hto.), proteínas plasmáticas totales (PPT), estimativo plaquetario y TCA, pudiendo adicionarse un test de sangrado mucoso en aquellas razas predispuestas a la enfermedad de von Willebrand. El Hto. y las PPT permiten estimar el grado de hemorragia presente y la necesidad o no de proveer glóbulos rojos. El estimativo plaquetario y el tiempo de sangrado mucoso posibilitan el diagnóstico de desórdenes hemostáticos primarios, mientras que el TCA evalúa en forma grosera la presencia de defectos hemostáticos secundarios. Los defectos hemostáticos pueden presentarse como una complicación de otras enfermedades y tienen la capacidad de ocasionar disfunción orgánica secundaria, por lo que el examen completo debería incluir hemograma completo, perfil bioquímico, urianálisis, serología, diagnóstico por imágenes y/o biopsias (López, 2009 a).

La selección de la prueba a clasificar un defecto hemostático debe determinarse por la valoración clínica. La colección y manejo de las muestras de sangre para los estudios de coagulación deben ser los siguientes:

- Todas las muestras de sangre deberán obtenerse con jeringas de plástico haciendo una punción venosa cuidadosa.
- El anticoagulante de elección para los estudios de coagulación y de plaquetas es el citrato trisódico o el oxalato sódico (López, 2009 a).

#### **a) Pruebas Cuantitativas**

##### ***a1) Recuento de plaquetas***

Es muy útil porque es fácilmente disponible y se corresponde bien con la tendencia hemorrágica. (Dalmau, 2005). El recuento normal es de  $293.00 \pm 82.02 \times 10^3/\mu\text{l}$  en caninos (Micciullo *et al.*, 2010).



La recolección debe realizarse con mínimo trauma, y la primera gota de sangre debe descartarse para prevenir la contaminación por factor tisular, el cual estimula la agregación plaquetaria. La muestra debe remitirse en EDTA, igual que para hematología, siempre en una proporción de 1 gota de EDTA por cada 9 ml de sangre. Si el paciente está anémico o sólo se le pudo sacar poca sangre, no se debe colocar 1 gota en 0,5 ó 2,5 ml de sangre, porque los valores obtenidos no serán correctos. Para el recuento de plaquetas, la muestra debe mantenerse en refrigeración y homogeneizarse para evitar que coagule. Conviene analizar la muestra dentro de los 30 minutos a 6 horas de su obtención, para evitar aglomeraciones plaquetarias. De lo contrario, se deberían efectuar un frotis apenas se extrae la sangre y un recuento por campo (5-10 campos) (Pretti, 2011).

- **Plaquetas/ $\mu$ l:** número de plaquetas por campo de inmersión de 100X por 15.000. Valor normal: perros, 8-29 plaquetas/c; gatos: 10-29 plaquetas/c. Se mira en la “cola” del frotis; de todas formas, siempre se debe chequear que no haya acúmulos plaquetarios (habituales en los gatos), porque se trataría de una seudotrombocitopenia. El resultado es útil para clasificar la gravedad de la trombocitopenia, supervisar su evolución y la respuesta al tratamiento. En el frotis, se evalúan el tamaño y la morfología plaquetarias. Si hay numerosas plaquetas grandes, ello sugiere trombopoyesis y medula ósea activas. En las trombocitopenias, puede haber plaquetas más grandes, pero son funcionales; ello explica por qué los perros con menos de 10.000 plaquetas/ $\mu$ l no sangran (Pretti, 2011).

Puede decirse que el hallazgo de 3 o menos trombocitos por campo de inmersión sugiere una trombocitopenia. El número de plaquetas puede compararse con el de leucocitos de frotis; este número relativo puede convertirse en absoluto por medio del siguiente cálculo:

$$( \text{N}^{\circ} \text{ trombocitos} / 100 \text{ leucocitos} ) ( \text{cuenta total de leucocitos} ) = \text{N}^{\circ} \text{ trombocitos} / \mu\text{l}.$$

(Ruiz *et al.*, 1995).

#### ***a2) Tiempo de protrombina: (TP) o Tquick***

Valora la vía extrínseca y es sensible a los factores II, V, VII y X. Se expresa en actividad o INR (= tiempo paciente/ tiempo control). El TP está prolongado en deficiencias (30-40%) de factores VII, X, V, II y de fibrinógeno (Dalmau, 2005). Mide el tiempo requerido para la formación del coágulo de fibrina, tras la adición de tromboplastina tisular y calcio (Ruiz *et al.*, 1995).

Su principio se basa en que el plasma obtenido de una sangre a la que se le agregó un anticoagulante que ligue el calcio, Citrato sódico 0,11 mmol/l) coagulará en pocos segundos si se recalifica en presencia de un preparado comercial de Calcio- Tromboplastina. El tiempo registrado es el que media entre el agregado de calcio y la presencia del coágulo visible (Ruiz *et al.*, 1995).

- **Método:** Se recoge una muestra de sangre (2 ml), con una solución de citrato sódico 0,11mmol/l), observando estrictamente las proporciones de la mezcla de sangre y anticoagulante (9:1). Inmediatamente después de la extracción de sangre, ésta se mezcla bien y se traslada a un tubo de centrifuga, evitándose la formación de espuma. Se centrifuga 10 minutos a 3000 r.p.m. para la obtención del plasma citratado (la centrifugación puede hacerse hasta 2 horas como máximo después de la obtención de la sangre). La muestra así obtenida es estable 4 horas a 15-25 °C (Ruiz *et al.*, 1995).

Se atempera el reactivo Ca- Tromboplastina (Ca- TP) a 37° C y se pipetea en un tubo de ensayo 0,1 ml. de plasma citratado que se incuba 2 min a 37 °C y al que se le añade 0,2 ml de Ca-TP a 37°C. Con la adición del reactivo Ca-TP se dispara el cronómetro, registrándose el tiempo que transcurre hasta la aparición del coágulo (Ruiz *et al.*, 1995).

- **Lectura:** El tiempo de protrombina no se indica en segundos sino en el porcentaje del valor normal (% de Quick) o como un cociente:

$$\frac{\text{Tiempo de protrombina de la muestra (seg.)}}{\text{Tiempo de protrombina de un plasma normal (seg.)}}$$

(Ruiz *et al.*, 1995).

- **Valores:** Los valores de tiempo de protrombina normales en perros es 5-7 segundos y en gatos, 7-9 segundos (Pretti, 2011). La concentración de protrombina se mide en % del valor normal (Ruiz *et al.*, 1995)., y se calcula según la fórmula:

$$K/TC-a$$

(TC: Tiempo de coagulación (seg), **K** (constante) y **a** (constante))

Estas constantes son distintas en las diferentes especies. Intervalo normal de concentración de protombina fluctúa entre 70 y 120% (Ruiz *et al.*, 1995).

**a3) *Tiempo de tromboplastina parcial activado: (TTPa o KPTT)***

Valora la vía intrínseca. Detecta deficiencia de todos los factores excepto el VII y XIII así como la presencia de anticoagulantes circulantes. Es la prueba más utilizada para el control del tratamiento con heparina. (Dalmau, 2005). Mide el tiempo requerido para la formación del coágulo de fibrina, tras la adición de un activador de contacto de la superficie del sistema intrínseco y calcio. Valor normal: Perros: 14-17 segundos. Gatos: 16-19 segundos (Pretti, 2011).

**a4) *Tiempo de trombina (TT)***

Es el tiempo que tarda en coagular un plasma al añadir trombina. Mide la concentración del fibrinógeno normal (Pretti, 2001; Dalmau, 2005).

Está prolongado en las alteraciones del fibrinógeno, presencia de heparina, presencia de inhibidores de formación de fibrina (antitrombinas) y aumento de inhibidores de la polimerización de la fibrina (productos de degradación del fibrinógeno (PDF)) (Dalmau, 2005). Valor normal: perros: 15-18"; gatos, 17-20". Se considera que el tiempo de coagulación está alargado en cualquiera de las pruebas (KPTT, Tquick, TT), cuando es un 30% superior al valor máximo de referencia. Por ejemplo, en un gato, 22" es normal porque no es un 30% mayor que el valor máximo de referencia para la especie (Pretti, 2011).

Si encontramos KPTT prolongado y Tquick normal: se mide el TT; si resulta normal, el problema está en la vía intrínseca por deficiencia del factor VIII (hemofilia A) o IX. Este resultado también se observa en animales heparinizados, con enfermedad hepática crónica y CID. Si obtenemos KPTT normal y Tquick prolongado: hay deficiencia del factor VII; por ejemplo, por falta de vitamina K. Si se tiene KPTT y Tquick prolongados: existe un defecto en la vía común; las causas más comunes son hipovitaminosis K en estadios avanzados y CID (Pretti, 2011).

**b) *Pruebas Cualitativas***

**b1) *Tiempo de hemorragia o sangría***

Es la duración del sangrado resultante al infligir una pequeña herida estandarizada que afecta sólo vasos microscópicos. El tiempo de hemorragia en la mucosa bucal es el método más fácil y reproducible.

En los gatos, suele practicarse bajo una ligera sedación. El paciente se mantiene en decúbito lateral y se le ata una venda alrededor del maxilar para plegar el labio superior, con la fuerza suficiente para producir una moderada ingurgitación de la mucosa. Se emplea un instrumento de doble cuchilla que efectúa dos incisiones de 1 mm de profundidad en la mucosa del labio superior. Ellas deben realizarse en un punto sin vasos visibles y con la inclinación adecuada para que la sangre fluya hacia la boca. La hemorragia producida se seca cuidadosamente con un papel de filtro, pero es imprescindible no tocar la incisión. El tiempo de sangría es el transcurrido desde la incisión hasta el cese del sangrado. El tiempo de sangría refleja *in vivo* la hemostasia primaria. Resulta prolongado en pacientes con trombocitopenias, trombopatías y alteraciones vasculares. La realización de esta prueba está indicada en animales con un recuento normal de plaquetas, en los que se sospecha una alteración de la hemostasia primaria. En los pacientes trombocitopénicos, es innecesaria (Pretti, 2011).

**Tabla: 3** Valores hematológicos de referencia en caninos y felinos. (Tomado de <http://andervet.files.wordpress.com/2010/09/cpd0hemograma.pdf>)

<b>Valores Hematológicos de Referencia</b>			
	<b>Unidades</b>	<b>Perro</b>	<b>Gato</b>
Proteína Total (PT)	g/dl	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0
HCT	%	37 - 55	30 - 45
Hb	g/dl	12 - 18	8 - 15
GR (Glóbulos Rojos)	x 106/_l	5,5 - 8,5	5,0 - 10,0
GB (Glóbulos Blancos)	x 103/_l	6 - 17	6 - 18
En Banda	/μl	0 - 300	0 - 300
Neutrófilos	/μl	3.000 - 12.000	3.000 - 12.000
Linfocitos	/μl	1.000 - 5.000	1.500 - 7.000
Monocitos	/μl	150 - 1.350	50 - 850
Eosinófilos	/μl	100 - 1.250	100 - 1.500
VCM	fl	60 - 75	40 - 55
CHCM	g/dl	32 - 36	30 - 36
Fibrinógeno	mg/dl	200 - 400	150 - 300
Plaquetas	x 105/_l	2 - 9	3 - 7
Tiempo de Protrombina Tiempo de Tromboplastina Parcial	Segundos	5,5 - 7,9	6,4 - 9,6
(APTT (activado) o PTT) Productos Separados por Fibrina/Fibrinógeno	Segundos  g/ml	11,4 - 16,4  < 10	9,3 - 18,7  < 10

## 2.4 GRUPOS SANGUÍNEOS

Los tipos sanguíneos son clasificaciones de antígenos específicos de especie heredables, en la superficie de las células en los eritrocitos (Vap, 2011). El **aloantígeno** es un antígeno que existe en formas alternativas (alelo) en una especie y el cual induce una respuesta inmune cuando se transfiere a un miembro de la especie en donde es escaso. El **aloanticuerpo o isoanticuerpo** es un anticuerpo producido por un individuo que reacciona con aloantígenos de otros individuos de la misma especie. Éstos pueden adquirirse de manera natural (por ejemplo, ingestión de calostro) o inducirse por medio de exposiciones previas (por ejemplo, transfusión) y su presencia se detecta mediante una prueba cruzada (Vap, 2011).

Los eritrocitos poseen antígenos particulares (glicoproteínas o glicolípidos) en la superficie de su membrana celular que permite su clasificación en grupos de sangre. Una característica de estos antígenos es su capacidad para desencadenar una reacción causar la circulación de anticuerpos anti-eritrocitos en el huésped o el oponente donante. Estos anticuerpos pueden producirse naturalmente o ser inducida después de una transfusión anterior. Una grave y potencialmente mortal, es aquella situación en la que la interacción conduce a la destrucción de los glóbulos rojos (GR) por hemólisis (Lanevski y Wardrop, 2001). En resumen, la membrana celular de los glóbulos rojos está cubierta por proteínas y carbohidratos complejos los cuales son antigénicos. Cuando se realiza una transfusión, los animales reconocen estos antígenos extraños como “no propios” e inician una producción de anticuerpos contra ellos (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

Otras células tales como los leucocitos, plaquetas o células en otros tejidos también pueden compartir estos antígenos. La transfusión de productos sanguíneos puede producir un amplio rango de efectos dañinos en pacientes veterinarios. Algunos de estos efectos son comunes y pueden ser inevitables (por ejemplo, fiebre), pero otros, tales como las reacciones por transfusión aguda y tardía inmunomediadas que se relacionan de manera directa con procesos de tipificación y pruebas cruzadas inadecuadas en perros y gatos, pueden minimizarse (Vap, 2011).

En los gatos de tipo B que recibieron sangre tipo A, la rápida destrucción de los glóbulos rojos puede ser mediada por IgM y de fijación del complemento, así como la liberación de compuestos vasoactivos potentes. Esto puede causar una descarga y generalmente ocurre cuando el paciente tiene anticuerpos hacia los glóbulos rojos transfundidos. En otros casos, interacción antígeno-anticuerpo de las células rojas es menos grave, y el resultado más importante es que la transfusión pierde su eficacia así como que el tiempo medio de supervivencia de los glóbulos rojos transfundidos se reduce drásticamente (Lanevski y Wardrop, 2001).

Mientras que la tipificación de sangre nos indica el grupo de antígenos presentes en la superficie del glóbulo rojo, las pruebas de compatibilidad buscan la presencia o ausencia de anticuerpos en suero, ya sean naturales o inducidos, sin determinar el grupo sanguíneo, por tanto, no reemplaza la tipificación sanguínea. Los anticuerpos se pueden dirigir tanto contra los grupos sanguíneos como contra otros antígenos de la superficie celular (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

La principal limitación para la realización de una transfusión es la existencia de grupos sanguíneos diferentes en los individuos. Se reconocen en perros doce tipos de sangre y cuatro se encuentran identificados en gatos (Rejas *et al*, 1997)

#### **2.4.1 Tipos de sangre y anticuerpos caninos**

El conocimiento de los grupos sanguíneos en los perros ha sido de interés debido, sobretodo, a que los perros se utilizan en fisiología, farmacología y cirugías experimentales. Los experimentos implican frecuentemente transfusiones sanguíneas. Debido a que las transfusiones sanguíneas se están utilizando mucho en medicina clínica, las posibles implicaciones son de interés más general (Dukes y Swenson, 1985).

En la especie canina (al contrario de lo que sucede en felinos y humanos) no existen niveles significativos de aloanticuerpos preformados contra otros grupos sanguíneos, a no ser que el perro haya recibido una transfusión previa y haya desarrollado anticuerpos contra el grupo sanguíneo del donante. El tiempo que se tarda en sintetizar cantidades significativas de anticuerpos contra otros grupos sanguíneos tras una transfusión, es de 4-5 días. A efectos prácticos esto quiere decir que, en perros, no es estrictamente necesario realizar pruebas de compatibilidad antes de la primera transfusión, ni tampoco antes de las siguientes, si no han transcurrido más de 5 días. Después de este tiempo sí que serán necesarias (Fragío *et al.*, 2009).

Varios sistemas de determinación de grupos sanguíneos han sido reconocidos en el perro. Se ha estandarizado el uso del sistema D.E.A. (*Dog Erythrocyte Antigen*), seguido de un número (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

- **DEA 1.1, 1.2 y 1.3**

Con anterioridad se conocía a DEA 1 como A y consiste en cuatro alelos: negativo, 1.1, 1.2 y 1.3. DEA 1.1 se hereda como un rasgo dominante autosómico por encima de DEA 1.2 y el tipo nulo es recesivo a ambos. Los dos antígenos más importantes son DEA 1.1 y DEA 1.2 y en conjunto se hallan en casi 60% de los perros. Puede haber confusión ya que ambos de estos

tipos se han considerado A positivo (A+) ; sin embargo, los perros DEA 1.2, que conforman hasta 7 a 29% de los perros, desarrollará potentes anticuerpos antiDEA 1.1 una vez transfundidos con células DEA 1.1 (Vap, 2011). Un animal puede ser DEA 1.1 positivo o negativo y aquel negativo puede ser DEA 1.2 positivo o negativo, pero no puede poseer ambos ya que son alelos y ocupan el mismo locus antigénico (Vap, 2011).

En tanto que los anticuerpos de presentación natural a estos antígenos se consideran por lo general inexistentes, las transfusiones por primera ocasión con sangre DEA 1.1 puede relacionarse con una menor vida media circulante de las células transfundidas y las transfusiones subsecuentes se relacionarán con una reacción hemolítica aguda. La transfusión de sangre DEA 1.2 a perros DEA negativos sensibilizados resultará en una pérdida exponencial de células en el curso de varias semanas, con casi la mitad de las células transfundidas perdidas en el lapso de 10 días. Se sabe que DEA 1.3 sólo existe en perros originarios de Australia, principalmente Pastores Alemanes (Vap, 2011).

- **DEA 4**

DEA 4 se manifiesta en hasta 98% de perros y los perros con sólo este tipo se consideran como donadores universales. Sólo casi 75% de los Doberman Pinschers son DEA 4 positivos. Se sabe que existen de manera natural anticuerpos DEA 4; no obstante, puede haber reacciones transfusionales hemolíticas luego de la sensibilización con transfusiones de sangre DEA 4 positiva en perros que carecen de ese antígeno (Vap, 2011). Los anticuerpos contra DEA 4 son benignos ya que no causan destrucción eritrocitaria (Swisher *et al.*, 1962).

- **DEA 3 y 5**

DEA 3 y 5 se expresan en menores proporciones en la población canina, pero DEA 3 se manifiesta en 23% de los Greyhounds y 30% de los Greyhounds son DEA 5 positivos. Hay anticuerpos de manera natural en 20% de los perros DEA 3 negativo y 10% de los perros DEA 5 negativo en los Estados Unidos (Vap, 2011).

- **DEA 7**

DEA 7 se presenta en 8 a 45% de los perros estadounidenses. Se han observado anticuerpos de presentación natural en contra de DEA 7, con una reacción tardía a la transfusión ocasionando la disminución de la esperanza de vida de las células transfundidas, pero sin hemólisis. En tanto que hay controversia respecto a la importancia del antígeno, es mejor evitar la pérdida prematura de células transfundidas al utilizar sangre de donador que carezca de este antígeno (Vap, 2011).



- **Antígeno Dal**

En 2007 se informó de un nuevo antígeno presente en casi 93% de los perros estadounidenses. Se nombró de manera temporal Dal debido a que el caso índice era un dálmata. El Dálmata se tipificó como DEA 1.1, 3, 4 y 5 positivo y DEA 7 negativo, pero se sensibilizó luego de múltiples transfusiones a insuficiencia renal crónica con la sangre tipificada como DEA 1.1, 4 positivo solamente. Debido a que fueron necesarias transfusiones adicionales se requirieron pruebas de compatibilidad. Las principales pruebas cruzadas entre el perro índice y 55 donadores no dálmatas que debieron ser compatibles con base en los tipos DEA 1.1, 1.2, 3, 4, 5 y 7 resultaron incompatibles. Las principales pruebas cruzadas entre el perro índice y solamente 20 de los 25 Dálmatas sin relacionar (80%) fueron compatibles. Las transfusiones incompatibles implicando este antígeno podrían resultar en unas reacciones hemolíticas tardías y agudas. Cuando se hicieron necesarias las transfusiones para sensibilizar a los Dálmatas pareció que era más probable encontrar donadores compatibles dentro de la raza Dálmata (Vap, 2011).

- **Otros antígenos**

Poco se sabe acerca del DEA 6 y 8 y de casi 11 otros antígenos que se piensa que existen, debido a que los sueros tipificados para estos antígenos no se encuentran disponibles. Sin tipificar sueros para estos antígenos su relación con Dal no puede determinarse (Vap, 2011). Las reacciones adversas a otros tipos sanguíneos han sido muy rara vez descritas. Los tipos sanguíneos que son muy antigénicos tienen una gran importancia clínica ya que estimulan una respuesta potente de producción de anticuerpos que pueden ser hemaglutininas o hemolisinas. El tipo sanguíneo más antigénico en perros es el DEA 1.1. La importancia clínica de los otros grupos o tipos sanguíneos no ha sido determinada (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

#### **2.4.2 Tipos de sangre y anticuerpos felinos**

En gatos solo se ha reconocido de manera rutinaria el sistema AB y consiste de tres tipos: A, B y AB (Vap, 2011). El grupo A es dominante sobre el B. La frecuencia de presentación de uno u otro grupo varía mucho con la raza y con la zona geográfica, pero en general el grupo A es el más frecuente y el AB el menos frecuente (Tabla 5) (Fragío *et al.*, 2009).

El tipo A es el tipo más común y se encuentra en más del 95% de los gatos domésticos en Estados Unidos. A la fecha todos los gatos siameses, birmanos, tonquinenses, rusos azules y orientales se han identificado como tipo A. El tipo B se ha identificado en hasta 10% de gatos de Maine y del

bosque noruego; hasta 20% de los abisinios, birmanos, persas, somalís, esfinge y escoceses; y hasta 45% de gatos exóticos e inglés pelo corto, Cornish Rex y Devon Rex. Se ha observado el tipo AB en gatos domésticos, así como en razas con tipo B (Vap. 2011).

Este sistema sanguíneo permite una herencia mendeliana sencilla con el gen A (A) con dominancia sobre el gen AB (ab), el cual tiene dominancia sobre el gen B (b). Los gatos tipo A tienen más de cualquiera de los tres genotipos: A-A, A-ab, o A-b. Los gatos AB pueden tener ya sea un genotipo ab-ab o ab-b y un gato tipo B solo puede tener genotipo b-b. Por tanto, un cruzamiento de gatos tipo A entre gatos A puede producir gatitos de tipos A, AB o B dependiendo de sus genotipos (Vap, 2011).

Los gatos han desarrollado anticuerpos contra otros grupos sanguíneos por lo que la administración de un tipo incorrecto de sangre puede llevar a consecuencias fatales; siendo obligatorio conocer el grupo sanguíneo en todas las transfusiones (Clínica Veterinaria Machado, 2012). Al contrario de lo que sucede en perros, en gatos sí que existen aloanticuerpos naturales contra otros grupos sanguíneos, incluso en animales que no han recibido nunca una transfusión sanguínea. Se pueden producir reacciones fatales transfundiendo menos de 1ml de sangre incompatible, lo que implica que en gatos es siempre necesario comprobar si el donante y el receptor tienen grupos compatibles, incluso en la primera transfusión. Los gatos del grupo-A tienen anticuerpos contra el grupo-B bastante débiles; en cambio, los gatos del grupo-B tienen anticuerpos contra el grupo-A muy potentes. Esto implica que la severidad y riesgos de las reacciones hemolíticas por incompatibilidad de grupos sanguíneos dependen de cuál sea el grupo de donante y receptor (Tabla 4). Estos aloanticuerpos presentes en gatos también pueden provocar isoeritrolisis neonatal, cuando una hembra de grupo B tiene descendencia con un macho de grupo A (dominante) o AB; los gatitos del grupo A (o AB) ingieren anticuerpos maternos anti-A con el calostro, que provocarán graves reacciones hemolíticas (gran riesgo en razas British Shorthair, Sphynx, Devon Rex y Cornish) (Fragío *et al.*, 2009).

Los gatos tipo AB se consideran como receptores universales ya que carecen de los anticuerpos antiA y antiB; sin embargo, se les debe transfundir células tipo A para evitar la transfusión inadvertida de anticuerpos antiA a partir del donador tipo B, el cual es un ejemplo de una reacción colateral menor. Debido a los efectos de la geografía y de la raza, y de la frecuencia de los tipos de sangre, el riesgo de inducir una reacción por transfusión potencialmente mortal en receptores tipo B podría ser tan alto como de 20% cuando se transfunde sangre sin pruebas cruzadas (Vap,2011).

### **Antígeno Mik**

En el 2007 se informó de un nuevo antígeno, Mik, diferente al sistema tradicional AB, que se encuentra presente en muchos gatos domésticos y que también puede ocasionar reacciones de incompatibilidad. Los gatos que carecen de este antígeno (casi 6% de aquellos sometidos a prueba)

tienen el potencial de desarrollar una reacción hemolítica aguda luego de la transfusión de sangre AB. Ya que no se encuentra disponible la tipificación sérica para el antígeno Mik y que parece que los anticuerpos se presentan de manera natural, son prudentes pruebas cruzadas y tipificación antes de una transfusión (Vap, 2011).

Grupo Sanguíneo Donante	Grupo Sanguíneo Receptor	Reacción incompatibilidad
A	A	Ninguna
B	B	Ninguna
B	A	Leve
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Muy grave</b>

**Tabla 4.** Reacciones por incompatibilidad de grupos sanguíneos en gatos (Fragío *et al*, 2009).

País	Tipo A	Tipo B	Raza	Tipo A	Tipo B
EEUU	97-99%	0,4-3%	Doméstico común pelo corto (EEUU)*	100%	0%
Australia	74%	26%	Abisinio	84%	16%
Austria	97%	3%	Birmanio	82%	18%
Inglaterra	97%	3%	Devon rex	59%	41%
Finlandia	100%	0%	Himalayo	94%	6%
Francia	85%	15%	Maine Coon	97%	3%
Alemania	94%	6%	Persa	86%	14%
Italia	89%	11%	Siamés	100%	0%
Holanda	96%	4%	Somali	82%	18%
Turquía	75%	25%	Sphinx	83%	17%
Portugal	95%	5%	Doméstico común pelo corto (GB)**	64%	36%

\*Datos de población de EEUU; \*\*Datos de población de Gran Bretaña

**Tabla 5.** Prevalencia aproximada de grupos sanguíneos felinos en algunos países y razas (Fragío *et al*, 2009).

### 2.4.3 Tipificación y pruebas cruzadas de sangre o crossmatching

Mientras que el tipaje de sangre detecta la presencia de los antígenos del grupo sanguíneo en la membrana eritrocitaria, las pruebas cruzadas o *crossmatching* determinan la posible presencia de anticuerpos en el plasma de donante y receptor, que pudieran dar lugar a reacciones de incompatibilidad. Deben realizarse siempre que exista algún riesgo de incompatibilidad (cuando no sea posible determinar el grupo sanguíneo en gatos, y en todos los gatos y perros que ya hayan recibido una transfusión previa). En la actualidad existen en el mercado varios *tests* comerciales para determinar si un perro es positivo o negativo al antígeno DEA 1.1, y si un gato es del grupo A o B. Pueden utilizarse para discriminar donadores potenciales y para hacer las selecciones apropiadas para pruebas cruzadas y transfusiones con base en el tipo de sangre del receptor (Fragío *et al.*, 2009).

#### a) Tipificación sanguínea

Los ejemplos incluyen tarjetas de tipificación y un cartucho inmunocromatográfico (Fig 2a, 2b y 3). Estos equipos tipifican para DEA 1.1 solamente en perros y para A, B y AB en gatos. Tanto las tarjetas como el cartucho son métodos relativamente sencillos de tipificación y requieren de tan solo unos cuantos minutos para llevarse a cabo e incluyen los medios para desarrollar un autocontrol, con el fin de identificar interferencias potenciales por autoaglutinación (Vap, 2011).

Se basan en técnicas de aglutinación utilizando antisueros mono o policlonales, bien sobre una tarjeta (Rapidvet, DMS Laboratories, Flemington NJ), o mediante una reacción cromatográfica en un cartucho de muy fácil lectura (Alvedia DME, Lyon Francia); también está ya disponible otra prueba bastante específica (similar a la empleada en medicina humana) que consiste en una reacción en columna de gel en microtubos (DiaMed, Cressier, Suiza) (Fragío *et al.*, 2009).

(a)



(Centro de Transfusión Veterinaria, 2012).

(b)



(Fragío *et al.*, 2009).

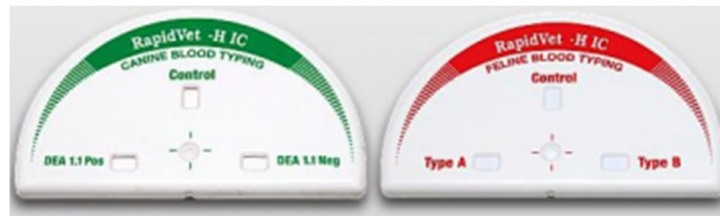
**Figura 2. Tipificación Sanguínea en perros y gatos. (a)** Tarjetas de tipificación DMS Laboratories. **(b)** Detalle de una prueba de tipificación de tarjeta de tipificación felina.

(a)



(Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

(b)



(Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

**Figura 3. Tipificación Sanguínea por inmunocromatografía.** (a) Cartucho inmunocromatográfico (Alvedia) Se basa en el uso de anticuerpos monoclonales, específicos para el antígeno de 1,1 DEA en perros, y antígenos específicos A y B en gatos. (b) RapiVet para tipificación en felinos. Kit inmunocromatográfico para tipificación de sangre canina a DEA 1.1 y Felina para grupos A, B y AB

Un estudio reciente sugiere que podría haber un equipo de tipificación más amplio, que tipificará para DEA 1.1, 3, 4 y 7 así como para Dal. No se identificó una dilución apropiada para el reactivo para tipificar DEA 1.2 y no se incluyó a DEA 5. En este estudio, 10 perros recibieron transfusiones compatibles con DEA 1.1 y se sometieron a pruebas cruzadas antes y después de las transfusiones. Seis de los pares sometidos a pruebas cruzadas en cuatro de los perros pudieron haber desarrollado anticuerpos con base en los resultados de la tipificación y cuatro pruebas cruzadas implicaron a dos perros que se volvieron incompatibles 21 a 23 días después con intensas reacciones variando de 3+ a 4+. Un tercer perro tuvo una incompatibilidad 1+ al día 13 que se volvió compatible hacia el día 50. No se esperaba que cinco pares de pruebas cruzadas en cuatro perros desarrollaran anticuerpos con base en los resultados de tipificación; sin embargo, los resultados de las pruebas cruzadas incompatibles se obtuvieron variando de 1+ a 3+ durante el curso de 2 a 4 semanas. Estos resultados incompatibles indican sensibilización a los

antígenos no detectados por los procesos de tipificación (por ejemplo, DEA 5, 6, 8). A pesar de que estos métodos de tipificación son relativamente sencillos, es necesario leer la información incluida en el paquete en búsqueda de fuentes de resultados erróneos probables y siga las instrucciones con exactitud. La opción del equipo de tipificación sanguínea puede expandir estas posibilidades a otros sitios de prueba (Vap, 2011).

**b) Pruebas de compatibilidad, pruebas cruzadas o crossmatching**

Las pruebas de compatibilidad determinan si hay compatibilidad serológica entre el donador y el receptor. Las pruebas cruzadas principales prueban para detectar anticuerpos de presentación natural o inducidos en el suero del receptor en contra de los eritrocitos del donador. Estas pruebas deberán hacerse en cualquier momento en que sea probable que el paciente tenga anticuerpos de presentación natural (gatos), si el antecedente de transfusiones del paciente se desconoce si hubo alguna transfusión por lo menos 2 a 4 días antes, incluso si fue con el mismo donador. Los equipos de pruebas cruzadas comerciales se encuentran disponibles por parte de DMS Laboratories (Vap, 2011).

Una prueba cruzada menor, determina si existen anticuerpos detectables en el plasma o suero del donador en contra de los eritrocitos del paciente. En tanto se les considera de menor importancia, puede haber reacciones adversas menores. Los donadores permanentes pueden elegirse con base en reactores de tipificación de sangre ofrecidos a nivel comercial, y seleccionar buscar anticuerpos con el fin de minimizar la oportunidad de una reacción colateral menor. Los equipos de pruebas cruzadas y de tipificación proporcionan de manera típica controles para descartar reacciones positivas falsas debido a autoaglutinación o establecen que no interfieren con ella (Vap, 2011).

Una prueba cruzada con laminilla es un método crudo de prueba cruzada, que deberá reservarse tan sólo para situaciones de urgencia. En este caso, la principal prueba cruzada con laminilla consiste en mezclar dos gotas de plasma del receptor, con una gota de sangre a partir del donador, a temperatura ambiente en una laminilla limpia y observar en búsqueda de aglutinación mientras se rota la laminilla durante un minuto. De la misma manera, puede desarrollarse una prueba cruzada menor utilizando dos gotas de plasma del donador y una gota de la sangre del receptor. Sin embargo, con este método puede haber dos errores potencialmente serios. Primero, las reacciones hemolíticas potencialmente mortales pueden pasarse por alto, ya que es difícil reconocer la hemólisis al utilizar este método. Segundo, este procedimiento puede perder las reacciones por zona donde la presencia de anticuerpos en exceso para la cantidad de antígeno puede resultar en no desarrollar aglutinación (Vap, 2011).

En perros, debería determinarse siempre si el donante es DEA 1.1. positivo o negativo, debiendo determinarse también el grupo del receptor cuando la sangre a transfundir sea DEA 1.1. positiva. En

gatos, debe determinarse siempre el grupo sanguíneo de donante y receptor, y también en hembras reproductoras para prevenir la isoeritrolisis neonatal (Fragío *et al.*, 2009).

Para la tipificación y las pruebas cruzadas se recomiendan sangre recién colectada en EDTA y un tubo de ensayo, tanto del receptor como del donador, a menos que el donador se haya sometido con anterioridad a pruebas para anticuerpos, en caso que solo se necesiten células de la muestra del EDTA. De manera alternativa, se pueden utilizar las líneas (Figura 4) a partir de la unidad del donador, en tanto la esterilidad de la unidad permanezca intacta. Las muestras deberán estar libres de hemólisis y lipemia. (Vap, 2011).



**Figura 4.** Bolsa de sangre con su respectiva “línea”. Las líneas de una unidad de donador puede emplearse para tipificar y aplicar pruebas cruzadas a la sangre en cuanto conserve esterilidad (Vap, 2011, Tomado de Veterinary Medicine en Español V.5 No.4, México).

La prueba de reacción cruzada *mayor* comprueba si el receptor posee anticuerpos frente a los antígenos eritrocitarios del donante (poniendo en contacto plasma del receptor con GR del donante), mientras que la *menor* comprueba si el plasma del donante contiene anticuerpos frente a los antígenos de los eritrocitos del receptor (Fragío *et al.*, 2009).

También se debe incluir una reacción *control*, en la que se mezclan eritrocitos y plasma del receptor. Si se produce hemólisis y/o aglutinación en la reacción cruzada mayor, no se podrá realizar la



transfusión (el Receptor tiene anticuerpos contra los eritrocitos el Donante). Si existe hemólisis y/o aglutinación en la reacción cruzada menor, se podrá realizarla transfusión, aunque vigilando estrechamente al paciente (el Donante tiene anticuerpos contra el Receptor, pero la cantidad incluida en la sangre a transfundir no implica riesgos graves) (Fragío *et al.*, 2009).

El grado de aglutinación se expresa de 1+ a 4+. La presencia de base de autoaglutinación y/o de hemoglobinemia en el receptor impide la interpretación de estas pruebas. Para la correcta realización de las pruebas cruzadas hay que lavar los eritrocitos de Donante y Receptor varias veces (mediante centrifugación con ClNa 0.9%), por lo que pueden no ser prácticas en una situación de urgencia. En estos casos, aunque sean mucho menos fiables, se pueden realizar unas pruebas de compatibilidad simplificadas, sin lavar los GR: simplemente se centrifuga la sangre del Donante y del Receptor, y se realizan las tres reacciones (mayor, menor y control) sobre tres portaobjetos mezclando en cada uno de ellos 3 gotas de plasma y 1 gota de GR, dejando incubar 2-5 minutos, y observando al microscopio si existe aglutinación (Fragío *et al.*, 2009).

Los gatos han demostrado tener alo-anticuerpos y experimentar una reacción adversa severa en la primera transfusión, por lo que se deben de realizar las pruebas de compatibilidad antes, si no está disponible la tipificación sanguínea. En el caso de los perros no tienen anticuerpos. La prueba de compatibilidad mayor predice si las células del donador van a atacar al plasma del paciente por medio de una reacción hemolítica aguda. Estas reacciones son peligrosas para la vida del animal y pueden ser causadas con menos de 1 ml de sangre incompatible (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

Una prueba de incompatibilidad menor no debe de ocurrir en perros si los donadores no han recibido una transfusión sanguínea previa. Es menos riesgosa esta reacción en caso de que se presente ya que el volumen plasmático del donador es menor y va a estar muy diluido en el paciente.

Como primer paso se prepararán las muestras del donador y del receptor:

- Fuentes de sangre del donador: glóbulos rojos, plasma o suero. Estas muestras deben ser obtenidas de un segmento de la bolsa de sangre, la sangre se coloca en un tubo y se centrifuga para obtener el plasma el cual se debe de separar de los glóbulos rojos.
- La muestra del receptor se obtiene directamente de él. Se toma con un tubo con EDTA de 5 ml y una muestra con tubo rojo, de éste último se saca el suero mediante centrifugación, o bien, se obtiene el plasma.

- Luego se preparan las suspensiones de las muestras del donador y del recipiente (3-5%): Se coloca 1 gota de sangre en un tubo y luego se administra 4 gotas de solución salina y se mezcla hasta preparar una mezcla homogénea, se centrifuga y luego se saca el supernadante con una pipeta. Se realiza el mismo procedimiento en unas 3-5 veces, el objetivo es obtener un supernadante sin color.
- Prueba de compatibilidad mayor: colocar dos gotas de suero del receptor y una gota de la suspensión celular del donador.
- Prueba de compatibilidad menor: Colocar dos gotas del suero del donador y una gota de la suspensión celular del receptor.
- Autocontrol: Dos gotas de suero y una gota de la suspensión celular. Tanto del donador como del receptor. Se mezclan los tubos y se incuban por 15 minutos a 37<sup>0</sup> C, se centrifugan y se leen macroscópicamente, luego confirme todas las reacciones negativas microscópicamente (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

### ***Resultados***

- Reacción negativa en las pruebas de compatibilidad mayor y menor: indican compatibilidad
- Reacciones positivas: incompatibilidad. Pacientes con IMHA tienen anticuerpos circulantes contra los glóbulos rojos, por tanto, es común que la prueba dé positivo, en este caso es de poco valor realizar esta prueba por lo que sería más importante la tipificación sanguínea.
- Si hay autocontroles positivos se deben de investigar. Si el autocontrol del donador es positivo no se debe de usar (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

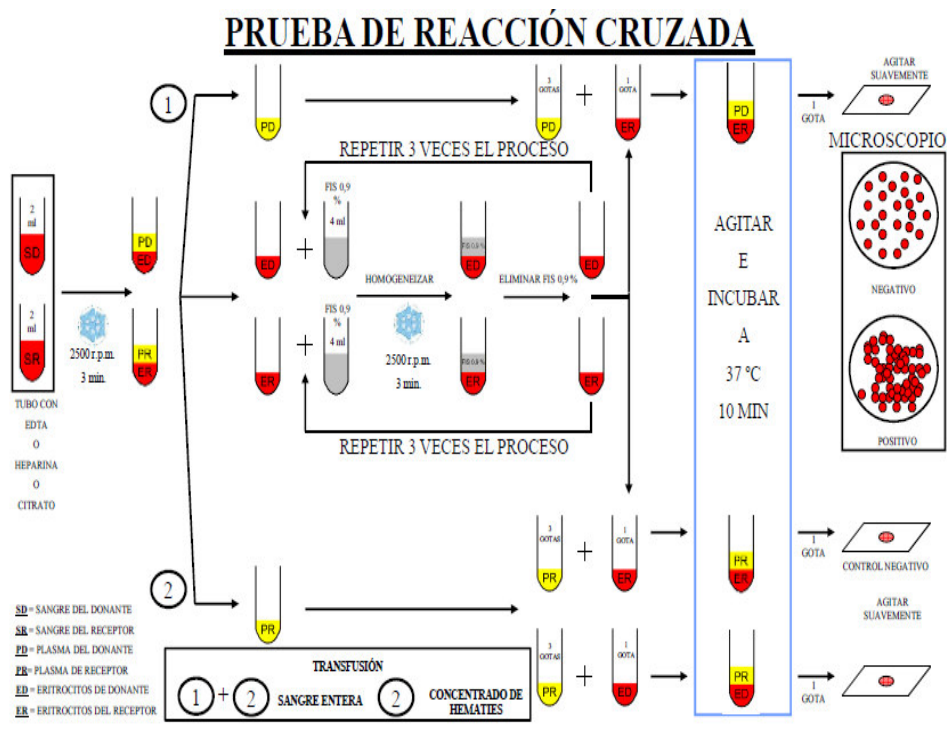
### **c) Crossmatching de urgencia**

Realizar las pruebas de compatibilidad completas en el laboratorio puede llevar cierto tiempo, por lo que no son prácticas en una situación de urgencia. En estos casos, aunque sean mucho menos fiables, podemos realizar unas pruebas de compatibilidad simplificadas, que se realizan en pocos minutos sin lavar los glóbulos rojos. Simplemente centrifugamos la sangre del Donante y del Receptor, y realizamos las tres reacciones (mayor, menor y control) sobre tres portaobjetos mezclando en cada uno de ellos 3 gotas de suero y 1 gota de glóbulos rojos, dejando incubar 2-3 minutos, y observando al microscopio si existe aglutinación. Recientemente salieron al mercado dos *kits* comerciales para realizar las pruebas cruzadas de forma rápida y fiable, por lo que resultan muy recomendables incluso en

situaciones de urgencia (DMS Laboratories y DiaMed Laboratories, este último requiere cierto equipamiento) (Fragío y Daza, 2013).

**c1) Procedimiento en un crossmatching de urgencia**

- 1- Añadir 2 gotas de sangre del donante + 1 ml de Solución Salina Fisiológica (SSF) en tubo de cristal.
- 2- Se añaden 2 gotas de suero del receptor a esta dilución.
- 3- Centrifugar a baja velocidad durante 15-30 segundos.
- 4- Resuspender agitando suavemente y observar la MACROAGLUTINACIÓN.
- 5- Añadir 2 gotas de sangre del receptor + 1 ml de SSF en tubo de cristal.
- 6- A esta dilución se añaden 2 gotas de suero del donante.
- 7- Centrifugar a baja velocidad durante 15-30 segundos.
- 8- Resuspender agitando suavemente y observar la MICROAGLUTINACIÓN (Pulido y Sunyer, 2003).



**Esquema 3.** Prueba de reacción cruzada (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

## 2.5 TRANSFUSIONES SANGUÍNEAS

Transfusión sanguínea o de componentes es el procedimiento a través del cual se introduce, por vía venosa, sangre reconstituida o componentes específicos para restituir o sustituir la función del elemento deficiente (García *et al.*, 2003). La transfusión sanguínea se define como un tratamiento de apoyo que se administra para corregir deficiencias en un paciente hasta que se haya superado el trastorno (Hohenhaus y Rentko 2002).

El Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Córdoba, en España (2013), establece que el objetivo de la transfusión será proveer al paciente de componentes de la sangre para subsanar la escasez de éstos, y favorecer una adecuada perfusión y oxigenación tisular, hemostasia o el mantenimiento de la presión oncótica coloidal, en función de la patología a tratar. Los avances de la medicina transfusional en la clínica de pequeños animales son evidentes y en la actualidad es cada vez más frecuente el empleo de sangre entera o hemoderivados como tratamiento curativo o de soporte de determinadas enfermedades.

En Medicina Veterinaria, la mayor parte de las veces se administra sangre fresca y completa del donante, pero es preferible administrar los componentes de la sangre por separado, porque proporciona al paciente sólo lo que necesita y se evitan reacciones adversas (Cotter y Stone 1994).

La administración de sangre total está indicada en animales que cursan con anemia severa, suficiente para impedir la correcta oxigenación de los tejidos (Sellon, 2000). Las indicaciones más frecuentes para una transfusión sanguínea son la destrucción acelerada de eritrocitos y las hemorragias masivas producto de accidentes o traumas (Williamson, 1993).

Es cierto, que este tipo de producto se aplica normalmente en casos de urgencia como hemorragias severas o shock traumáticos, pero esta práctica ya no es considerada aceptada desde el punto de vista científico o médico, ya que no es la terapia más eficiente y segura para el receptor. Con el uso de hemocomponentes, o productos obtenidos a partir de una bolsa de sangre entera, se minimizan los riesgos transfusionales. Estos riesgos siempre existen, y así, hay que hacérselo entender al propietario de la mascota, pero con el hemoderivado correcto y con cierta aproximación al conocimiento de los grupos sanguíneos implicados, los riesgos son menores, y la finalidad de la terapia sería más exitosa (Labao, 2013a).

A pesar que las transfusiones de sangre se consideran con frecuencia como una terapia necesaria y de importancia vital, no están libres de riesgo de reacciones adversas. Debido a que cada transfusión conlleva el riesgo de provocar una reacción adversa, los médicos veterinarios deben considerar siempre los beneficios terapéuticos y el riesgo de una reacción, previo a la administración (Hohenhaus 2000).

### **2.5.1 Justificación para la terapia transfusional**

La sangre entera es una mezcla de constituyentes celulares suspendidos en un medio de transporte líquido. Las células tienen funciones diferentes. Los eritrocitos transportan oxígeno y participan en la defensa del huésped por medio de la adsorción de superficie y absorción de muchos materiales, los fagocitos controlan a las bacterias, las plaquetas son requeridas para la hemostasia, y los linfocitos son mediadores de la inmunidad. El medio líquido también contiene una matriz de sustancias disueltas: albúmina, globulinas, proteínas de coagulación, intermediarios metabólicos, electrolitos, aniones orgánicos, y elementos traza (Feldman, 2008).

Las técnicas prácticas para la separación y concentración de algunos de los constituyentes celulares de la sangre entera están disponibles en todos los grandes centros veterinarios de donación de sangre. La terapia de transfusión moderna debe estar basada en el uso de componentes de la sangre para tratar defectos específicos con concentrados del constituyente sanguíneo del que se tenga deficiencia. Existen un número de justificaciones para el uso preferencial de componentes sanguíneos (Feldman and Sink, 2008).

#### **a) Consideración de los recursos limitados**

El argumento más convincente que apoya la terapia de los componentes es que la sangre es un recurso preciado en vista de su potencial terapéutico y la logística y costos requeridos en la obtención y entrega de productos sanguíneos. La separación en componentes permite a una sola donación atender las necesidades individuales de varios pacientes. El criterio de elección en la selección del donador de sangre debe ser suficiente para obtener una donación segura (Feldman and Sink, 2008).

#### **b) Consideraciones cinéticas**

Después de la hemorragia, los mecanismos homeostáticos restauran los diferentes constituyentes sanguíneos en rangos diferentes, dependiendo de la capacidad de síntesis, consumo endógeno, degradación, y distribución en varios compartimentos fisiológicos. El tiempo de inactivación media de los eritrocitos caninos y felinos es de meses, mientras que la vida media de la albúmina es solo de tres a cuatro días. La pérdida de sangre en cirugía puede requerir la reposición de eritrocitos. La albúmina podría no ser requerida, ya que será repuesta dentro de los siguientes días. Otra consideración es la tolerancia. La pérdida del 50% de la masa de eritrocitos es bien tolerada en un individuo sano mientras que la pérdida del 50% del volumen total de sangre puede ser fatal a menos que sea rápidamente corregida (Feldman and Sink, 2008).

### **c) Consideraciones de los efectos adversos**

Otra razón fundamental para apoyar el uso de componentes sanguíneos incluye una lista innumerable de posibles efectos adversos que pueden resultar de la transfusión innecesaria de constituyentes sanguíneos. Cualquier reacción a la transfusión significa que la transfusión no está cumpliendo con su propósito y, de manera importante, ha creado otra carga en el paciente que ya tiene además, una carga previa por el estado fisiológico por el cual requería la transfusión. La sensibilización a las células sanguíneas puede inducir resultados refractarios en subsecuentes transfusiones. La transfusión de múltiples unidades de sangre entera de manera secuencial para poder alcanzar un cierto hematocrito, puede también producir edema pulmonar debido a la sobrecarga de volumen (Feldman and Sink, 2008).

### **2.5.2 Decisión de transfundir**

Toda terapia de transfusión produce sólo una mejoría transitoria en la condición del paciente. A menos que el paciente sea capaz de producir endógenamente el déficit de los componentes, serán necesarias más transfusiones. Además de esto, las transfusiones disminuyen la respuesta fisiológica a la deficiencia del constituyente sanguíneo. Por ejemplo, si un paciente tiene una masa de eritrocitos reducida, la hipoxia tisular provoca una producción incrementada de eritropoyetina y la médula ósea responde con reticulocitosis. La transfusión de eritrocitos en este paciente, implicará una disminución y retardo en la respuesta de los reticulocitos. Varios puntos deben considerarse antes de una transfusión.

- Necesidad real de la transfusión.
- Necesidad particular del paciente.
- Beneficios potenciales que justifiquen los riesgos de la transfusión.
- Elección adecuada del componente sanguíneo a bajo costo.
- Meta alcanzada del beneficio previsto para el paciente luego de la transfusión (Feldman and Sink, 2008).

Las respuestas a estas preguntas deben ser documentadas en el expediente del paciente. Como mínimo para una transfusión de eritrocitos, se debe hacer una determinación de hematocrito y proteínas totales pre-transfusión seguidas de una determinación post-transfusión (24 horas) (Feldman and Sink, 2008).

Los componentes sanguíneos deben ser convenientemente clasificados de acuerdo a sus funciones fisiológicas: transporte de oxígeno, como adyuvante en el mantenimiento del volumen intravascular, hemostasia y fagocitosis. En medicina veterinaria, el soporte de la fagocitosis con transfusiones de granulocitos no se realiza. El reemplazo del volumen requiere del mantenimiento de la

presión oncótica coloidal (POC) a través del uso de coloides (hetastarch, pentastarch, dextrans, y productos de gelatina) además de plasma. La albúmina administrada en forma de plasma en pacientes hipo-oncóticos (hipoalbuminémicos) que no reciben soporte coloidal concurrente, rápidamente equilibrarán la presión con desplazamiento hacia los terceros espacios (Feldman and Sink, 2008).

### **2.5.3 Transfusión para incrementar el transporte de oxígeno**

No existe ningún equipo que contenga la concentración de hemoglobina o hematocrito específico para un paciente que necesite eritrocitos. Los pacientes y el cuidado del paciente se calculan cuando los eritrocitos son requeridos. Un paciente que ha perdido un tercio de su masa de eritrocitos de manera aguda requerirá incrementar la capacidad de transporte de oxígeno. Los pacientes con procesos crónicos pueden tener hematocritos muy bajos, pero si no se encuentran bajo condiciones estresantes, no requieren de capacidad adicional de transporte de oxígeno. Sin embargo, en términos generales, tanto en el perro como en el gato, la administración de eritrocitos para cubrir las necesidades de transporte de oxígeno debe considerarse cuando la concentración de hemoglobina está por debajo de 7 g/dl (hematocrito de 21%). Cuando se considera la transfusión en ciertos pacientes, el clínico debe considerar la edad, etiología y duración de la anemia, la presencia de alteraciones cardiacas, pulmonares, o vasculares, y la estabilidad hemodinámica (Feldman and Sink, 2008).

### **2.5.4 Indicaciones para realizar una transfusión**

Usualmente se realiza en anemias con hematocritos menores del 20% en perro y del 12-15% en gato, principalmente si cursan con taquicardias y taquipneas compensatorias. En procesos hemorrágicos agudos se realiza con hematocritos mayores ya que éste parámetro tarda en reflejar adecuadamente la severidad de la anemia. En el caso de anemias hemolíticas autoinmunes, sólo se debe hacer una transfusión cuando clínicamente es imprescindible ya que si la transfusión es incompatible son mayores los inconvenientes, por el aumento de los productos de degradación globular. En general se indica en anemias agudas y crónicas, trombocitopenias, problemas de coagulación, granulocitopenias (por ejemplo: quimioterapia), reanimación de choque hipovolémico hemorrágico, nefropatías (por ejemplo: anemia del fallo renal crónico, síndrome nefrótico con hipoproteinemia), hepatopatías, y déficit inmune (por ejemplo: en parvovirus, que cursa con deshidratación y anemia, aportando además inmunidad pasiva) (Rejas *et al.*, 1997).

La cantidad de sangre a transfundir, de modo general, son 500 ml a perros medianos y 50 ml a un gato adulto. Se considera que 10-20 ml/kg PV son necesarios para mejorar el transporte del oxígeno,

por lo que estos volúmenes son los que se usan como norma en la mayor parte de los casos y especies animales (Rejas *et al.*, 1997).

### **2.5.5 Administración de productos sanguíneos**

Se deben tener en cuenta varios factores importantes a la hora de realizar una transfusión sanguínea para garantizar un procedimiento eficaz y seguro para nuestros pacientes. Existen estrictas normas de manejo de los componentes sanguíneos que se deben de aplicar antes y durante la transfusión (Feldman and Sink, 2008).

#### **a) Equipos para la administración de sangre**

Los equipos para la administración de sangre son utilizados para la infusión de productos derivados de la sangre. El uso de equipos para la administración de sangre ayuda a prevenir que sean infundidos al receptor artefactos potencialmente peligrosos. Estos equipos contienen un filtro que sirve para retener coágulos y otras partículas de microagregados que se forman en la sangre almacenada. El tamaño de la partícula retenida por el filtro está directamente relacionado al tamaño del filtro (Feldman and Sink, 2008).

Los equipos de administración de sangre deben ser usados con todos los componentes sanguíneos incluyendo a los concentrados plaquetarios. Se debe evitar desviarse de las instrucciones del fabricante ya que esto puede volver ineficaz al producto sanguíneo. Por ejemplo, el uso de un equipo de administración inapropiado para la infusión de productos plaquetarios puede causar que las plaquetas sean retenidas inadecuadamente dentro del equipo de infusión, frustrando el propósito de la transfusión. Existe una gran variedad de equipos de infusión comercialmente disponibles. Se debe consultar el uso recomendado. Hay que recordar cualquier equipo sanguíneo debe ser cambiado cada 4 horas. Esto es debido al hecho de que puede ocurrir contaminación bacteriana después de mayores períodos de tiempo. Algunos equipos para administración de sangre están diseñados para la transfusión de más de una unidad de sangre, pero el tiempo total de uso no debe exceder de 4 horas. Los equipos para la administración sanguínea no deben ser reutilizados debido al riesgo de contaminación bacteriana (Feldman and Sink, 2008).

Existen dos tipos diferentes equipos para administración de sangre: goteo por gravedad y empuje con jeringa.



**a1) Goteo por gravedad**

Los equipos estándar para la administración de sangre contienen un filtro con poros de tamaño de 170 - 260 micras. El equipo debe ser llenado de acuerdo a las instrucciones del fabricante con sangre o fluidos compatibles con sangre. Para una velocidad de flujo óptima, el filtro debe estar completamente mojado y la cámara de goteo debe estar llena a no más de la mitad durante la transfusión. Los equipos estándares son típicamente utilizados para transfundir sangre entera, eritrocitos, y productos de plasma. Como lo indica el nombre, este equipo está unido al producto sanguíneo y el producto sanguíneo es infundido por goteo por gravedad (Feldman and Sink, 2008).

**a2) Empuje con jeringa**

Los equipos de empuje con jeringa pueden ser usados para la infusión de componentes o en la transfusión de productos con volúmenes de menos de 100 ml. Este equipo de administración utiliza el volumen más pequeño de todos los equipos. Estos equipos tienen una cámara de goteo muy pequeña y una longitud de la vía de infusión menor a los equipos de goteo por gravedad. Esto es útil en la transfusión de productos de volumen pequeño. Los equipos de empuje con jeringa contienen un filtro en la vía de infusión que es extremadamente pequeño y puede no ser notado. Cuando se utiliza este equipo de infusión los productos sanguíneos pueden ser transfundidos de dos formas. El equipo puede estar adherido a una bolsa de sangre, el producto sanguíneo llena el interior de la jeringa adherida desde la bolsa y es después "empujado" hacia el receptor. De manera alternativa, este equipo puede estar adherido directamente a una jeringa con sangre para una transfusión inmediata. Esto puede ser útil en la transfusión de sangre entera felina (Feldman and Sink, 2008).

**2.5.6 El donante de sangre**

La selección del donante debe hacerse por medio de diversas pruebas de rutina que permitan que el clínico determine que es un paciente sano y que cumple con un mínimo de condiciones; para realizar este proceso, se inicia con un examen físico detallado, vacunación vigente contra enfermedades infecciosas, realizar hemoglobina o hematocrito para determinar si existe o no presunción de anemia, evaluación de los parámetros hemostáticos y determinar el tipo de sangre. La tenencia de animales destinados para tal fin minimiza los riesgos de selección (Ognean *et al.*, 2009).

**a) Selección del donador de sangre**

Es sumamente importante haber identificado el donador potencial antes de que se vaya a hacer uso de su sangre, para tener tiempo de realizarle una serie de exámenes sanguíneos y serológicos que

nos permitan conocer sobre su estado de salud en general, así como sobre su tipo de sangre (Villacrés 2008).

#### **b) Características ideales del donante**

Hace más de 40 años se creía que el mejor donante de sangre era un perro grande y tranquilo que no requería anestesia durante la extracción de sangre (Majilton, Kelley, 1951). Esta idea no ha variado, pues los donadores potenciales deben tener un buen temperamento y deben ser lo suficientemente grandes como para asegurarse que donaran 450 ml de sangre, pues se trabajará con bolsas comerciales de tal capacidad que permiten mantener estéril la colecta (DiBartola, 2002). También deben tener venas yugulares de fácil visualización y palpación (DiBartola, 2002). Debe ser un animal saludable, sin historia de enfermedades metabólicas o cardíacas, convulsiones o transfusiones sanguíneas previas, de un peso recomendable de mínimo 50 libras y entre 1 y 7 años de edad. Debe poseer un hematocrito superior al 40%. No debe estar bajo ningún tipo de medicación, excepto por medicamentos preventivos contra el gusano de corazón o parásitos (Villacrés, 2008).

Deben estar al día con sus vacunas. Según varios autores, algunos perros con peso  $\geq 27$  kg han donado 1 unidad de sangre durante dos años con intervalos de tres semanas (Potkay, Zinn, 1969). Además, en el caso de las hembras, éstas deben ser esterilizadas y nulíparas para evitar que hayan desarrollado anticuerpos anti-antígenos eritrocitarios (Villacrés, 2008).

En general un donante canino puede donar 450 ml de sangre cada 21 a 28 semanas y se recomienda suplementarlos con hierro vía oral, 0,5 mg/ml sangre donada. (Villacrés, 2008). Otros autores coinciden en que un perro puede donar una unidad de sangre cada 21 a 28 días (Feldman and Sink, 2008). Un donador canino de por lo menos 25 kilos de peso tendrá alrededor de 2 litros de sangre y donará 450 ml de la misma.

Los galgos, en Europa, han sido popularizados como los donadores ideales de sangre ya que presentan buena disposición y tienen un alto hematocrito (Green, 1982). Los galgos también presentan recuentos bajos de leucocitos y plaquetas en comparación con los perros mestizos (Porter y Canaday, 1971). En otros países son ideales, pues se los salva de la eutanasia cuando no presentan una buena participación en las carreras (Giger, 1993). Además, la mayoría de los galgos son negativos para DEA 1.1 (Villacrés, 2008).

Primero se realiza una exploración física completa y se determina el tipo sanguíneo del animal. Una vez determinado el tipo sanguíneo y si éste es aceptable para ser un donador, se realizan una serie de pruebas para detectar enfermedades metabólicas e infecciosas que pueden transmitirse durante la transfusión de sangre: Hemograma completo, perfil bioquímico, urianálisis, coproparasitario, factor de

von Willebrand y exámenes para determinar *Dirofilaria immitis*, *Rickettsia rickettsii*, *Ehrlichia canis*, *Babesia canis*, *B. gibsoni*, *Brucella canis*, y *Hemobartonella canis*. Dependiendo del área geográfica, pueden incluirse exámenes adicionales para enfermedades endémicas (Villacrés, 2008). Las pruebas básicas deben repetirse anualmente. Las vacunas recomendadas para perros donantes incluyen moquillo, hepatitis, parainfluenza, parvovirus y rabia (DiBartola, 2002). Asimismo, todos los donadores caninos deben recibir un tratamiento profiláctico para la dirofilariasis (Villacrés, 2008).

Otra característica que debe considerarse antes de seleccionar a un perro como donante es la concentración del factor de Von Willebrand en el plasma canino. La enfermedad de Von Willebrand es la coagulopatía hereditaria más común en perros y se ha informado en muchos perros de raza y en perros mestizos. Debido a la alta frecuencia de esta enfermedad en la población canina, es probable que se utilice un perro donante para tratar a otro perro con hemorragia inducida por la enfermedad de Von Willebrand por lo que es esencial que se cuente con un donante con concentración normal del factor de Von Willebrand (DiBartola, 2002).

### **2.5.7 Extracción y manejo de la sangre**

Los requisitos generales que debe cumplir el donante se resumen en la Tabla 6. Por lo general, la donación se completará en diez o quince minutos aproximadamente. En perros no suele ser necesaria la sedación, pero si en gatos: una buena elección es la combinación de Ketamina a 5-10 mg/kg y Diazepam a 0.5 mg/kg por vía intravenosa. En cualquier caso, se evitara fármacos que provoquen hipotensión/bradicardia (Acepromacina, Medetomidina etc) (Fragío *et al.*, 2009).

En función del uso que se le vaya a dar a la sangre, la recogida se hará en bolsas comerciales simples (sangre completa), en bolsas dobles, que constan de una bolsa principal con el anticoagulante y otra satélite sin anticoagulante (para la separación del Plasma o Plasma Rico en Plaquetas), o incluso en bolsas triples (bolsa principal con dos bolsas satélites, para separación de crioprecipitado y/o concentrado de plaquetas) (Fragío *et al.*, 2009).

#### **a) Recolección de sangre**

La sangre para transfusión se colecta en forma aséptica en bolsas especiales de plástico (apirotransfusores) y en jeringas de vidrio o plástico. Los apirotransfusores son los recipientes más utilizados. Son recipientes cerrados con una tubuladura para extracción y otra para transfusión. En la bolsa contienen hasta 125 cc. de un coagulante (por lo general ACD) y reciben hasta 480 cc. de sangre. Conforman una estructura cerrada lo que garantiza la esterilidad del conjunto (Bujacich y Sappía, 2008).

### **Ventajas:**

- Por su elasticidad se produce poco trauma de los glóbulos rojos.
- Son irrompibles
- Minimizan la activación de las plaquetas y los factores de la coagulación
- Estructura hermética
- Poseen filtros en su tubuladura para retener pequeños coágulos
- Pueden acoplarse una o más bolsas.
- Permiten la separación plasma-glóbulos para su posterior conservación.
- Son de costo accesible (Bujacich y Sappía, 2008).

En el caso del perro existen unas bolsas comercialmente preparadas con un sistema de múltiples bolsas y con un kit de extracción de sangre y separación de plasma, conteniendo como anticoagulante CPDA-I. Aunque existen otros en el mercado pero éste es el más común. En el caso de los gatos también existen bolsas de menor volumen pero ya no son tan fácilmente accesibles; por tanto, lo que se hace es aspirar de las bolsas de perro, anteriormente descritas, 2 cm de CPOA-I en una jeringuilla de 20 ml. (Pulido y Sunyer, 2003).

### **b) Extracción de sangre del donante**

El proceso de colección de sangre toma de 15 a 25 minutos. Puede ser necesaria la sedación para donadores a los que no se les ha extraído sangre anteriormente. Aquellos que han donado sangre varias veces, con frecuencia no necesitan ser sedados (Villacrés, 2008). Se recomienda el butorfanol como medida de sedación (0.1 mg/kg IV), 10 a 15 minutos antes de la colecta de sangre. No se recomienda utilizar acepromacina para la sedación porque causa hipotensión y disfunción plaquetaria (DiBartola, 2002). Los animales pueden permanecer en decúbito lateral o ventral. Es muy importante evitar la contaminación de la sangre al momento de la colecta, por lo tanto se debe mantener la asepsia a lo largo de todo el procedimiento. Se recomienda que el equipo que se use durante extracción de sangre sea de uso único para evitar la contaminación de la sangre (Hohenhaus *et al.*, 1997). Primero debe rasurarse el pelo del sitio donde se realizará la venipunción. Se lava bien esta área, se embroca y se realiza la venipunción cuidando no tocar el área desinfectada (DiBartola, 2002). La sangre se colecta a partir de la vena yugular. Algunos prefieren extraer la sangre a partir de la arteria femoral en animales en decúbito dorsal (Schneider, 1995). La sangre fluye hacia la bolsa por medio de gravedad o por succión. La sangre extraída por succión no tiene una mayor tasa de hemólisis que la tomada por gravedad y puede obtenerse con mayor rapidez (Eibert y Lewis, 1997). Para ello, se requiere de un dispositivo especial.

***b1) Extracción en perros***

En perros se utilizan las bolsas comerciales de humana, que contienen 63 ml de CPD-A1 (citrato-fosfato-dextrosa-adenina) para la extracción de un volumen total de sangre de 450 ml. El mejor punto para extraer sangre de un donante es la vena yugular. Con el animal en decúbito lateral se rasura el cuello, se limpia la zona de forma aséptica, y se cánula con la aguja que viene acoplada al sistema de extracción de la bolsa (Fig. 4). La bolsa se mantendrá más baja que el paciente para que la sangre fluya por gravedad, y en agitación continua (manual o mecánica), pesándola periódicamente hasta completar el volumen deseado (aproximadamente 500 g) (Fig. 6) (Fragío *et al.*, 2009).



**Figura 5.** Extracción sanguínea en Vena Yugular en donante canino (Fragío *et al.*, 2009).



**Figura 6.** Agitador- balanza automática para las bolsas de sangre para la extracción (Fragío *et al.*, 2009).

## ***b2) Extracción en gatos***

Aunque se pueden adquirir, a partir de EEUU, bolsas y sistemas de extracción específicos para gatos que hacen posible obtener volúmenes sanguíneos pequeños en sistemas cerrados, su uso en nuestro país es poco común. En su defecto, lo más práctico es extraer la sangre de la vena yugular con una alita acoplada a jeringas de 20 ml que previamente se han llenado con CPDA-1 (a razón de 1 ml por cada 9 ml de sangre) obtenido a partir de una bolsa comercial humana. También se puede utilizar como anticoagulante citrato 3,8% en la misma proporción, o bien heparina sódica a razón de 5-10 UI/ml de sangre (La proporción de heparina sódica es 625 unidades cada 50 ml de sangre) (Fragío *et al.*, 2009; Montoro, 2009).

La utilización de jeringas es práctica cuando se necesitan pequeños volúmenes de sangre fresca en caso de un cachorro o un adulto de pequeño tamaño y es práctica común en los felinos. Se utilizan jeringas de 60 ml (también de 30 ml en número de 2) con una aguja 25/8 o tipo *butterfly* (14-20 G). Se carga previamente con heparina o solución conservadora y no podrá ser almacenada en el primer caso, ya que tiene sólo efecto anticoagulante (Montoro, 2009).

La sangre recogida en las jeringas se introduce en la bolsa previamente vaciada del resto de anticoagulante, a partir de la cual se transfundirá. La sangre recogida de este modo no se debe almacenar más de 24 horas por riesgo de crecimiento bacteriano, ya que se trata de un sistema abierto (o 12 horas en caso de utilizar citrato sódico o heparina como anticoagulante) (Fragío *et al.*, 2009).

En perros se pueden extraer hasta 20 ml/kg de sangre cada 4 semanas y no es necesario reponer con fluidos el volumen extraído. En gatos se pueden extraer 10 ml/kg cada 4 semanas, o hasta 60 ml/gato si es una donación esporádica, y en este caso es conveniente reponer el volumen extraído con un cristaloiide isotónico. Una vez finalizada la extracción hay que sellar herméticamente la bolsa (por calor o realizando algunos nudos bien apretados), procediéndose a continuación a su centrifugación si se va a separar en distintos componentes (plasma, etc.) (Fragío *et al.*, 2009).



**Figura 7.** Extracción de sangre por venipunción en gato (Fragío *et al.*, 2009).

### **2.5.8 Procedimientos para la ejecución de una transfusión sanguínea en la práctica**

Antes de empezar el proceso de la transfusión es importante revisar la identificación de la bolsa para asegurarse de utilizar el hemoderivado correcto, de la especie adecuada y del tipo de sangre adecuado. Las razones más comunes de reacciones hemolíticas agudas por transfusión en humanos son errores administrativos del Banco de sangre pues puede proporcionar una unidad de sangre equivocada o se administra una unidad de sangre a un paciente que no tenía indicada la transfusión) (Szama, 1990). Se debe revisar que el producto contenido en la bolsa tenga un color y una consistencia adecuada. La contaminación bacteriana a menudo cambia el color de la sangre a color pardo por la formación de metahemoglobina, desoxigenación y hemólisis (Hohenhaus *et al.*, 1997).

Se necesita calentar la sangre sólo si se administran grandes volúmenes o si el receptor es un recién nacido. Para animales adultos que reciben una unidad de sangre, ésta puede administrarse directamente del refrigerador. (Villacrés, 2008). Se debe de colocar un termómetro visible para monitorear la temperatura y para que no se exceda en el proceso del calentamiento. Los productos que están en refrigeración o congelamiento se colocan a temperatura ambiente durante 30-60 minutos antes de iniciar la transfusión. Los productos de plasma congelado se deben de descongelar en baños María a 37-38°C durante 30 minutos antes de realizar la transfusión. No se deben de usar temperaturas mayores porque se pueden desnaturalizar las proteínas. Tampoco se debe descongelar en la refrigeradora porque se pueden crear crioprecipitados. Las unidades de crioprecipitado también se descongelan añadiendo 10 ml de solución salina a 37°C por unidad y mover la bolsa por 3 minutos (Clínica Veterinaria Machado,

2012). Se puede utilizar el microondas aunque no se lo recomienda pues no calienta el producto de manera homogénea por lo que puede alterarlo (Hurst *et al.*, 1987).

Después de que los hemoderivados alcanzan esta temperatura, se deterioran con rapidez, por lo que deben ser utilizados de manera inmediata o de lo contrario se desperdiciarán. En caso de que la sangre deba administrarse con lentitud en un paciente, la unidad de sangre puede dividirse en dos porciones para refrigerar la una hasta que sea necesaria. Así se evita la contaminación bacteriana. Si se calienta de manera excesiva, las proteínas y los factores de la coagulación pueden resultar alterados mientras que la capacidad de transporte de oxígeno por parte de los eritrocitos disminuye. Cuando se necesita una transfusión inmediata, se puede administrar sangre refrigerada sin entibiarla previamente (Villacrés, 2008). Se debe evitar la contaminación de los puertos de infusión de las bolsas. Los pacientes pueden recibir difenhidramina (0.5 mg/kg i.m, s.c) de manera profiláctica al momento de la transfusión para disminuir los riesgos de reacción a la misma (Villacrés, 2008).

Si el producto a transfundir son glóbulos rojos empacados (los cuales contienen un Hto. de 70-80% aproximadamente) y el producto está muy viscoso para realizar la transfusión, se puede añadir unos 100 ml de NaCl a 37<sup>0</sup>C y homogenizarlo (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

Luego se inicia la transfusión y se lleva la sangre o sus productos a una temperatura corporal, para esto se debe pasar el venoclisís por un recipiente con agua caliente o se crea un sándwich entre dos bolsas a una temperatura de 37-38<sup>0</sup> C. También se puede sumergir la bolsa de sangre en un recipiente con agua con la temperatura indicada anteriormente, sin embargo, este último método es más riesgoso para que se produzca una contaminación bacteriana, por esto, es recomendable colocar los productos de sangre en una bolsa sellada tipo “ziplock” para mantener los puertos de la bolsa de transfusión libres de cualquier posible contaminación del baño con agua. Si no se utilizan estas bolsas se debe dejar por fuera los puertos. Hay que recordar que los productos de sangre son un medio rico para el sobrecrecimiento bacteriano, por lo que el proceso de descongelado o calentamiento y la transfusión deben de ser lo más rápido posible. La sangre entera que ha estado almacenada se debe de mover mediante una inversión gentil unas 60 veces antes de la transfusión (Clínica Veterinaria Machado, 2012).





**Figura 8.** Calentando una unidad de sangre: los puertos deben mantenerse libres de contaminación bacteriana. Esto se logra mejor con una bolsa de plástico con cerradura de zipper o manteniendo los puertos fuera del borde de la superficie del agua (Feldman and Sink, 2008).

**a) Vía de administración**

Se debe de colocar un catéter IV del mayor tamaño posible para que no haya coágulos que disminuyan o detengan la transfusión. Si no se logra obtener una vena para el procedimiento, la otra vía de elección es la intraósea (Clínica Veterinaria Machado, 2012). Todos los productos sanguíneos deben administrarse mediante equipos de infusión con filtro. Los sistemas comerciales suelen tener un filtro de 170 micras, suficiente para impedir el paso de pequeños coágulos o agregados celulares. También se puede administrar la sangre con una jeringa si ésta se acopla a un filtro de neonatos específico (diámetro 40-80 micras). La transfusión se puede administrar en cualquier vena accesible (normalmente yugular o cefálica) (Figs.8 y 9). En neonatos o animales en los que no se pueda conseguir un acceso a una vena, se pueden administrar por vía intraósea y en último caso intraperitoneal (esta última es poco recomendable, ya que la absorción es muy lenta) (Fragío et al., 2009).

No se deben de utilizar por más de 4 horas ya que puede haber proliferación bacteriana. No se deben administrar otros medicamentos por la misma vía, ni otro tipo de fluido. Las transfusiones sanguíneas son compatibles sólo con el cloruro de sodio al 0.9%. El lactato Ringer contiene mucho calcio y puede quelar agentes contenidos en los preservantes anticoagulantes por lo que se pueden formar coágulos. La dextrosa en agua al 5% causa que se agrupen las células en el venoclisis haciendo que las células se hinchen y se hemolice (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

La vía intraósea puede utilizarse para la administración de sangre y plasma (Otto *et al.*, 1989). Ésta vía es de especial utilidad para animales con colapso vascular, cachorros y razas miniatura. Los principales sitios de colocación del catéter intraóseo son la fosa intertrocanterica del fémur, la porción media de la tibia y la cresta iliaca (DiBartola, 2002).

#### **b) Velocidad de transfusión**

Se puede calcular con fórmulas específicas para cada producto sanguíneo y dependiendo de los objetivos que se quieran alcanzar. O bien a una velocidad de 5-10 ml/kg/hr, iniciando con 0.25 ml/kg/hr. los primeros 15-30 minutos para detectar temprano reacciones adversas, como medida de precaución. Se debe de disminuir la dosis de la transfusión si existe riesgo de sobrecarga de volumen. La transfusión se realiza en 4 horas para minimizar el riesgo de proliferación bacteriana. Si durante la transfusión sanguínea se observa algún síntoma como vómito, diarrea, dificultad respiratoria, taquicardia, hipotensión, urticaria, entre otros; se debe detener la transfusión y hacer una evaluación exhaustiva del paciente (ver reacciones adversas en transfusión sanguínea) (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

Se debe considerar el diámetro del catéter a utilizar durante la transfusión, pues de éste dependerá velocidad del flujo sanguíneo. El uso de catéteres pequeños disminuye la velocidad de flujo de la sangre más no se lo asocia con un incremento en la hemólisis eritrocitaria durante la transfusión (Walker, 1993). También se debe utilizar equipo especial como filtros que eviten el paso de coágulos de sangre que podrían ocasionar embolia. Los de mayor uso en medicina veterinaria son el de 170 µm y el filtro de 18µm para transfundir volúmenes menores. El equipo que se utiliza para la administración de sangre no elimina las burbujas almacenadas por lo que el riesgo de embolia gaseosa se incrementa cuando la sangre se recolecta en botellas de vidrio (DiBartola, 2002).

La velocidad de administración debe vigilarse con cuidado ya que la sangre fluye con rapidez a través del catéter intraóseo. El plasma puede administrarse intraperitonealmente en condiciones de urgencia. En este caso los eritrocitos se absorberán de forma lenta e inadecuada por lo que no se lo recomienda para las transfusiones de paquete globular (DiBartola, 2002). La velocidad de transfusión depende del estado del paciente. Si un paciente presenta hipovolemia ocasionada por un sangrado masivo, los hemoderivados se transfunden tan rápido como sea posible (DiBartola, 2002). En pacientes con enfermedad cardiaca, la velocidad con la que se transfunden los hemoderivados no debe sobrepasar los 4ml/kg/hora (Green, 1982). En pacientes estables, normovolémicos, se recomienda manejar la transfusión a una velocidad de 0.25 a 0.5 ml/kg durante 30 minutos (Turnwald y Pichler, 1985). Si no se observa reacción alguna, se puede incrementar la velocidad a 0.5 ml/kg para sangre entera o paquete eritrocitario y de 2 a 6 ml/kg para productos en plasma (Killingworth, 1984). Se puede controlar la velocidad de la transfusión con el uso de bombas de infusión, sin embargo, algunas pueden ocasionar

hemólisis por presión excesiva (Villacrés, 2008). Los cristaloides hipotónicos como la solución de dextrosa en agua al 5%, pueden causar hemólisis. Se pueden administrar diuréticos antes de la transfusión en animales cardiopatas para evitar una sobrecarga de volumen (DiBartola, 2002).

La administración de sangre debe completarse en un máximo de 4 horas para evitar la contaminación bacteriana (Villacrés, 2008). Se pueden utilizar bombas de infusión si se conoce que éstas no alteraran la morfología de los glóbulos rojos. No se recomienda adicionar ningún tipo de medicación en las bolsas de hemoderivados con excepción de la solución salina al 0.9% para diluciones (Walker, 1993).

### c) **Leucorreducción en sangre para transfusión de eritrocitos**

Para minimizar o prevenir las reacciones adversas señaladas previamente está indicado someter a la unidad de sangre a un procedimiento de leucorreducción antes de ser transfundida al receptor (Lombana *et al.*, 2002; Dzik, 2002). La leucorreducción se refiere al proceso mediante el cual se obtiene un hemoproducto con un número reducido de leucocitos, entendiendo como tal en medicina humana productos con concentraciones residuales de leucocitos menores de  $5 \times 10^6$  por unidad de hemoproducto (Dzik 2002). Para lograr estas cifras se requiere de métodos de leucorreducción que permitan obtener un producto con menos de un 20% de los leucocitos originales y que no afecte la viabilidad de las células rojas (Brownlee *et al.*, 2000).

Existen diversas técnicas que se utilizan para leucorreducir la sangre, entre ellas la sedimentación, el lavado de eritrocitos y la centrifugación. En la actualidad la técnica más utilizada es la filtración pero este proceso no remueve las citoquinas y fragmentos de células blancas liberadas durante el tiempo de almacenamiento del componente leucorreducido (Benavides, 2000; Bravo, 2002).

En oposición a esto, los componentes fraccionados por centrifugación son leucorreducidos en un 80 a 90%, siendo éste el método que proporciona el menor número de leucocitos contaminantes en sangre almacenada (Benavides, 2000).

La obtención de unidades CE (concentrado de eritrocitos) leucorreducidas permite transfundir eritrocitos como un hemoproducto sin reacciones febriles no hemolíticas en el receptor. Además, puede evitar que se manifiesten otros tipos de reacciones adversas a los leucocitos del donante (Benavides 2000, Bravo 2002).

La tecnología del sistema Top and Bottom de Optisystem® descrita por Hogman *et al.* en 1988 se basa en la centrifugación, mediante la cual se logra reducir sobre un 80% de leucocitos totales. El

método consiste en centrifugar la unidad de sangre recolectada del donante para dividirla en tres capas; plasma, costra flogística y eritrocitos. Posterior a esto se separan mediante presión las tres capas anteriormente descritas, depositando el plasma en una bolsa, los eritrocitos en otra que contiene Adsol como líquido diluyente (anticoagulante y nutriente), mientras que la costra flogística permanece dentro de la bolsa original. Este procedimiento se hace posible mediante un sensor óptico que detecta el movimiento de la costra flogística a medida que la unidad de sangre entera se vacía, regulando el paso del plasma y de los eritrocitos a sus respectivas bolsas (Benavides, 2000).

En medicina veterinaria existen escasos antecedentes sobre el empleo de la leucorreducción. En un estudio realizado en la Universidad de Washington (Brownlee *et al.*, 2000) obtuvieron una reducción en el número de leucocitos de 88,9% cuando la unidad de sangre canina fue leucorreducida con un sistema de filtración durante los 30 minutos posteriores a su recolección. En Chile, se evaluó la eficiencia del sistema en caninos y equinos. El concentrado de eritrocitos obtenido al final del proceso de leucorreducción tuvo un hematocrito promedio de 57% en ambas especies, manteniendo los eritrocitos sus características. El proceso de leucorreducción logró disminuir el número de leucocitos en la unidad de CE en un 95,5% y 93,7%, quedando solo una media de 790 y 450 leucocitos/ $\mu$ l en la sangre de los caninos y equinos respectivamente. Estos resultados muestran que el sistema Top and Bottom es eficiente para obtener unidades de eritrocitos leucorreducidos para ser empleados en transfusiones en caninos y equinos (Aguilar *et al.*, 2008).

El empleo de estas técnicas para la transfusión de hemoproductos en medicina veterinaria permitiría reducir la presentación de reacciones transfusionales adversas y optimizar el uso de la sangre.

#### **d) Cuidados de seguimiento**

Para detectar de manera oportuna alguna reacción a la transfusión, se recomienda monitorear de manera constante al receptor. Se deben valorar cada 10 minutos la temperatura rectal y las frecuencias respiratorias y cardíacas, durante la primera media hora de transfusión después cada media hora. Se debe vigilar al paciente en búsqueda de vómito, diarrea, urticaria, hemoglobinuria o hemoglobinemia. En los pacientes que reciben altos volúmenes de sangre almacenada (más o igual a 1 U de sangre en 24 h) se debe conocer con frecuencia las concentraciones de calcio y potasio para control de hipercaliemia o hipocalcemia (DiBartola, 2002).

En una transfusión de glóbulos rojos, el recuento éstos se supervisan durante y después de la transfusión para determinar si su nivel aumenta adecuadamente. Este recuento se puede monitorear por semanas o meses si la condición es crónica. Los glóbulos rojos transferidos tienen una vida útil menor que los glóbulos rojos propios del paciente. Si el recuento de glóbulos rojos está aún bajo los niveles

aceptables, se pueden necesitar transfusiones frecuentes. Al realizar transfusiones de plasma, se recomienda efectuar varias pruebas de laboratorio para supervisar la reacción a la transfusión y evaluar el estado de la enfermedad subyacente (Lively, 2011).

## **2.6 REACCIONES POST-TRANSFUSIONALES**

El uso de sangre y hemoderivados puede conllevar ciertos riesgos y provocar reacciones adversas. No olvidemos que la sangre es un tejido más del organismo y su administración a un paciente puede provocar reacciones de rechazo. La optimización de estos productos separándolos en diferentes fracciones, así como el uso de pruebas de determinación de grupos sanguíneos y pruebas de compatibilidad cruzada, han disminuido la aparición de reacciones adversas (Hospital Veterinari Montjuïc, 2012).

Cuando hay reacciones adversas o se sospechan, lo primero que hay que hacer es detener la transfusión; en segundo lugar comprobar que todos los datos de la bolsa de sangre del donante concuerdan con las demandas; en tercer lugar, tener en cuenta que hoy por hoy en nuestros centros es difícil una confusión que conlleve equivocarse de bolsa de sangre o de especie, pero a medida que nuestros centros vayan creciendo estos factores se darán con mayor frecuencia. De hecho, en los hospitales de humana este tipo de factores son los más frecuentes en la escala de reacciones adversas y, por último, asegurarnos que la sangre a transfundir no presenta ninguna anomalía visible (Pulido y Sunyer, 2003).

El uso de componentes sanguíneos con alto contenido de leucocitos tiene un importante rol en las reacciones postransfusionales (Benavides, 2000). La reacción inmediata febril, no hemolítica, se produce por la interacción de los leucocitos y citoquinas del producto transfundido con los anticuerpos del receptor (Zamudio, 2003). Las reacciones tardías de aloinmunización y refractariedad plaquetaria se presentan como resultado de respuestas inmunológicas a leucocitos de transfusiones previas. Además, se ha planteado que los leucocitos transfundidos favorecen la inmunomodulación en el receptor con la recurrencia de cáncer, metástasis y crecimiento tumoral e infecciones postoperatorias. En animales normovolémicos y anémicos existe la alternativa de transfundir sólo eritrocitos en vez de sangre total, exponiendo al receptor a una menor cantidad de proteínas extrañas (Sellon, 2000). Además, la administración de sangre total puede predisponerlo a una sobrecarga de fluido, mientras que la administración individual del componente deficiente es más apropiada (Collatos, 2003).

Siempre que se realiza una transfusión de sangre hay que tener al paciente bajo control durante unos días por si aparecen reacciones secundarias a dicha transfusión. Como hemos visto anteriormente,

es conveniente realizar la transfusión sanguínea con todas las garantías posibles, controlando el tipo de donante, la sangre usada, la forma de administración, tipo de transfusor usado, etc., sin embargo, aunque así sea, es posible que puedan ocurrir reacciones.

Estas reacciones adversas se clasifican en 2 grupos: reacciones inmunológicas y las no inmunológicas (Labao, 2013 b).

**Tabla 6.** Reacciones Transfusionales (Pulido y Sunyer, 2003).

<b>Inmunológica aguda</b>	Reacción hemolítica aguda
	Reacción febril no hemolítica
	Urticaria
<b>No inmunológica aguda</b>	Hipocalcemia
	Embolismo
	Shock endotóxico
	Hiperkalemia
	Sobrecarga circulatoria
	Contaminación bacteriana de la sangre
<b>Inmunológica tardía</b>	Hemolítica tardía
	Púrpura post transfusional
<b>No inmunológica tardía</b>	Transmisión de enfermedad infecciosa (FeLV, FIV, PIF)
	Babesia, Hemobartonella,

## **2.6.2 Reacciones inmunológicas agudas**

### **a) Hemólisis aguda**

Es la reacción inmunológica aguda más frecuente. Ocurre por anticuerpos dirigidos hacia antígenos eritrocitarios. Estos anticuerpos pueden estar presentes en el plasma del donador o del receptor. La severidad y el tiempo que tarda en presentarse la reacción, depende del tipo de anticuerpo involucrado, la temperatura a la que estos anticuerpos se unen al antígeno en la superficie celular y al grado de fijación del complemento. La reacción resultante es una hemólisis rápida, típica, irreversible e incluso fatal en algunos casos. La hemólisis intravascular conlleva a la formación de fibrina, circulación de micro trombos, consumo plaquetario y una posible coagulación intravascular diseminada (CID). Sustancias vasoactivas liberadas causan vasodilatación causando hipotensión. Los signos clínicos pueden incluir taquicardia, calidad pobre del pulso, pirexia, taquipnea, vómito y muerte. A diferencia del hombre, no se ha reportado la ocurrencia de falla renal aguda en perros y gatos que atraviesan por una reacción hemolítica aguda a la transfusión (Villacrés, 2008).

Un ejemplo de una reacción hemolítica aguda ocurre cuando un gato tipo B recibe eritrocitos tipo A. En el caso de los perros ya que la ocurrencia de anticuerpos naturales para los antígenos eritrocitarios 1.1 y 1.2 es rara, es poco probable que un perro presente una reacción hemolítica aguda en una transfusión inicial, a pesar de eso si se han reportado dichas reacciones. Perros que reciben transfusiones múltiples con más de 3 días entre transfusión deben ser sometidos a pruebas de reacción cruzada para disminuirla probabilidad de reacción hemolítica aguda a la transfusión. La mayoría de pacientes que desarrollan reacción hemolítica aguda presentan fiebre, agitación, ptialismo, incontinencia y vómito. Algunos desarrollan shock y mueren rápidamente. Pueden administrarse glucocorticoides de acción corta en casos de reacción hemolítica aguda a la transfusión. Normalmente se necesita administrar fluidos cristaloides para mantener la presión sanguínea (Villacrés, 2008).

### **b) Reacción febril aguda no hemolítica**

Resulta de una reacción inmunomediada contra los leucocitos del donador o sus plaquetas. Clínicamente se define como un incremento en la temperatura corporal de por lo menos 1°C sin otra causa determinada para la fiebre. Esta reacción aguda puede ocurrir durante los primeros 30 minutos y continuar hasta 24 horas más tarde (Stokes, 2004). Pueden ocurrir vómito y taquipnea. Se puede interrumpir la transfusión aunque en algunos casos se puede continuar con la misma a menor velocidad si no se observan signos de hemólisis aguda o sepsis. Se pueden administrar antipiréticos para brindar comodidad al paciente. Reacciones agudas de hipersensibilidad que son anafilácticas involucran una respuesta inmune de anticuerpos del receptor contra la inmunoglobulina A del donador y en los casos alérgicos, contra la inmunoglobulina E, causando urticaria y prurito. Este tipo de reacción a la transfusión

ocurre con mayor frecuencia cuando se transfunde productos plasmáticos, ya que contienen albúmina, inmunoglobulinas y otros aloantígenos. Las reacciones se presentan por lo general durante la primera hora de transfusión. El tratamiento incluye el discontinuar la transfusión y la administración de glucocorticoides y antihistamínicos (Villacrés, 2008).

### **2.6.2 Reacciones inmunológicas tardías**

Ocurren tras una semana o más de la transfusión y puede ocurrir a pesar de que la sangre utilizada haya sido compatible (por compatibilidad cruzada). Las reacciones incluyen hemólisis tardía y púrpura pos transfusión.

#### **a) Reacción hemolítica tardía**

Ocurre en donadores que han sido previamente sensibilizados por antígenos eritrocitarios vía transfusión o por preñez. Incluso cuando se transfunde sangre “compatible”, el receptor puede desarrollar anticuerpos para alguno de los muchos antígenos eritrocitarios de los eritrocitos transfundidos. Cuando esto ocurre, resulta en una hemólisis tardía que se presenta alrededor de 7 a 10 días post transfusión. Este tipo de reacción no ha sido reportada en perros y gatos pero lo más seguro es que sí ocurra. En el hombre, la fiebre es el signo más común aunque puede aparecer ictericia 4 – 7 días después de la transfusión (Villacrés, 2008).

#### **b) Púrpura post-transfusión**

Se ha reportado en el perro. Es causado por anticuerpos contra las plaquetas el receptor tras transfusiones previas, resultando en trombocitopenia y la aparición de petequias. Esta reacción ocurre por lo general cerca de los 7 días post-transfusión y puede persistir durante 2 meses pero normalmente es autolimitante (Stokes, 2004).

### **2.6.3 Reacciones no inmunológicas**

Comprenden hemólisis, sobrecarga circulatoria por sobrecarga del volumen vascular, sepsis por contaminación del producto sanguíneo, hipocalcemia por citrato, hiperamonemia, coagulopatía dilucional e infecciones iatrogénicas por administrar sangre de donantes infectados.

Los animales cardiopatas y con anemias normovolémicos, son susceptibles de padecer sobrecarga vascular en una transfusión. Los signos clínicos consisten en taquipnea, tos, mucosas congestivas y distensión de las venas yugulares. En estos pacientes debe realizarse la transfusión a velocidades



inferiores a lo normal y en caso de detectar estos signos, suspender la transfusión y administrar furosemida y oxigenoterapia. Los gatos son más susceptibles que los perros a sufrir sobrecarga vascular. También pueden producirse hipocalcemia por un exceso de anticoagulante en el producto sanguíneo. Los signos clínicos que observaremos son los típicos de hipocalcemia (temblores y arritmias). El tratamiento consiste en la administración de gluconato de calcio intravenoso lento, monitorizando al paciente con un electrocardiograma continuo. Los pacientes con insuficiencia hepática son más susceptibles de padecer este problema.

En ocasiones, podemos encontrar reacciones febriles y vómitos después de una transfusión, reacciones con poca relevancia clínica. (Hospital Veterinario Montjuic, 2012)

#### **a) Reacciones no inmunológicas agudas**

Por lo general ocurre por un daño a los eritrocitos previo a la transfusión, durante un almacenamiento o una administración inadecuada, o por la contaminación del producto sanguíneo por un agente infeccioso.

##### **a1) Hipotermia**

Por el uso del hemocomponente frío o demasiado rápido. Esto conlleva al deterioro del metabolismo del Citrato (anticoagulante de bolsas de transfusión), lo que da una menor oferta de oxígeno y genera disfunción plaquetaria (Labao, 2013 b).

##### **a2) Contaminación por un agente infeccioso**

Puede ocurrir la contaminación cuando la sangre del donante no ha sido testado para las distintas infecciones hemáticas (Labao, 2013 b). . Varios organismos Gram- utilizan el citrato como fuente de carbono. Productos contaminados pueden generar un shock séptico en el receptor. Cualquier producto sanguíneo con coloración alterada debe ser cultivado u descartado. Cualquier receptor que presente signos clínicos de shock séptico debe tomarse una muestra de sangre para cultivo u se debe realizar una tinción Gram, al igual que para los productos sanguíneos de donador. La sangre contaminada por bacterias normalmente es marrón debida a la formación de metahemoglobina, de oxigenación y hemólisis (Stokes, 2004).

*Ehrlichia sp*, *Babesia canis*, *Bartonella henselae*, *Mycoplasma canis* (previamente *Hemobartonella*), y *Leishmania sp*. se han transmitido por medio de transfusiones sanguíneas (DiBartola, 2002). Nunca debe colectarse sangre de los donadores si éstos se encuentran o reciente mente estuvieron enfermos incluyendo vómitos, diarrea y fiebre (Villacrés, 2008).

Se realizaría tratamiento con expansores del plasma, incrementaríamos la presión sanguínea y antibioterapia (Pulido y Sunyer, 2003).

### **a3) Sobrecarga Circulatoria**

Se debe a una transfusión demasiado rápida (aún pequeñas cantidades) o la administración de una cantidad excesiva de sangre (aún si se administra lentamente) (Feldman and Sink, 2008).

Puede ocurrir cuando se administran transfusiones excesivas o en pacientes con enfermedad cardíaca o insuficiencia renal. (Stokes, 2004). Pueden presentarse signos visibles como disnea, estertores, cianosis, tos seca, venas del cuello distendidas (si son visibles, pueden palparse). Para ello se debe ser precavido y se debe transfundir la sangre lentamente. Prevenir la sobrecarga utilizando eritrocitos o administrando cantidades divididas de sangre. Utilizar una bomba de infusión para regular y mantener la velocidad del flujo. Si aparecen signos de sobrecarga, detener la transfusión inmediatamente. Se recomienda una velocidad de transfusión de 1ml/kg/h para este tipo de pacientes (Stokes, 2004).

### **a4) Microembolia Pulmonar**

Puede ocurrir debido a la presencia de aire o microtrombos leucocitarios, plaquetarios o microagregados de fibrina en sangre almacenada. Esto puede llevar a una obstrucción súbita de vasos pulmonares, a una mala ventilación – perfusión, hipotensión y muerte debida a falla respiratoria (Villacrés, 2008).

### **a5) Anormalidades metabólicas**

- **Intoxicación por Citrato.** Ocurre en transfusiones masivas ante insuficiencia hepática o cuando no se colecta una unidad completa de sangre (450ml) y se transfunde dicha unidad. El citrato en el anticoagulante puede disminuir el calcio circulante en sangre causando hipocalcemia ionizada y problemas como temores musculares, tetania, disfunción cardíaca y paro cardíaco. Ante estos signos se debe suspender la transfusión, se puede iniciar nuevamente administrando el producto más lentamente y si ocurre algún signo, se puede administrar gluconato de calcio (Villacrés, 2008).

- **Hipocalcemia.** La hipocalcemia suele darse por toxicidad del citrato (bolsas que no se llenan correctamente con la cantidad adecuada de sangre), dando temores e inquietud, y en casos graves, arritmias cardíacas (Labao, 2013 b).

- **Hiperkalemia..** Ocurre ante la lisis eritrocitaria en la que se libera potasio. Los eritrocitos van muriendo a medida que van envejeciendo, pues el nivel de ATP intraeritrocitario va disminuyendo con el paso del tiempo (Villacrés, 2008). En el caso de presentar una hiperkalemia el tratamiento de elección es el que está estandarizado para este problema: gluconato cálcico inicialmente para proteger el músculo cardíaco, suero fisiológico e insulina y solución de dextrosa al 50% si se cree necesario. En la hipocalcemia administrar oxígeno, gluconato cálcico, diuréticos y vasodilatadores (Pulido y Sunyer, 2003).

#### **a6) Daños físicos al eritrocito**

Pueden ocurrir ante temperaturas extremas durante el almacenaje, el calentamiento o por el uso de bombas de infusión inapropiadas que provocan la lisis eritrocitaria y signos de hemoglobinemia hemoglobinuria, etc. (Villacrés, 2008).

#### **b) Reacciones no inmunológicas tardías**

No se han registrado con mucha frecuencia en la práctica de pequeñas especies. En el hombre, la transfusión de ciertas infecciones (virus de la inmunodeficiencia humana, virus de la hepatitis, etc.) se han reportado como “reacciones” tardías a la transfusión. Una reacción equivalente en el gato sería la infección por FIV (virus de la inmunodeficiencia felina) o FeLV, (virus de leucemia felina) que podría afectar al receptor de forma tardía (Stokes, 2004).

**Tabla 7.** Fármacos aplicables a reacciones transfusionales.

<b>Glucocorticoides de acción corta</b>	Succinato de metilprednisolona: 30mg/kg una vez. Dexametasona: 4-6 mg/kg una vez
<b>Difenhidramina</b>	2 mg/ kg tanto como se necesite
<b>Insulina regular</b>	0,5 UI/kg con 50% de dextrosa a 2gr por unidad de insulina tanto como necesite
<b>Gluconato cálcico (Solución al 10%)</b>	50-150 mg/kg/IV en 20-30 min. Parar si hay bradicardia. Hasta normalizar Ca.
<b>Cloruro cálcico (Solución al 10%)</b>	50-150 mg/kg/IV en 20-30 min. Parar si hay bradicardia. Hasta normalizar Ca.
<b>Nitroglicerina gel 2%</b>	1,25- 2,5 cm en piel. Observar PA
<b>Aspirina</b>	10 mg/kg una vez.

(Pulido y Sunyer, 2003).

#### **2.6.4 Detección de una reacción por transfusión**

Una reacción por transfusión hemolítica intravascular aguda puede suceder en gatos tipo B que reciben sangre tipo A. En perros hay una reacción severa de manera más común en aquellos sensibilizados con anterioridad a la sangre DEA 1.1, pero también se ha informado en perros sensibilizados en contra de DEA 4, Dal o algún tipo no identificado (no DEA 1.1, 1.2, 3, 4, 5, 7). Los signos relacionados con reacciones hemolíticas por transfusión empiezan de manera típica de inmediato luego de iniciar la transfusión y pueden incluir fiebre, frecuencia cardiaca alterada, hipotensión, disnea, pérdida de control de la vejiga y del intestino, vómito, hemoglobinemia y hemoglobinuria. Dado que las células transfundidas pasan por hemólisis, no es posible que el hematocrito se eleve. Las secuelas pueden incluir coagulación vascular diseminada, insuficiencia renal, choque y muerte. La intensidad de las reacciones se relaciona con los títulos de anticuerpos y la cantidad de sangre transfundida. Si cualquier signo más allá de la fiebre se observa, la transfusión debe detenerse e iniciarse el tratamiento apropiado. La vida media de la sangre tipo compatible administrada a perros y gatos es de casi 3 a 4 semanas, y de 3 a 5 semanas, respectivamente (Vap, 2011).

Las reacciones por transfusión tardías son más insidiosas que las reacciones agudas y pueden pasarse por alto atribuirse a otros eventos tales como la alergia relacionada con antibióticos. En estos casos, el paquete celular puede elevarse según se espera y luego caer en el curso de varios días a semanas. Puesto que la hemólisis es extravascular puede observarse ictericia e hiperbilirrubinemia (Vap, 2011).

Una transfusión de tipo B a un gato tipo A por primera ocasión, puede resultar en una reacción hemolítica tardía. Las reacciones tardías también pueden suceder en receptores caninos por primera ocasión de DEA 1.1 o DEA 7 que son negativos a estos antígenos, así como en perros previamente sensibilizados contra antígenos más débiles. Los donadores considerados DEA 1 negativos pueden ser en realidad tipo DEA 1.2 si alguien confía por entero en los resultados de los equipos de tipificación en consultorio. De manera ideal, los donadores permanentes deberán recibir una detección completa de tipificación de anticuerpos de ser posible. Los equipos de tipificación para DEA 1.1 en la clínica deberán reservarse para seleccionar donadores potenciales y tipificar receptores que requieren tratamiento de transfusión inmediata. Un perro que reciba sangre tipificada como DEA 1.1 todavía puede ser no compatible para cualquiera de los otros antígenos. Los donadores universales deberán ser positivos tan sólo a DEA 4, ya que es un antígeno común e inducirá sensibilización solamente en aquellos perros pocos usuales que carecen de él. Sin embargo, es importante recordar que solo se conoce que los donadores de sangre universales que son negativos para DEA 1.1, 1.2, 3, 5, y 7. los antígenos elusivos de DEA 6 y 8, así como otros antígenos para los cuales no existe suero para tipificarlos, pueden encontrarse en eritrocitos de donadores universales y pueden sensibilizar a receptores negativos para uno o más de estos antígenos. El antígeno Dal también necesita mantenerse en consideración cuando se hagan transfusiones en dálmatas (Vap, 2011).

### **III. BANCO DE SANGRE**

#### **3.1 BANCOS DE SANGRE ANIMAL**

Tal como en la práctica humana, los bancos de sangre animal tienen por cometido la preparación eficiente y oportuna de componentes sanguíneos inocuos. Sus funciones son la captación, selección, retención y el registro de los donantes; la extracción de la sangre, su separación en componentes, su análisis inmunohematológico y serológico, su almacenamiento y su distribución hacia profesionales de la salud animal cuando éste lo requiera (Sálico de Sosa, 2004).

Por lo tanto las funciones y a la vez las ventajas que los Bancos de Sangre ofrecen son el contar con un grupo de donadores selectos de características morfológicas, etológicas y fisiológicas determinadas que permitirán la extracción de una sangre sana y segura. Para esto, se han de realizar una serie de exámenes que comprueben que el animal se encuentra libre de cualquier enfermedad infecciosa. Los bancos se encargan de mantener la disponibilidad de éstos productos mediante el adecuado almacenaje de los mismos (Villacrés, 2008).

Así los propósitos de un banco de sangre pueden resumirse en:

1. Ofrecer sangre de alta seguridad y propia de la especie.
2. Mantener donadores seleccionados en ambientes controlados.
3. Satisfacer las necesidades de sangre de las clínicas de pequeñas especies.
4. Disminuir el tiempo invertido entre colecta, tipificación y compatibilidad sanguínea al ofrecer sangre tipificada.
5. Promover el conocimiento y uso de las transfusiones sanguíneas.
6. Aumentar la sobrevida de pacientes bajo condición crítica (Villacrés, 2008).

En el caso de que el banco de sangre cuente con los distintos hemoderivados, habrá ventajas adicionales como:

1. Aprovechar más eficazmente la unidad de sangre.
2. Instaurar tratamientos específicos ante deficiencias específicas.
3. Disminuir las reacciones a la transfusión.
4. Disminuir la sobrecarga circulatoria, especialmente en pacientes con cardiopatía (Villacrés, 2008).

### **3.1.1 Bancos de sangre comerciales**

Desde 1988 que se inauguró en Estados Unidos (Carolina del Norte) el primer Banco de Sangre privado en Veterinaria, poco a poco se van creando bancos de sangre por todo el mundo. Los Bancos de Sangre son una especialización que desde hace poco se está desarrollando en Medicina Veterinaria. La función que desarrollan es lo que se denomina a ciclo completo ya que se realiza la extracción, procesado, almacenamiento y entrega de los componentes sanguíneos (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

Para el Clínico Veterinario gracias a estos bancos puede acceder a un producto más específico que por él mismo no podría conseguir para su paciente, sin ninguna necesidad de invertir en infraestructuras y que los productos no caduquen ya que solo compra lo necesario. Los problemas que se le presentan al Clínico serían los costos que tienen los componentes sanguíneos y su tiempo de entrega al no almacenar estos en la clínica o no existir en la zona donde se desarrolla la actividad un banco de sangre Veterinario, dependiendo así de compañías de transporte que encarecen el producto y pueden o no servir el producto a tiempo, perderlo o estropearlo (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

Un banco de sangre comercial representa la fuente más apropiada y segura de sangre para los médicos veterinarios. En el Perú, como en muchos otros países, no se cuenta con este tipo de instituciones. La mayoría de los médicos veterinarios dedicados a las pequeñas especies mantienen un donante dentro de las instalaciones de su clínica o se lo piden a un empleado (Howard *et al.*, 1992). El conseguir un donante de un amigo, un cliente o un empleado es sin duda una opción más económica pero no es lo más seguro para el receptor de la transfusión. El trabajar con animales extraños es poco ético ya que no se podrá conocer sobre su estado de vacunación o su exposición a enfermedades infecciosas. Existen instituciones que manejan programas de donación con pacientes externos (Bucheler y Cotter, 1992).

### **3.1.2 Colonias cerradas de donantes**

Es un sistema que se emplea en Clínicas Veterinarias que poseen la posibilidad de tener sus propios donantes ya que la clínica posee instalaciones, donde se pueden alojar a los donantes, gracias a esto se obtiene productos para la transfusión inmediatamente según las necesidades terapéuticas diarias, además permite una selección de los ejemplares que van a ser donantes, buscando grupos sanguíneos específicos, un mayor control sanitario de los donantes y ofrecer los productos a otras Clínicas Veterinarias (Centro de Transfusión Veterinario, 2011). En contraprestación hay unos gastos elevados en el mantenimiento y control sanitario de los donantes, hay que realizar un número de transfusiones anuales que permitan compensar esos gastos, hay que invertir en material para la obtención de los componentes sanguíneos, y enseñanza de personal para el manejo (Centro de Transfusión Veterinario, 2011). El costo asociado con su alimentación, estancia y cuidado es considerable (Hohenhaus, 1992). En la universidad de Tufts se calculó que el costo por alojamiento y mantenimiento de un gato donante de sangre en un año es de 1200 a 1500 dólares (Bucheler y Cotter, 1993).

En clínicas pequeñas, es importante considerar que un donador ocupará un espacio y una jaula dentro de la clínica, espacio que podría ser ocupado por algún paciente con dueño (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

### **3.1.3 Donantes altruistas voluntarios**

Es lo más usado en la clínica Veterinaria que no puede acceder a los dos servicios anteriores. Se tiene una lista de Donantes que se les avisa cuando son necesarios, con este sistema el propietario asume los costos de mantenimiento del donante y además al propietario se le crea una sensación de bienestar por la donación. La Clínica usa el producto rápidamente tras la donación evitando la posibilidad de la caducidad del producto y obtiene un mayor beneficio económico al no tener que invertir en material ni stock. Pero el clínico con este sistema se enfrenta a la no disponibilidad del propietario para realizar la donación, falta de control analítico y una mayor exposición a las enfermedades por parte del donante, necesidad por parte del clínico de invertir tiempo en la localización del donante y en la extracción. Hay una falta de especificidad del producto debido a la imposibilidad de obtener hemoderivados (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

## **3.2 COMPONENTES DE LA SANGRE PARA TRANSFUSIÓN**

Los componentes de la sangre susceptibles de ser transfundidos son: eritrocitos, plaquetas, leucocitos, factores de coagulación y plasma. Es importante saber que la vida media para los eritrocitos,



en su estado natural (el torrente circulatorio), es de 120 días en el perro y 70 días en el gato, para las plaquetas es de 6-12 días y en el caso de los leucocitos es de 6-10 horas (Authement, 1992).

La transfusión de sangre o sus productos estará indicada: para mitigar la anemia, en disfunciones hemostáticas, hipovolemias, hipoproteinemia, neutropenia, o combinación de éstas (Tabla 8). Una vez nos hayamos encontrado con cualquiera de estos problemas nos queda decidir qué producto escoger de los que puedan existir en el mercado (Tabla 9). Es importante saber que la sangre es un producto limitado, que cuesta mucho conseguir y que no podemos despilfarrar con una utilización inadecuada. Aunque en casi todos los casos de patologías de la anterior tabla se pueden tratar con sangre fresca completa, ésta no es la más conveniente en todos los casos pues nos encontraremos con numerosos problemas. Si queremos evitar problemas, se usará la sangre de la forma más específica posible; si no hay más remedio, porque no disponemos de medios, podemos usarla, aunque con precaución (Pulido y Sunyer, 2003).

En el caso de la tabla 9, son de elección los que están subrayados. Ante una anemia sería de elección la fracción separada de eritrocitos; en el caso de una coagulopatía, sería el plasma congelado fresco; cuando se trate de una trombocitopenia o una trombocitopatía, el plasma rico en plaquetas (hoy éste es una utopía) y, en su defecto, sangre fresca completa con precaución. En las hipoproteinemias, el plasma congelado fresco y en las hipovolemias, en teoría, cualquier producto en ausencia de fluidoterapia (Pulido y Sunyer, 2003).

Una vez conseguido el donante, procederemos a asegurarnos que éste sea el adecuado. En el caso del perro, y si es la primera transfusión, no podemos esperar reacciones transfusionales graves; pero es conveniente conocer qué sangre se va a transfundir, tanto si se sospecha que podamos realizar una segunda transfusión, como si se desea prevenir el hecho de que no desarrolle anticuerpos (Pulido y Sunyer, 2003).

Si es la primera transfusión no tiene sentido realizar un cross-matching, aunque sí un tipaje. En las siguientes transfusiones será absolutamente indispensable si excede de los 4 días subsiguientes a la primera transfusión. En el caso de los gatos, éstos sí nacen con anticuerpos y aunque aproximadamente el 90 % de los gatos tiene el grupo A, las reacciones transfusionales son graves, por tanto es obligado un tipaje o un cross-matching, si lo queremos hacer bien (Pulido y Sunyer, 2003).

**Tabla 8.** Indicaciones para transfusiones de sangre

Anemia	Hto<10%
	El hto disminuye rápidamente por debajo del 20% en el perro y el 12% -15% en el gato.
	Se pierde más del 30% del volumen de sangre (30ml/kg en perro y 20 ml/kg en gato).
	La pérdida de sangre se asocia con colapso.
Coagulopatía	Asociada con hemorragia potencialmente mortal o cirugía.
Trombocitopenia/ Trombocitopatía	Asociada con hemorragia potencialmente mortal o cirugía.
Hipoproteinemia	Controvertido.
Hipovolemia	Cuando no hay otra fluidoterapia adecuada.

(Pulido y Sunyer, 2003).

**Tabla 9.** Productos derivados de la sangre e indicaciones

Anemia	Sangre entera fresca.
	Sangre entera almacenada.
	<u>Fración separada de eritrocitos.</u>
Coagulopatía	Sangre entera fresca.
	<u>Plasma fresco congelado.</u>
	Plasma fresco.
	Crioprecipitado.
Trombocitopenia/Trombocitopatía	Sangre entera fresca.
	<u>Plasma rico en plaquetas.</u>
Hipoproteinemia	Plasma fresco.
	<u>Plasma congelado fresco.</u>

(Pulido y Sunyer, 2003).

### 3.2.1 Productos sanguíneos o hemoderivados

Un hemoderivado es la parte que se obtiene mediante la separación de una unidad de sangre total, utilizando medios físicos o mecánicos, tales como sedimentación, centrifugación, congelación o filtración dentro de los que encuentran los concentrados de glóbulos rojos, plaquetas, plasma y crioprecipitado (Rodríguez y Magda, 2010). La separación en componentes permite a una sola donación atender las necesidades individuales de varios pacientes (Hemovital, 2013).

Tradicionalmente, la sangre completa (SC) era el único producto utilizado para transfusiones en perros y gatos. En la actualidad la SC se puede separar en diferentes componentes, lo que hace posible transfundir a cada paciente el producto más indicado en función de su patología específica (Tabla 8 y 9). Debe seleccionarse siempre el que aporte los máximos beneficios y mínimos riesgos para el paciente. Algunos centros veterinarios disponen de los medios para la obtención de los diferentes derivados sanguíneos; pero en su defecto, se puede recurrir a los Bancos de Sangre comerciales (Fragio *et al.*, 2009).

Los exámenes de laboratorio (Hematocrito, hemoglobina, proteínas totales) así como el examen físico ayudan en la decisión sobre el componente a utilizar en la transfusión. La administración de componentes de la sangre permite una sola donación para cubrir los requerimientos del individuo. La transfusión de varias unidades de sangre para incrementar el hematocrito, puede causar edema pulmonar por una sobrecarga de volumen (Clínica Veterinaria Machado, 2012).



**Figura 9.** Diferentes tipos de hemoderivados (Centro de Transfusión Veterinario, 2012).

**Tabla 10.** Obtención y características de diferentes productos sanguíneos

Productos sanguíneos	Obtención	Contenido	Viabilidad
<b>1. SANGRE COMPLETA (SC)*</b> 1U=Bolsa comercial humana (450ml)	Sangre tal y como se obtiene del donante		
1.1.Sangre completa Fresca (SCF)	Transcurridas < 8h tras su obtención	- Glóbulos Rojos (Glóbulos Blancos) - Plaquetas - Factores Coagulación - Albúmina - Otras proteínas plasmáticas	8h
1.2.Sangre Completa Almacenada (SCA)	Transcurridas > 8h tras su obtención	Glóbulos Rojos (Albúmina)	28 días a 4°C
<b>2. CONCENTRADO DE GLOBULOS ROJOS (CGR)*</b> 1U=Centrifugación de 1U SC (aprox 200 ml)	Centrifugación rápida SC a 4-5°C (sedimento)	Glóbulos Rojos	28 días a 4°C (hasta 42 días si se añade sol. nutritiva: <i>Adsol</i> ,...)
<b>3. PLASMA</b> 1U=Centrifugación de 1U SC (aprox 200-250 ml)	Centrifugación rápida SC a 4-5°C (sobrenadante)		
3.1.Plasma fresco congelado (PFC)	Plasma congelado a -20°C transcurridas < 6h tras obtención SC	Factores coagulación (todos)	1 año (a -20°C)
		Albúmina	2 años (a -20°C)
		Otras proteínas plasmáticas	1-2 años (a -20°C)
3.2. Plasma Fresco (PF)	Plasma transcurridas <6h desde obtención SC	Idem que PFC	6h
<b>4. CONCENTRADO DE PLAQUETAS</b> 1U=Centrifugación de 1U SC (aprox 50-70 ml)	Centrifugación lenta SC a 22°C, y nueva centrifugación del sobrenadante (sedimento)	Plaquetas	3-5 días, a 22°C bajo agitación constante
<b>5. CRIOPRECIPITADO</b> 1U=Obtenido de 1U SC (aprox. 5-15 ml)	Descongelación lenta (a 4-6°C) de PFC y centrifugación (precipitado)	- Factor VIII - Factor de von Willebrand - Fibrinógeno - Factor XIII - Fibronectina	Tras descongelación: 4-6h

\*Estos productos también se pueden obtener desleucocitados para reducir las reacciones febriles si se pasan por un filtro que retiene los leucocitos, pero esta técnica es poco habitual en veterinaria.

(Fragío *et al.*, 2009).

Los hemoderivados constituyen un grupo particular dentro de las especialidades farmacéuticas. Conceptualmente, se entiende que son especialidades farmacéuticas cuyo principio activo proviene de la sangre de donantes sanos a través de un proceso de fraccionamiento y purificación adecuado, no pudiendo obtenerse mediante métodos de síntesis química y biológica. El fraccionamiento consiste en someter al fluido sanguíneo a una serie de procesos de purificación y concentración que permiten obtener un producto terapéutico en un vehículo seguro y eficaz (Viñals, 2007).

Las características fundamentales de este grupo de fármacos son: tener una estructura proteica compleja, lo que obliga a que su administración sea, exclusivamente, parenteral e intravenosa en la mayor parte de los casos. El origen plasmático hace que el riesgo de transmisión de infecciones no esté completamente descartado. Este riesgo está prácticamente abolido. Finalmente, los hemoderivados presentan un contenido proteico elevado tanto por el propio principio como por las proteínas plasmáticas contaminantes que lo acompañan (purificación limitada); proteínas que por otro lado y debido al proceso tecnológico de fraccionamiento, purificación e inactivación pueden estar, estructuralmente alteradas. La instauración en la práctica clínica del uso de hemoderivados se debe, fundamentalmente, a que:

- Disminuyen las reacciones adversas (frente a pirógenos endógenos o enfermedades transmisibles).
- Evitan la sobrecarga circulatoria (menor volumen administrado en insuficiencias hepáticas y renales).
- Presentan mayor eficacia en la obtención (de una unidad de sangre completa podemos obtener varios hemoderivados).
- Existe necesidad de un tratamiento específico para determinadas patologías (frente a una intoxicación por cumarinas usaremos plasma que contiene factores de coagulación) (Viñals, 2007).

De la sangre total pueden separarse varios componentes. Los hematíes y las plaquetas se aíslan de la sangre total mediante centrifugación suave, siendo posteriormente procesados. El plasma residual puede utilizarse directamente o bien ser fraccionado nuevamente para obtener otros componentes (Schneider, 1995). Los objetivos principales de los procedimientos de extracción, preparación, conservación y transporte de la sangre y sus componentes son:

- Mantener la viabilidad y la función de los componentes más importantes.
- Evitar los cambios físicos perjudiciales para los componentes.
- Minimizar la proliferación bacteriana (Viñals, 2007).



**Tabla 11.** Preparación de los hemoderivados previo a su administración

<i>Preparación de los hemoderivados previo a su administración</i>	
<i>Hemoderivado</i>	<i>Preparación previa a la transfusión</i>
<b>Sangre entera fresca</b>	<b>Ninguna</b>
<b>Sangre fresca estoqueada</b>	<b>Mezclar suavemente y calentar a 37°C</b>
<b>Células rojas empacadas</b>	<b>Agregar 10 ml de solución salina al 0.9% tibia / 30 a 40 ml de concentrado</b> Mezclar suavemente y calentar a 37°C
<b>Productos plaquetarios</b>	<b>Mezclar gentilmente en forma intermitente y mantener a 22 - 24°C</b>
<b>Plasma fresco congelado</b>	<b>Descongelar y calentar a 37°C</b>
<b>Crioprecipitado</b>	<b>Adicionar 10 – 50 ml de solución salina normal tibia / unidad</b> Mezclar masajeando la bolsa por 2 a 3 minutos
<b>Plasma y criodeprivado</b>	<b>Descongelar y calentar a 37°C (puede utilizarse microondas)</b>

(López, 2009 b).

La solución anticoagulante-conservante evita la coagulación y proporciona los nutrientes adecuados para un metabolismo continuado de las células durante el almacenamiento. Durante el almacenamiento la integridad de las células sanguíneas depende de un delicado equilibrio bioquímico de muchos materiales, especialmente la glucosa, los iones hidrógeno (pH), y el trifosfato de adenosina (ATP). Este equilibrio se mantiene mejor en los hematíes cuando se almacenan a una temperatura entre 1 y 6 °C, en tanto que las plaquetas y leucocitos mantienen mejor su función almacenados a temperatura ambiente (Viñals, 2007).

Los factores de coagulación plasmáticos lábiles se mantienen mejor a una temperatura de -18 °C o inferior. Además, la refrigeración o congelación minimizan la proliferación de bacterias que podrían haberse introducido en la unidad durante la venipunción o procesamiento (Viñals, 2007).

**a) Sangre entera o completa**

La sangre entera provee expansión de volumen, incremento de la capacidad de transporte de oxígeno, fuente de proteínas, y factores de coagulación estables (Hemovital, 2013).

Por la pérdida aguda de sangre que exceda el 20% del volumen sanguíneo (el volumen sanguíneo apropiado para reemplazo es de 90 ml/kg en caninos, 70 ml/kg en felinos), o por una coagulopatía con pérdida de sangre masiva. El hematocrito se incrementará por arriba del valor de referencia inmediatamente después de la transfusión y se incrementará un poco más dentro de las 24 horas siguientes por la redistribución del volumen (Feldman and Sink, 2008).

Se administra inmediatamente después de su colecta, lo que proveerá GR y todos los factores de la coagulación, o puede estoquearse a 4-6°C hasta por 35 días. El anticoagulante más utilizado es el citrato de sodio al 3,8%, inhibe los factores dependientes de calcio en la cascada de la coagulación, por lo que está contraindicada la administración conjunta de fluidos que contengan calcio. A efectos de prolongar la viabilidad de los glóbulos rojos, los productos celulares se mantienen refrigerados en soluciones nutrientes. Se utiliza ACD 1ml. por cada 4ml. de sangre, para un estoqueado de 21 días, o CPDA-1 1ml por cada 9 ml de sangre para una viabilidad del producto de 35 días. La refrigeración disminuye el metabolismo celular de los glóbulos rojos, reduciendo el consumo de oxígeno y nutrientes y la producción de residuos metabólicos (López, 2009 b).

**a1) *Sangre completa fresca***

La sangre completa fresca está compuesta de hematíes, leucocitos, plaquetas, factores de coagulación y proteínas plasmáticas, incluyendo albúmina y antitrombina III. Los eritrocitos transportan el oxígeno a los tejidos y el volumen plasmático sostiene la presión oncótica y contiene los factores de coagulación. La sangre completa fresca debe transfundirse antes de 4 – 6 horas de extraída, puesto que las plaquetas, y algunos factores de coagulación se inactivan durante el almacenamiento (Feldman and Sink, 2008).

Se ha reportado una dosis estándar de 20 ml/kg para incrementar el hematocrito o paquete globular en alrededor de 10%. La sangre completa fresca está indicada en caso de anemia por hemorragia masiva, cuando existe un trastorno de coagulación y/o cuando una marcada trombocitopenia produce pérdida de sangre y no hay respuesta a otros tratamientos para reestablecer la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre circulante (Feldman and Sink, 2008).

**a2) *Sangre completa almacenada***

La sangre completa almacenada, provee glóbulos rojos y proteínas plasmáticas, incluyendo albúmina y antitrombina III. Mantenido entre 1 – 6° C tiene una vida media de 4 semanas. Después de 72 horas de refrigeración las propiedades hemostáticas de las plaquetas y de algunos factores de coagulación como el Factor V, Factor VIII, Factor vW se pierden. Hay una pérdida media de los otros factores de coagulación y de antitrombina III. Durante el

almacenamiento, las concentraciones de los factores de coagulación V y VIII decrecen, esto hace inapropiado su uso en pacientes con enfermedad de Von Willebrand y/o hemofilia A. Las plaquetas no sobreviven en refrigeración; de tal forma, la sangre completa almacenada es inapropiada para el tratamiento de pacientes con trombocitopenia. Tal como en el caso de la sangre completa fresca, una dosis de 20 ml/kg de sangre completa almacenada incrementa el hematocrito en 10%. Debe de ser almacenada en refrigeración (1-6<sup>0</sup> C) (Jensen, 2011).

**Indicaciones:**

- Hemorragia aguda: donde se requiere reposición de glóbulos rojos, plasma y volumen. Por ejemplo en trauma, cirugía, intoxicación con rodenticidas, ruptura de tumor, entre otras.
- Corregir anemia por otras causas diferentes a hemorragia. (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

El volumen a transfundir se puede calcular estimando la pérdida que tuvo el paciente, la actual y la futura (aproximadamente de 10-22 ml/kg/hora). Se debe de considerar realizar la transfusión cuando el hematocrito en perros sea menor de 25% y en gatos menor de 20%. La cantidad de GR a transfundir esta siempre determinada por la habilidad del paciente de mantener la homeostasis. Como regla general se estima que 2ml/kg de sangre entera incrementará un 1% el hematocrito del paciente, mientras que 20ml/kg de células rojas empacadas incrementará la hemoglobina en 3g o el hematocrito en 9 puntos. La dosis inicial puede ser estimada en 20ml/kg de sangre entera o 10ml/kg de células rojas empacadas (López, 2009 b).

El volumen de sangre a administrar se puede calcular con la siguiente fórmula:

**Tabla 12.** Fórmulas para calcular el volumen de sangre a transfundir (López, 2009 b).

<p><b>Felinos:</b>     <b>35</b>   x   <b>Peso del Paciente</b>     x   <b><u>(Hto. deseado – Hto. del paciente)</u></b></p> <p style="text-align: center;"><b>Hto. del donante</b></p>
---



$$\text{Caninos: } 88 \times \text{Peso del Paciente} \times \frac{(\text{Hto. deseado} - \text{Hto. del paciente})}{\text{Hto. del donante}}$$

$$\text{Volumen a transfundir} = \text{PC kg} \times \frac{(\text{Hb deseada} - \text{Hb del paciente})}{\text{Hb del donante}} \times 70$$

PC: Peso Corporal Hto.: Hematocrito Hb: Hemoglobina

***Presentaciones:***

- Sangre Entera para Caninos por 450 ml
- Sangre Entera para Caninos por 225 ml
- Sangre Entera para Caninos por 150 ml
- Sangre Entera para caninos por 80ml (Hemovital, 2013).

**b) Glóbulos rojos empacados, concentrado de eritrocitos o concentrado globular**

El concentrado de glóbulos rojos es preparado por centrifugación de la sangre entera fresca refrigerada. Este procedimiento permite separar los glóbulos rojos de la porción del plasma sanguíneo. Esta separación del plasma de los glóbulos rojos, provoca una pérdida de la presión oncótica en relación a la sangre completa. En este proceso también son removidos los factores de coagulación (Hemovital, 2013). Debido a que el hematocrito se aproxima al 70 - 80%, los eritrocitos son frecuentemente mezclados con solución salina estéril o con una solución aditiva para disminuir la viscosidad (Feldman, 2008). Por lo tanto se forma por las células y una cantidad pequeña de plasma y anticoagulante que permanece tras la separación del plasma a partir de la sangre total (DiBartola, 2002).

Cada unidad de Concentrado Globular tiene aproximadamente 250 cm<sup>3</sup> (Banco de sangre Canino, 2013).



**Figura 10.** Concentrado de eritrocitos (Hospital Veterinari Monjuïc, 2012.  
Tomado de [www.hvmontjuic.com](http://www.hvmontjuic.com) )

La infusión de concentrado de glóbulos rojos aumenta la capacidad de transporte de oxígeno al aumentar el número de eritrocitos funcionales circulantes. Su indicación está en anemias agudas y crónicas con normovolemia que no requiere factores de coagulación, y/o en los que no pueden ser expuestos a una sobrecarga de volumen sanguíneo. Se debe de almacenar en refrigeración (1-6°C) (Hemovital, 2013).

Las principales indicaciones son:

- Anemias con enfermedad cardiaca congestiva.
- Anemia con euvolemia.
- Las coagulopatías con sangrado clínico.
- Diarrea hemorrágica que no se logra controlar.
- Desórdenes en médula ósea.
- Cirugías complejas y prolongadas.
- Enfermedad renal crónica.
- Accidentes con pérdida considerable de sangre (Hemovital, 2013).

Es muy útil usar en pacientes con riesgo de sobrecarga de volumen o en animales con:

- Hematocrito menor de 15% con signos de anemia.
- Hematocrito menor de 15% con destrucción aguda
- Hematocrito menor de 20% con deshidratación (Hemovital, 2013).

Las unidades pueden lavarse con solución salina normal antes de su administración. Se utiliza sólo para tratar anemia porque no contiene una cantidad significativa de plaquetas o factores de coagulación. La dosis recomendada oscila entre 6 a 10 ml/kg (DiBartola, 2002).

- Transfundir 2,2 ml/kg de SC produce un incremento del Hematocrito del 1%.
- Transfundir 1 ml/kg de CGR produce un incremento del Hematocrito del 1% (Fragío *et al.*, 2009).

Para determinar el hematocrito esperado en pacientes que reciben eritrocitos, hay que calcular el volumen total de sangre y el volumen total de eritrocitos (calculado del hematocrito pre-transfusión). Se determina el volumen total de sangre después de administrar la transfusión (volumen de sangre pre-transfusión + volumen de transfusión). Se determina el nuevo hematocrito sumando el volumen de eritrocitos transfundidos más el volumen de eritrocitos pre-transfusión. El hematocrito pos-transfusión esperado es el volumen de eritrocitos pos-transfusión dividido entre el volumen total de sangre pos-transfusión (Feldman and Sink, 2008).

### c) **Productos del plasma**

El plasma es el sobrenadante obtenido por centrifugación de una unidad de sangre entera y trasladado a una bolsa satélite, en un periodo dentro de las seis horas posteriores a la donación y se usa como máximo en las 24 h siguientes. Carece de los factores V y VIII de la cadena de coagulación (Viñals, 2007). El plasma se puede procesar en varios productos, los cuales son pobres en plaquetas (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

#### *c1) Plasma fresco/Plasma fresco congelado*

Es el plasma separado a partir de la sangre fresca entera para luego ser congelado a  $-20$  a  $-30^{\circ}\text{C}$  en un lapso de 6 a 8 horas posterior a la extracción de sangre. A esta temperatura, la albúmina se conserva durante cinco años. Durante el almacenamiento a  $-30^{\circ}\text{C}$ , la bolsa de plástico se vuelve delicada y puede romperse si no se maneja con cuidado. Por este motivo, el plasma se almacena en cajas especiales para proteger las bolsas de plástico y debe manejarse con cuidado antes de la transfusión. El plasma fresco congelado contiene todos los factores de

la coagulación, incluyendo los factores lábiles (V, VIII). Los factores de la coagulación permanecen viables durante un año. Al cabo de 1 año, el plasma fresco congelado es reidentificado como plasma congelado, con lo cual se indica que se han perdido los factores de la coagulación. Puede utilizarse para tratar la enfermedad de Von Willebrand y las hemofilias A y B, intoxicaciones por raticidas, coagulopatía por hepatopatía y coagulación Intravascular diseminada (DiBartola, 2002).

Cada Unidad de Plasma Fresco contiene entre 200 y 250 cm<sup>3</sup> de plasma (Banco de sangre Canino, 2013).

Después de un año se nombra como plasma almacenado congelado y se puede almacenar por 4 años más, el factor que pierde su estabilidad es el Factor VIII. La dosis para coagulopatías es de 6 a 20 ml/kg, y debe repetirse hasta que se interrumpa el sangrado (Kristensen, 1995). Esta dosis representa una unidad de plasma fresco congelado/10 a 20kg. Debido a la corta vida media de los factores de la coagulación, es posible que se necesiten varias unidades de plasma fresco congelado. El plasma fresco congelado no se diluye antes de su administración. A causa de las limitaciones del plasma fresco congelado, otros coloides pueden ser considerados para el tratamiento de la hipoalbuminemia en pacientes con una coagulación normal. Una dosis de 45 ml/kg puede incrementar en 1 g/dl la albúmina sérica. Por lo tanto, el tratamiento con plasma fresco congelado para la hipoalbuminemia tiene un costo muy elevado (Wardrop, 1997).

El plasma fresco y el plasma fresco congelado tienen una máxima actividad de los factores de coagulación haciéndolos útiles para tratar coagulopatías por falla hepática, CID u otras etiologías. Tiene además concentraciones normales de albúmina por lo cual se puede utilizar también en casos de hipoalbuminemia. Animales críticamente enfermos pueden desarrollar hipoalbuminemia. Ésta proteína es importante para mantener la presión oncótica, es transportadora de muchos fármacos, controla la permeabilidad vascular y mantiene funciones metabólicas y de ácido base. Una disminución de la presión oncótica puede dar lugar a una efusión pleural severa o edema pulmonar por el goteo de líquido desde los capilares (Hemovital, 2013). También se puede usar en cachorros con parvovirus que tengan una pérdida importante de proteínas debido a la diarrea; coagulopatías; etc.

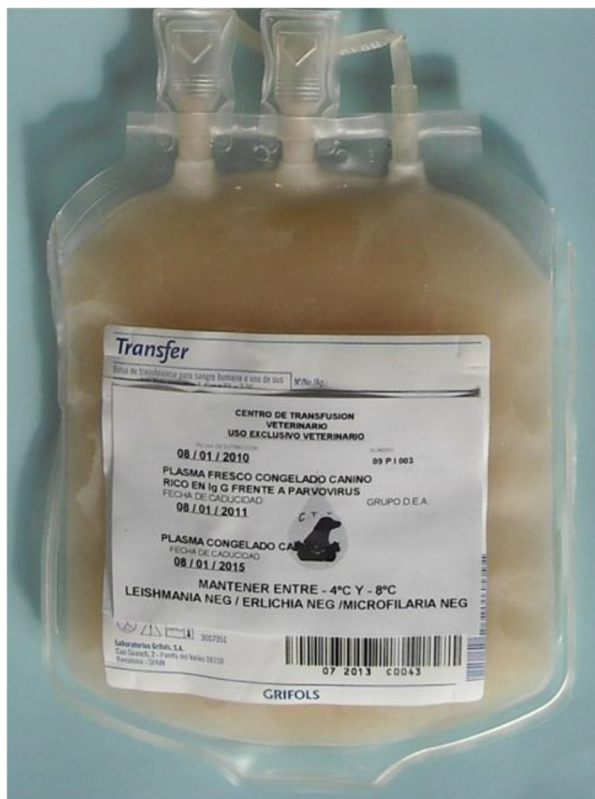
La dosis que se maneja es 10-30 ml/kg, pero se pueden manejar volúmenes mayores si persiste hemorragia o defectos de coagulación adquiridos. Para corregir estado de hipoalbuminemia se pueden utilizar la siguiente fórmula:

Albúmina a transfundir:  $\text{Peso Corporal} \times 4.5 \times (\text{Alb. del Deseada} - \text{Alb. del Paciente en g/dl})$ .

Como promedio tenemos que 22.5 ml/kg lo cual incrementa los niveles de albúmina en 0.5 g/dl.

La transfusión de estos componentes debe de durar 4 horas desde la separación o descongelamiento. Si no se administra inmediatamente después de congelado se puede refrigerar a  $1-6^{\circ}\text{C}$  y puede durar solamente 5 días previos a la transfusión, recibe el nombre de plasma descongelado y disminuye la actividad de FVIII y FvW (Hemovital, 2013).

- Es una fuente de proteínas plasmáticas y expansor de volumen.
- En cachorros huérfanos el plasma sirve como reemplazo del calostro.
- Toxicidad por warfarinas/cumarinas.
- Coadyuvante en el tratamiento de parvovirus canina.
- Deficiencias congénitas de la coagulación.
- Falla hepática.
- Coagulación Intravascular Diseminada.
- Quemaduras (Hemovital, 2013).



**Figura 11.** Plasma fresco congelado (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

**c2) Plasma (almacenado) congelado**

Se prepara al separar el componente globular de la sangre completa tras la centrifugación. Éste puede ser preparado en cualquier momento del período de almacenaje de la sangre total. El plasma preparado después de transcurridas 6 a 8 horas de la colecta de sangre, contiene pequeñas cantidades de los factores V y VIII de la coagulación. Todavía contiene todos los factores vitamina K dependientes, por lo que es efectivo para tratar intoxicación por warfarina. Además contiene proteínas plasmáticas. Puede permanecer almacenado hasta por 5 años (1 año como Plasma Fresco Congelado y 4 años como Plasma congelado) a  $-20^{\circ}\text{C}$  (Villacrés, 2008).

Cada Unidad de Plasma Fresco Congelado contiene entre 200 y 250  $\text{cm}^3$  de plasma (Banco de sangre Canino, 2013).

Tanto el plasma fresco como el plasma fresco congelado se utilizan ante casos de hipoalbuminemia y coagulopatías producidas por alteraciones de los factores plasmáticos de la coagulación, es decir frente a alteraciones de la hemostasia secundaria. Es importante remarcar

que el plasma fresco debe utilizarse dentro de las 8 horas de extraído ya que después de ese tiempo pierden actividad los factores plasmáticos de la coagulación por lo cual lo ideal es la utilización del Plasma Fresco Congelado (Banco de Sangre Canino, 2013).

### ***c3) Crioprecipitado***

Se obtiene a partir de descongelar plasma fresco congelado de manera lenta (4-6°C). Durante la descongelación se forma un precipitado blanco (crioprecipitado) en el plasma. Este precipitado contiene factor de Von Willebrand, factores I y VIII. Se usa para tratar la enfermedad de von Willebrand, la hemofilia A y deficiencias de fibrinógeno. El plasma sobrenadante que se obtiene al retirar el crioprecipitado, contiene Factores II, VII, IX y X, se usa para el tratamiento de intoxicaciones por raticidas. Su vida útil es de 4 a 6 horas tras su descongelación. La dosis es de 1 unidad por 10kg de paciente (Hospital Veterinario Montejúic, 2012).

Se debe de almacenar a -18<sup>0</sup> C o más bajo, y se puede conservar durante un año a partir de la fecha de extracción del plasma. Además se ha usado el crioprecipitado en cirugías como un sellante y se le ha dado el nombre de Fibrin-glue o goma de fibrina. Una unidad del crioprecipitado contiene un 40-60% de Factor VIII y Factor vW. Además contiene pequeñas cantidades de fibrinógeno, FXIII, fibronectina y  $\alpha$ 2 macroglobulinas del plasma original (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

Es el tratamiento de elección para la enfermedad de Von Willebrand y la Hemofilia A. Una unidad de Crioprecipitado contiene unos 40 cm<sup>3</sup> de plasma (Banco de Sangre Canino, 2013).

La dosis inicial es de 1 Unidad/10 kg que se puede repetir cada 4-12 horas según se necesite. 1 ml de plasma contiene una unidad de la actividad del factor de coagulación. Una de las ventajas de utilizar este producto es que se pueden realizar múltiples transfusiones con una gran concentración de los factores de coagulación sin causar una sobrecarga de volumen, así se disminuyen también las reacciones adversas (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

### ***c4) Criosupernadante o crio pobre en plasma***

Se realiza de la separación del crioprecipitado. Contiene los factores de coagulación dependientes de Vitamina K, albúmina y ATIII del plasma original. Se usa para el tratamiento de envenenamiento con antagonistas de la vitamina K o deficiencia, hemofilia B e hipoalbuminemia debido a síndrome nefrótico. Se debe de almacenar a una temperatura de –

18<sup>0</sup>C y puede durar 5 años a partir de la separación del plasma (Clínica Veterinaria Machado, 2012).



**Figura 12.** Crioprecipitado y crio pobre en plasma (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

**d) Productos de plaquetas**

***d1) Concentrado de Plaquetas y Plasma Rico en Plaquetas***

Un concentrado de plaquetas corresponde a las plaquetas obtenidas de una unidad de sangre completa por doble centrifugación. Se obtiene a partir de Sangre Completa, centrifugándola a menos rpms que para la obtención de plasma (200g durante 20 min ó 1000g durante 4 min). De esta forma, los glóbulos rojos y blancos sedimentan pero las plaquetas quedan suspendidas en el sobrenadante (plasma + plaquetas, o Plasma Rico en Plaquetas) (Fragío, 2012).

El sobrenadante es transferido a una bolsa satélite, que será centrifugada de nuevo (2000 g durante 10 min), separándose las plaquetas (sedimento) del plasma (sobrenadante) que es separado a otra bolsa satélite y congelado (PFC); las plaquetas se almacenan como Concentrado de Plaquetas. El volumen obtenido a partir de una bolsa de SC es una unidad de Concentrado de Plaquetas, que contiene aproximadamente  $5,5 \times 10^{10}$  plaquetas en 50-70 ml de plasma. Por consiguiente, el Concentrado de Plaquetas contiene todos los componentes del plasma y también plaquetas. El uso de concentrados de plaquetas es muy limitado en veterinaria por: dificultad para la obtención de volúmenes suficientes para ser terapéuticos, la corta vida media de las

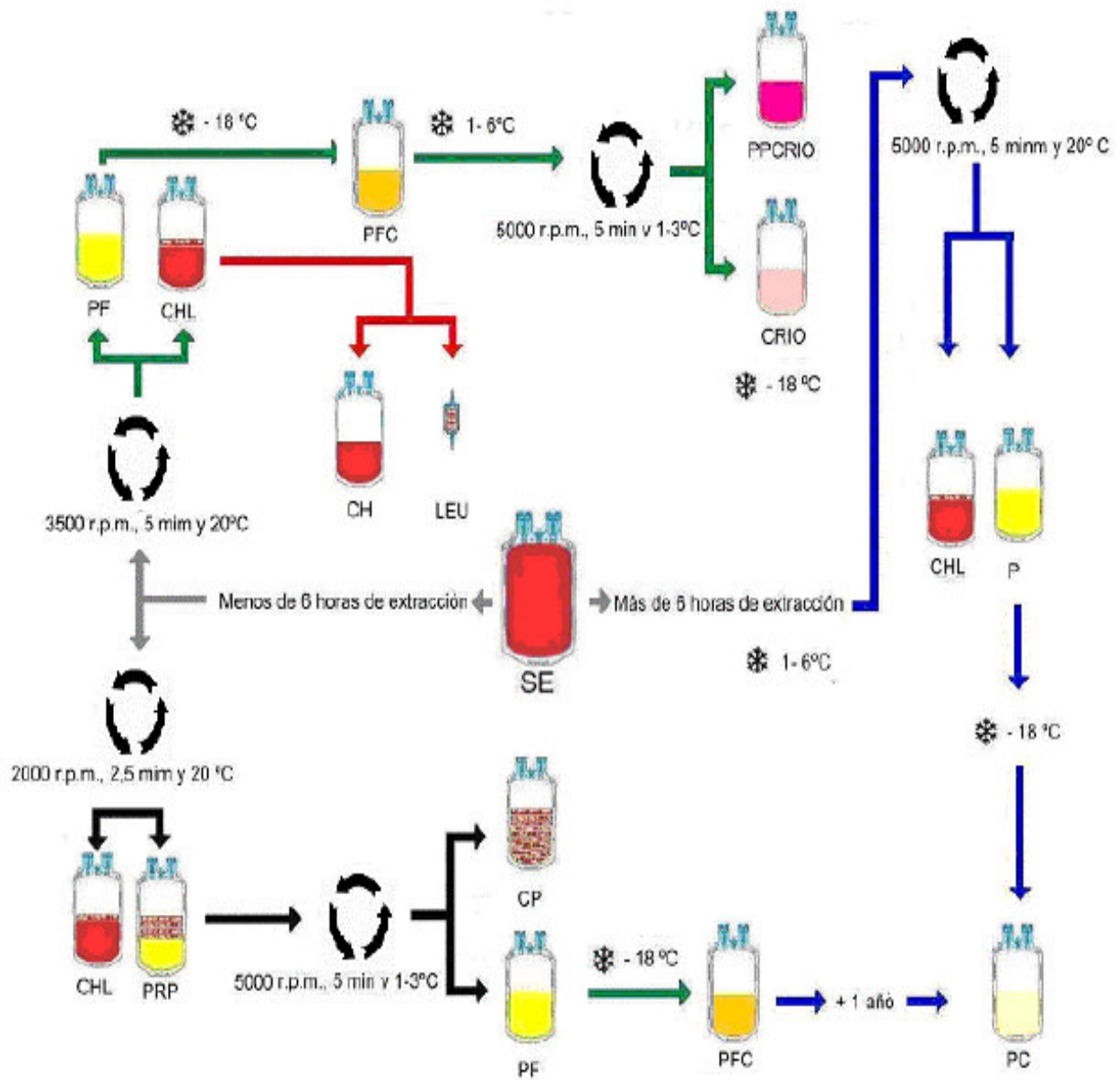


plaquetas (3-5 días), dificultad para su conservación (hay que mantenerlos a temperatura ambiente en agitación horizontal constante para evitar la agregación plaquetaria) (Fragío, 2012).

La dosis inicial para una transfusión de plaquetas es una unidad cada 10 kg de peso corporal, asumiendo que ésta contiene  $60 \times 10^9$ . El conteo plaquetario del paciente una hora después de la transfusión debe de incrementar  $35 \times 10^9/L$  si no hay destrucción, consumo o secuestro. Debe de ir subiendo 33% a las 24 horas del procedimiento. Si no contamos con plasma rico en plaquetas, podemos administrar sangre entera fresca, de la cual cada 10 ml/kg eleva el conteo plaquetario del paciente en  $10 \times 10^9/L$ . También se puede utilizar plasma fresco congelado a una dosis de 10 ml/kg. (Clínica Veterinaria Machado, 2012).

La administración de este plasma rico en plaquetas está indicado en el tratamiento de:

- Trombocitopenia.
- Trombocitopenia secundaria a transfusiones masivas.
- Hemorragia en paciente trombocitopénico.
- Uso pre quirúrgico o quirúrgico en pacientes con riesgo de hemorragia (Hemovital, 2013).
- Una Unidad de Concentrado Plaquetario contiene entre 50 y 70 cm<sup>3</sup> de plasma (Banco de Sangre Canino, 2013).



**Esquema 4.** Procesos de fraccionamiento y purificación de la sangre entera para la obtención de hemoderivados (Viñals, 2007).

### **3.3 PROCESAMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE HEMODERIVADOS**

#### **3.3.1 Preparación de sangre entera fresca**

##### **a) Caninos**

Una vez que se ha colectado una unidad de sangre entera, debe ser almacenada a 1-6° C hasta que sea posible procesarla. Una unidad de sangre entera es considerada Sangre entera fresca durante un período de 24 horas posteriores a la flebotomía. La sangre entera fresca contiene todos los elementos de la sangre (Feldman and Sink, 2008).

Para iniciar el procesamiento de la unidad de sangre, repasar presionando la línea en la cual estaba anteriormente unida la aguja. Esto asegurará que el contenido de esta línea esté adecuadamente anticoagulado. Este paso es importante porque esta línea será ahora sellada en segmentos que serán luego usados como muestras de sangre del donador para pruebas de compatibilidad. Cada bolsa de sangre tiene un grupo de números de identificación en la línea de recolección. Colocar el primer sello después del número de identificación que está localizado en la parte superior de la bolsa, a un lado de los puertos (Figura 13). De esta manera, si los segmentos son separados de manera inadvertida de la bolsa de sangre durante el almacenamiento, los segmentos pueden ser comparados con la bolsa de sangre para confirmar la identificación (Feldman and Sink, 2008).

1. Doblar los segmentos orilla con orilla y colocar una liga para mantenerlos unidos (ver figura 14)
3. Si no se va a hacer absolutamente ningún componente de esta unidad de sangre entera fresca, se sella y se separan las bolsas satélites y luego se desechan. Si se va a recuperar Plasma a más de 6 horas de la flebotomía, se debe dejar las bolsas satélite adheridas (Feldman, 2008).



**Figura 13.** Sellando los segmentos (Feldman and Sink, 2008).



**Figura 14.** Segmentos asegurados (Feldman and Sink, 2008).

**Nota:** Si se va a realizar Plasma fresco congelado, el plasma debe ser separado de los eritrocitos y congelado completamente dentro de las 8 horas de la recolección si el anticoagulante-conservador es CPD, CP2D o CPDA-1. Si el anticoagulante-conservador es ACD, la separación y congelamiento debe ocurrir dentro de las 6 horas de la flebotomía. El Plasma puede ser recuperado en cualquier momento durante la vida de almacén de la unidad (Feldman and Sink, 2008).

4. Etiquetar el producto con el nombre del producto, volumen y fecha de caducidad.
5. La sangre entera fresca debe refrigerarse entre 1 - 6°C. La sangre entera designada a la preparación de plaquetas debe permanecer a temperatura ambiente hasta que se remuevan las plaquetas (Feldman and Sink, 2008).

**b) Felinos**

Cuando se recolecta una jeringa de sangre entera, debe ser transfundida lo más pronto posible. Si es inminente una demora significativa, almacene el producto entre 1-6°C hasta que sea posible la transfusión (Feldman and Sink, 2008).

### **3.3.2 Preparación de concentrado de eritrocitos y plasma fresco congelado**

**a) Caninos**

Una vez que se ha recolectado una unidad de sangre entera, debe ser refrigerada a 1 - 6°C hasta que sea posible la preparación de los componentes.

Si se va a realizar Plasma fresco congelado, el plasma debe ser separado de los eritrocitos y congelado por completo dentro de 8 horas de la recolección si el anticoagulante-conservador es CPD, CP2D o CPDA-1. Si el anticoagulante-conservador es ACD, la separación y congelamiento deben ocurrir dentro de las 6 horas de la flebotomía. La sangre entera fresca usada para la preparación de los componentes plaquetarios debe permanecer a temperatura ambiente hasta que sean removidas las plaquetas (Feldman and Sink, 2008).

***a1) Separación de los eritrocitos y el plasma***

- ***Preparación para la centrifugación***

1. Para iniciar el proceso de la preparación de los componentes, repasar presionando la línea en la cual estaba adherida la aguja. Esto asegurará que la línea esté adecuadamente anticoagulada. Este paso es importante porque esta línea será ahora sellada en segmentos que serán luego usados como muestras de sangre del donador para pruebas de compatibilidad. Cada bolsa de sangre tiene un grupo de números de identificación en la línea de recolección. Colocar el primer sello después del número de identificación que está localizado en la parte superior de la bolsa, a un lado de los puertos (ver Figura14). De esta manera, si los segmentos son separados

de manera inadvertida de la bolsa de sangre durante el almacenamiento, los segmentos pueden ser comparados con la bolsa de sangre para confirmar la identificación (Feldman and Sink, 2008).

2. Doblar los segmentos orilla con orilla y coloque una liga para mantenerlos unidos. Esto puede ayudar a prevenir que los segmentos se atoren en la cabeza de la centrífuga durante el procesamiento de la sangre (Feldman and Sink, 2008).

3. La bolsa que contiene la sangre entera debe ser etiquetada con el número del donador. Este es un buen momento para anotar la fecha de la recolección y la de caducidad a la bolsa de sangre entera. Las fechas de caducidad son determinadas por el tipo de anticoagulante y conservador utilizados. Las bolsas satélites deben también ser etiquetadas con el nombre del componente, la fecha de recolección, el número del donador y la fecha de caducidad. Se deben utilizar marcadores permanentes para que los números no se laven y borren durante el almacenamiento, calentamiento o descongelamiento (Feldman and Sink, 2008).

4. La unidad entera de sangre y bolsas satélites adheridas deben pesarse. Este peso es usado exclusivamente para balancear la centrífuga. El balance apropiado de la centrífuga es importante para el desgaste del rotor de la centrífuga, el peso total en vasos de lados opuestos deben ser iguales. Cuando se procesa un número impar de unidades de sangre entera, el balance de la centrífuga puede lograrse usando bolsas de recolección de sangre llenas con un peso igual de glicerina al 10%. Las ligas y los discos de plástico ya pesados pueden usarse para variar los incrementos en peso (Feldman and Sink, 2008).

- ***Centrifugación***

1. Las bolsas de sangre deben colocarse en los vasos de la centrífuga con la etiqueta vista hacia afuera. Los vasos de centrifugación deben colocarse en la centrífuga con la etiqueta de la bolsa hacia afuera. Esto reduce la fuerza centrífuga en los márgenes sellados. Las centrífugas con vasos que columpian proveen una mejor separación entre el plasma y los eritrocitos (Feldman and Sink, 2008).

2. La unidad de sangre entera debe centrifugarse usando altas revoluciones en una centrífuga refrigerada entre 1 y 6°C. Las revoluciones altas se definen como 5000 g por 5 minutos (Ver. 9.5 Calibración de la centrífuga.). Una vez que ha cesado la centrifugación, es importante permitir que la centrífuga deje de girar sin la intervención del operador; cualquier paro brusco del rotor, incluyendo el uso de un freno, puede alterar la línea de eritrocitos/plasma y por lo tanto contaminación del plasma con eritrocitos (Feldman and Sink, 2008).

- ***Separación de los componentes***

1. La unidad de sangre entera debe ser removida de la centrífuga sin agitación, para no alterar a los eritrocitos y el plasma y colocarse en un extractor de plasma (Fenwal; Plasma Separation Stand, Terumo®.) El extractor de plasma provee una base rígida en la cual se puedan colocar unidades de sangre entera. Se sujeta un plato con bisagras a la base y puede ser soltado para aplicar presión a la unidad de la sangre entera de manera que hace pasar el plasma dentro de una bolsa satélite (ver Figura 15) (Feldman and Sink, 2008).



**Figura 15.** Extrayendo plasma de sangre entera (Acculab and Baxter Healthcare Corporation) (Feldman and Sink, 2008).

2. Se debe colocar una bolsa satélite vacía en una báscula. El peso debe tararse a cero. El plasma será forzado hacia dentro de la bolsa satélite vacía. El número de bolsas satélite adheridas depende del sistema de recolección de sangre que se esté utilizando. Para este tema en discusión, se usa una bolsa triple: hay dos bolsas satélite, una contiene Adsol®, y una está vacía (Feldman and Sink, 2008).

3. Abrir el puerto plástico en la parte superior de la bolsa de recolección de sangre. Remover 230 - 256 gramos de plasma soltando el plato con bisagras del extractor de plasma y aplicando presión a la bolsa que contiene la sangre entera centrifugada. El plasma será forzado hacia la bolsa satélite vacía. La gravedad específica del plasma es 1.023. Por lo tanto, el remover 230 - 256 gramos de plasma dejará la unidad de eritrocitos con un hematocrito final de 70 - 80%. Los eritrocitos pueden ser preparados en volúmenes de paquete celular variados (Feldman and Sink, 2008).

4. Una vez que se logra el peso deseado de plasma, se usan pinzas hemostáticas para hacer un clamp en la línea de la bolsa que contiene el plasma cosechado. Luego, se rompe el

sello de la bolsa con Adsol® y permítale fluir dentro de la bolsa que contiene los eritrocitos. Sellar y desprender la bolsa que contiene los eritrocitos con Adsol® de las bolsas con el plasma. Suavemente mezclar los eritrocitos con el Adsol® (Feldman and Sink, 2008).

- ***Separación del plasma***

Quedan dos bolsas satélite; una contiene 230 - 256 gramos de plasma con un volumen de 225 - 250 ml. El plasma puede dejarse en una bolsa o bien dividirse de manera equitativa entre las dos bolsas. El volumen de plasma final en la bolsa debe basarse en la talla de receptores más común y en la disponibilidad de plasma. Sellar la(s) bolsa(s) de plasma (Feldman and Sink, 2008).

- ***Determinación del volumen***

1. El volumen final del producto sanguíneo se determina de la siguiente manera:
  - a. Tarar el peso de la báscula a cero. Pesar cada una de las bolsas de sangre llenas.
  - b. El peso de la bolsa vacía se resta del peso final del producto sanguíneo. El peso final del producto dividido entre su gravedad específica iguala el volumen del producto en mililitros.
  - c. La gravedad específica de los eritrocitos es de 1.080 - 1.090; la gravedad específica del plasma es de 1.023 (Feldman and Sink, 2008).
2. El producto sanguíneo debe etiquetarse con el nombre del producto y el volumen en mililitros. Si se le ha añadido Adsol® a los eritrocitos, debe anotarse en la bolsa (Feldman and Sink, 2008).

- ***Almacenamiento***

Los eritrocitos deben refrigerarse entre 1 - 6°C. El plasma fresco congelado debe almacenarse a -18°C o menos (Feldman and Sink, 2008).



### 3.3.3 Preparación de crioprecipitado y plasma pobre en crioprecipitado

#### a) Caninos

El Factor Antihemofílico Crioprecipitado (AHF, también conocido como Crioprecipitado o Crio), se hace de una unidad (225 - 250 ml) de Plasma Fresco Congelado. El Crio es la porción insoluble del plasma que precipita cuando una unidad de plasma fresco congelado es descongelada entre 1 - 6°C. El exceso de plasma se remueve del precipitado, creando el plasma pobre en crioprecipitado (plasma pobre en crio). Para hacer el crioprecipitado, se necesita una unidad completa de (225 - 250ml) de plasma fresco congelado con al menos una bolsa satélite adherida (Feldman and Sink, 2008).

1. Cuando se cosecha el plasma fresco congelado de la unidad de sangre entera, permitir que el plasma fluya dentro de la bolsa satélite. Sellar y retirar las dos bolsas, pero mantener la línea entre ambas bolsas abierta.
2. Congelar la unidad de plasma como se especifica en el procedimiento para plasma fresco congelado.
3. El plasma debe estar completamente congelado y sólido antes de realizar los pasos subsiguientes para obtener crioprecipitado (Feldman and Sink, 2008).

#### *a1) Separación de crioprecipitado y plasma pobre en crioprecipitado*

1. Permitir que el plasma fresco congelado se descongele a 1-6°C. Este proceso toma aproximadamente 8 horas. Cosechar el crioprecipitado usando unos de estos dos procedimientos siguientes:

a. Cuando el plasma se torne blando o como aguanieve, colocar el plasma descongelado en un extractor de plasma. Forzar el plasma líquido dentro de la bolsa satélite adherida integralmente. La bolsa satélite que contiene el plasma líquido debe contener 90% del volumen original del plasma fresco congelado.

b. Permitir que el plasma fresco congelado se descongele por completo. Centrifugar el Plasma fresco congelado usando altas revoluciones. El crioprecipitado se precipitará y adherirá a las paredes de la bolsa (ver la Figura 16). Forzar el 90% del sobrenadante dentro de la bolsa satélite adherida (Feldman and Sink, 2008).



**Figura 16.** Crioprecipitado (Feldman and Sink, 2008).

Cualquier método que se utilice, el plasma pobre en crioprecipitado se forzará dentro de la bolsa satélite y el crioprecipitado permanece dentro de la bolsa donde originalmente estaba el plasma fresco congelado.

2. Sellar ambas bolsas.
3. Determinar el volumen final. Etiquetar el producto con el nombre del producto, volumen final y fecha de caducidad. La fecha de caducidad es de un año desde la fecha de la flebotomía (no del día de la preparación) (Feldman and Sink, 2008).

- ***Almacenamiento***

Congelar el crioprecipitado y el plasma pobre en crioprecipitado dentro de 1 hora de la preparación. Ambos productos deben almacenarse a  $-18^{\circ}\text{C}$  o menor.

NOTA: Como una alternativa, el crioprecipitado puede ser preparado de Plasma fresco congelado almacenado, al permitir que se descongele (como se explicó antes) y removiendo el plasma pobre en crio usando una jeringa. Como esto crea un ambiente "abierto", el producto debe ser usado dentro de las siguientes 24 horas de su preparación (Feldman and Sink, 2008).

### 3.3.4 Preparación de plasma rico en plaquetas

El Plasma Rico en Plaquetas se obtiene de una unidad de sangre entera fresca. Para preparar el plasma rico en plaquetas, se necesita una unidad de sangre entera fresca con al menos una bolsa satélite integralmente adherida. La unidad de sangre entera fresca debe mantenerse a 22 - 25°C y ser procesada inmediatamente para poder obtener plaquetas viables (Feldman and Sink, 2008).

#### a) Separación de eritrocitos y plasma rico en plaquetas

El procedimiento de separación de estos componentes es exactamente el mismo que para la separación de eritrocitos y plasma. La tarea de separar las plaquetas de la sangre entera centrifugada puede ser un reto, ya que los eritrocitos se encuentran justo debajo de la capa de plaquetas (ver Figura 18). El plasma rico en plaquetas debe tener un color amarillo claro y no debe contener contaminación visible con eritrocitos (Feldman and Sink, 2008).



**Figura 17.** Centrifugado de sangre entera fresca con capa de plaquetas (Feldman and Sink, 2008).

Utilizando pinzas hemostáticas, pinzar y separar la línea de la bolsa que contiene el plasma recolectado y sellar. Procesar eritrocitos como se cita anteriormente.

#### b) Determinar el volumen

1. Calcular el volumen del plasma rico en plaquetas. Tarar el peso de la báscula en cero y pesar el plasma rico en plaquetas. Se debe restar el peso de la bolsa vacía del peso final de la bolsa. Al dividir el peso final del producto entre la gravedad específica apropiada, se puede

calcular el volumen en mililitros. La gravedad específica del plasma es de 1.023, así que 1 gramo de plasma es aproximadamente igual a 1 mililitro de plasma.

2. El producto final debe ser etiquetado con el nombre del producto y el volumen en mililitros (Feldman and Sink, 2008).

**c) Almacenamiento**

Para poder preservar la viabilidad de las plaquetas, el plasma rico en plaquetas debe dejarse reposar a temperatura ambiente, con el lado de la etiqueta hacia abajo, por 1 - 2 horas y ser transfundida lo más pronto posible después de esto (Feldman and Sink, 2008).

**3.3.5 Calibración de las centrífugas**

En los Bancos de sangre, las centrífugas son usadas para la preparación de los componentes y pruebas de compatibilidad; la velocidad y revoluciones de la centrífuga son dos consideraciones importantes cuando se realizan estos procedimientos. La velocidad de la centrífuga es usualmente especificada en los procedimientos de preparación de los componentes usando el valor conocido como fuerza centrífuga relativa (FCR). La velocidad de la centrífuga varía según el modelo y el fabricante (Feldman and Sink, 2008).

La Immunofuge® es una centrífuga ampliamente utilizada para las pruebas de compatibilidad; los tiempos de centrifugación en las pruebas de compatibilidad se especifican generalmente para el uso de este equipo. Antes de usarse, las centrífugas usadas para la preparación de componentes o pruebas de compatibilidad deben ser evaluadas para asegurar su calidad (Feldman and Sink, 2008).

El siguiente procedimiento resaltaré el proceso de la calibración de la centrífuga para la preparación de componentes y pruebas serológicas. Una vez que los tiempos de centrifugación son establecidos, deben confirmarse anualmente y después de reparaciones o ajustes a la centrífuga (Feldman and Sink, 2008).

**a) Calibración de las centrífugas para preparación de componentes**

Los componentes sanguíneos son preparados por separación de sangre entera; este proceso puede acelerarse por el uso de una centrífuga. El tiempo de centrifugación y la velocidad dependen de los tipos de componentes sanguíneos que se van a realizar.

- Se requieren 5 minutos de muchas revoluciones (5000 g) para la preparación de eritrocitos
- Se utilizan 3 minutos de pocas revoluciones (2000 g) en la preparación de plasma rico en plaquetas.

Los tiempos de centrifugación que se dan incluyen el tiempo de aceleración, pero no incluyen el tiempo de desaceleración. La fuerza centrífuga relativa (en g) se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{FCR (en g)} = 28.38 \times \text{radio del rotor de la centrífuga en pulgadas} \times (\text{rpm}/1000)^2$$

La evaluación del tiempo a altas revoluciones se obtiene realizando un control de calidad de los componentes que se hicieron. Los eritrocitos deben ser evaluados confirmando el hematocrito final de la unidad. El crioprecipitado debe ser evaluado confirmando la actividad del fibrinógeno y el Factor VIII. La cantidad de revoluciones debe incrementarse o disminuirse de acuerdo al resultado de estas pruebas. Las revoluciones por minuto (rpm) pueden confirmarse usando un tacómetro (Feldman and Sink, 2008).

#### **b) Calibración de la centrífuga para pruebas de compatibilidad**

La calibración de las centrífugas usadas para pruebas serológicas se realiza para asegurar que las revoluciones no causen resultados ya sean falsos positivos o falsos negativos. Los siguientes procedimientos deben usarse para confirmar la calibración en centrífugas nuevas, anualmente o después de cualquier ajuste o reparación.

Importante: Se debe evaluar el comportamiento de los eritrocitos, no la fuerza de reacción (Feldman and Sink, 2008).

##### ***b1) Centrifugación salina***

En las pruebas de compatibilidad, los eritrocitos que están suspendidos en solución salina requieren un tiempo de centrifugación basado en la reactividad de los eritrocitos en este medio. El siguiente procedimiento establece el tiempo de centrifugación salina.

- ***Materiales necesarios***

- Suero que producirá una reacción 1+.
- Dos muestras de eritrocitos al 3 - 5%:
- Tubos para la prueba de 12 x 75 mm
- Pipetas.
- Observador de aglutinación o área bien iluminada.
- Centrífuga (Feldman and Sink, 2008).

- ***Procedimiento***

1. Colocar diez tubos para la prueba de 12 x 75 mm en una rejilla. Colocar dos gotas de suero en cada tubo.
2. En 5 de estos tubos, agregar una gota de eritrocitos "Negativos".
3. En los otros 5 tubos, agregar una gota de eritrocitos "Positivos".
4. Existen ahora 5 pares de tubos, cada uno conteniendo una muestra positiva y una negativa.

Centrifugar un par por 10 segundos, un par por 15 segundos, un par por 20 segundos, un par por 30 segundos y un par por 40 segundos. Registrar los resultados en una hoja de trabajo (Feldman and Sink, 2008).

- ***Resultados***

Positivo - Eritrocitos que reaccionarán con la muestra de suero antes mencionada.

Negativo - Eritrocitos que no reaccionarán con la muestra de suero antes mencionada.

- ***Interpretación***

El tiempo de centrifugación que debe usarse para centrifugación salina es el tiempo de centrifugación más corto que llene los siguientes criterios:

1. El tubo positivo es 1+ positivo.
2. El tubo negativo es negativo.
3. El botón de células está claramente delineado.
4. El sobrenadante es claro.
5. El botón de células puede resuspenderse fácilmente (Feldman, 2008).

NOTA: Si se utilizan aditivos (tales como albúmina o solución salina de baja fuerza iónica o hipotónica) en las pruebas cruzadas, este procedimiento debe ser modificado para establecer los tiempos de revoluciones. Esto debe realizarse en un procedimiento separado del que se usa para

establecer las revoluciones salinas. Se debe preparar un juego de 5 muestras en pares como se explicó en el procedimiento anterior. El aditivo apropiado debe incubarse con cada par de tubos para el tiempo apropiado de incubación y luego evaluado para el tiempo de las revoluciones (Feldman and Sink, 2008).

**b2) *Revoluciones para lavado***

Los eritrocitos usados para las pruebas de compatibilidad deben ser lavados para remover las sustancias potencialmente contaminantes, las cuales pueden interferir con los procedimientos de las pruebas. El siguiente procedimiento establece el tiempo de centrifugación para las revoluciones de lavado.

- ***Materiales necesarios:***

- Espécimen de sangre con EDTA con un hematocrito normal.
- Solución salina normal.
- Tubos para pruebas de 12 x 75 mm.
- Pipetas.
- Observador de aglutinación o área bien iluminada.
- Centrífuga.

- ***Procedimiento***

1. Colocar cinco tubos para pruebas de 12 x75 mm en una rejilla.
2. Agregar al menos 250 microlitros del espécimen de sangre con EDTA a cada tubo.
3. Agregar aproximadamente 4 ml de solución salina normal a cada tubo. Mezclar bien para homogenizar.
4. Centrifugar un tubo por 30 segundos (recordar balancear!), un tubo por 45 segundos, un tubo por 60 segundos, un tubo por 90 segundos y un tubo por 120 segundos. Registrar los resultados en una hoja de trabajo (Feldman and Sink, 2008).

- ***Interpretación***

El tiempo de centrifugación que debe usarse en las revoluciones para lavado es el tiempo de centrifugación más corto que llene los siguientes criterios:

1. El sobrenadante es claro.
2. El botón de células está claramente delineado.
3. Los eritrocitos están en un botón compacto (Feldman and Sink, 2008).

- **Resultados**

Los tiempos de revoluciones deben ser publicados y/o incluidos en los procedimientos para asegurar la uniformidad en la prueba (Feldman and Sink, 2008).

### **3.4 SUSTITUTOS SANGUÍNEOS: ALTERNATIVAS PARA LA SANGRE Y PRODUCTOS SANGUÍNEOS**

#### **3.4.1 Sustitutos de eritrocitos**

- **Requisitos para un sustituto de eritrocitos exitoso**

1. Debe funcionar.
2. Tener una vida larga de almacenaje.
3. Ser mínimamente inmunogénico.
4. Ser libre de patógenos y endotoxinas.
5. Estar fácilmente disponible a un costo razonable.
6. Debe llevar y liberar oxígeno hacia los tejidos bajo condiciones clínicas (Feldman and Sink, 2008).

- **Indicaciones clínicas para el sustituto de eritrocitos**

1. Anemia aguda.
2. Pérdida de sangre aguda.
3. Terapia pre-quirúrgica.
4. Reemplazo intra-operatorio.
5. Útil para proveer oxígeno como un radiosensibilizador en el tratamiento de algunas neoplasias (Feldman and Sink, 2008).

#### **a) Soluciones basadas en hemoglobina**

Las soluciones basadas en la hemoglobina transportadora de oxígeno son una forma de sustituto sanguíneo utilizadas para incrementar el contenido de oxígeno de la sangre y mejorar la entrega de oxígeno a los tejidos. La hemoglobina es transportada en el plasma. La hemoglobina en el plasma incrementa la eficiencia de descarga de oxígeno de las células sanguíneas hacia los tejidos al facilitar la difusión del oxígeno a través del plasma. Las soluciones a base de hemoglobina tienen una vida de almacenamiento larga y son útiles inmediatamente. Estas soluciones son de hemoglobina polimerizada libre de estroma, que son virtualmente libres de membranas de eritrocitos y como tal son mínimamente



inmunogénicas. Estas soluciones llevan y liberan oxígeno durante 18 a 24 horas. Hay algunos cambios en las pruebas de laboratorio pero son generalmente conocidos, previstos, o mínimos. Estos cambios dependen del instrumento utilizado. El nitrógeno ureico sérico y los electrolitos parecen no afectarse. La administración de estas soluciones puede volver las membranas mucosas de un color amarillo a rojo o café por al menos varios días (Feldman and Sink, 2008).

***a1) Características de una solución basada en hemoglobina transportadora de oxígeno aprobada para su uso en perros: Solución Oxyglobina®***

Este producto tiene una concentración fisiológica de hemoglobina de 13 g/dl y es presentada en solución iso-osmótica de lactato de Ringer. El peso molecular promedio de esta solución es de 200kD con un rango de 65 - 500 kD. En esta solución la afinidad del oxígeno es dependiente de los iones de cloro. Esto contrasta con la liberación de oxígeno de los eritrocitos la cual depende del 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG). Las soluciones son universalmente compatibles y son estables a temperatura ambiente (Feldman and Sink, 2008).

- ***Indicaciones para su uso:***

La Oxyglobina® es útil en el tratamiento de la anemia debida a cualquier causa incluyendo hemólisis, pérdida de sangre por traumatismo, cirugía, hemorragia gastrointestinal o genitourinaria, o hemorragia causada por toxicidad a rodenticidas (Feldman and Sink, 2008).

- ***Administración y monitoreo:***

El promedio de administración de Oxyglobina® es  $\leq 10$  ml/kg/hora en pacientes caninos normovolémicos. Los signos de mejoría en la oxigenación incluyen estabilización de los signos vitales tales como frecuencias cardiaca y respiratoria. Por supuesto, la causa primaria de la anemia debe ser tratada. Las membranas mucosas y la esclerótica pueden transitoriamente tomar un color amarillo a rojo o café. La expansión del volumen debe ser monitoreada. Los descensos en la masa de eritrocitos (volumen de paquete celular, hematocrito) son predecibles debido a la hemodilución. Sin embargo, la concentración de hemoglobina se incrementa. Efectos de la presión oncótica coloidal baja- edema pulmonar no cardiogénico, edema generalizado, hipovolemia (Feldman and Sink, 2008).

### 3.4.2 Sustitutos de plasma

#### a) El Hetastarch como expansor de plasma

Este es un polímero sintético (una amilopectina de almidón cerosa) producido por DuPont Pharmaceuticals bajo el nombre de Hespan®. El Hespan es el hetastarch en solución salina normal (0.9%) al 6%, el cual es casi iso-osmótico (310 mOsm/L). El Hespan® tiene una vida de almacenamiento de 12 meses. Las dosis de administración varían dependiendo de los autores. Aproximadamente 25 ml/kg tienen un tiempo de inactivación media de 7.5 a 8.4 días (Feldman and Sink, 2008).

- ***Seguridad y efectos secundarios***

El Hetastarch tiene una toxicidad baja en humanos y perros. En la falla renal no oligúrica la función renal puede mejorar. No hay efectos aparentes en la función granulocítica. La hemostasia puede verse afectada de manera significativa. El número de plaquetas y su función pueden reducirse. Los tiempos de protrombina (PT) y de tromboplastina parcial activada (APTT) pueden prolongarse. Han sido reportadas reacciones anafilácticas (Feldman and Sink, 2008).

- ***Ventajas de la terapia con coloides (Hetastarch)***

La presión oncótica coloidal (POC) se mejora. Hay una expansión del volumen plasmático sin incrementar el contenido de agua intersticial. El uso de hetastarch se compara bien con soluciones que contienen albúmina o dextranos. Es seguro para uso agudo y a largo plazo. Inyecciones únicas pueden incrementar el volumen plasmático y la POC por más de cuarenta y ocho horas. El hetastarch es útil en perros y gatos hipoalbuminémicos. Las dosis recomendadas actualmente son de 30 - 35 ml/kg/día con uso repetido dependiendo del criterio clínico (Feldman and Sink, 2008).

- ***Contraindicaciones del hetastarch***

El hetastarch está contraindicado en insuficiencia cardíaca y en falla renal oligúrica. El hetastarch está contraindicado en hemorragia debida a la enfermedad de Von Willebrand y puede estar contraindicada cuando la hemostasia está comprometida o puede comprometerse (Feldman y Sink, 2008).

#### b) VetaPlasma® (SmithKline Beecham)

El VetaPlasma® se comercializa como un expansor de plasma coloidal (NO es plasma) en una solución electrolítica fisiológica con un pH de 7.4. Es para uso intravenoso en perros y gatos. El VetaPlasma® es una oxipoligelatina con un peso molecular promedio de 30,000 Daltons. No incrementa

la viscosidad del plasma. Puede mejorar la función renal sin embargo es excretada principalmente (88%) a través de los riñones. El VetaPlasma® puede causar reacciones anafilactoides. Tiene un tiempo de inactivación media relativamente corto (2 - 4 horas) y es hipo-osmótico (200 mOsm/l). Existe una disfunción hemostática mínima (pero existe) con el uso de este producto (Feldman and Sink, 2008).

### **3.4.3 Soluciones intravenosas compatibles**

La administración de cloruro de sodio al 0.9% puede ser utilizada para facilitar la infusión de productos derivados de la sangre. No deben adicionarse medicamentos ni alguna otra solución a los productos sanguíneos a menos que el producto esté aprobado por la US FDA o que exista documentación adecuada de que el producto es seguro para usarse con productos sanguíneos.

Varias soluciones intravenosas interfieren con la transfusión sanguínea:

- La solución de lactato de Ringer contiene suficiente calcio para superar a los agentes quelantes de los sistemas aditivos de los anticoagulantes y conservadores.
- La dextrosa al 5% en solución hace que los eritrocitos se aglutinen en la vía de infusión, causando que los eritrocitos se hinchen y se hemolicen (Feldman and Sink, 2008).

### **3.4.4 Soluciones anticoagulantes y aditivas y en transfusión**

Uno de los mayores logros en la Hemoterapia fue la obtención de sustancias anticoagulantes, hasta ese momento solo se podía realizar transfusiones directas, por medio de diferentes utensilios como cañas de bambú, cánulas de plata o jeringas que se conectaban entre donante y paciente (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

Existen varias soluciones anticoagulantes y conservantes de la sangre. Los anticoagulantes no proporcionan nutrientes a los eritrocitos durante su almacenamiento. Las soluciones con anticoagulante y conservantes proporcionan nutrientes y mantienen la función de los eritrocitos durante el almacenamiento. El citrato-fosfato-dextrosa-adenina (CPDA-1) es la solución anticoagulante de mayor uso pues es la que viene en las bolsas comerciales de colección de sangre (DiBartola, 2002). El citrato actúa de anticoagulante, siendo usado porque se metaboliza en el hígado del receptor, mientras que si se usan otros anticoagulantes que no son metabolizados, puede crearse un estado de hipocoagulabilidad, con la aparición de hemorragias (Villacrés, 2008). Para el almacenamiento pueden usarse los anticoagulantes ácido/citrato/dextrosa o la fórmula B con anticoagulante/citrato/dextrosa (ACD) (Eisenbrandt y Smith, 1973; Marion y Smith, 1983). Una vez que se ha extraído el plasma, se pueden añadir los conservantes al paquete globular. Los que se han valorado en perros son el Adsol (Fenwal

Laboratories) y Nutricel (Miles Pharmaceutical Division) (Wardrop *et al.*, 1994, 1997). Los eritrocitos caninos pueden así permanecer almacenados durante casi cinco semanas (DiBartola, 2002).

Las soluciones para el almacenamiento de los hemocomponentes tienen en su composición una productos que sean fuente de energía para producir la glucólisis, al mismo tiempo que la retardan a temperaturas entre + 4 y + 6°C, evitando el acumulo de residuos tóxicos dentro de las células, esta sustancia es la Dextrosa y además poseen otra sustancia para inhibir el calcio y evitar la coagulación que es el Citrato (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

Cuatro son los Anticoagulantes más usados, tres de ellos soluciones con Citrato y el cuarto es la Heparina.

- **HEPARINA:** Es un Anticoagulante natural presente en los mastocitos. No se debería usarse en hemoterapia, pero es el anticoagulante de emergencia ante la falta de otros. La sangre obtenida debe de transfundirse en un periodo máximo de 24 horas. No se puede utilizar en intoxicaciones por Cumarinas al actuar sobre los factores de coagulación II, IX, X y XI, al ser los tres primeros vitamina K dependientes.
- **ACD** (Ácido cítrico - Citrato - Dextrosa). Uso 1,5 ml de solución por 10 ml de sangre extraída. Uso comercial desde 1943. Caducidad de los hematíes: 21 días tras su obtención.
- **CPD** (Citrato.- Fosfato.- Dextrosa). Uso 1,4 ml cada 10 ml de sangre extraída. Uso comercial desde 1957. Caducidad de los hematíes: 21 días tras su obtención. Mejor viabilidad de los eritrocitos en solución CPD que con ACD.
- **CPD-A** (Citrato – Fosfato - Dextrosa.- Adenina). Uso 1,5 ml cada 10 ml de sangre extraída. Uso comercial desde 1980. Caducidad de los hematíes: 35 días tras su obtención. El más difundido en Veterinaria por ser el anticoagulante usado en las bolsas simples de extracción para su uso como Sangre Entera (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

#### 3.4.5 Soluciones de conservación

Son soluciones que aumentan la vida útil de los Concentrados de Hematíes. Se las adiciona tras realizar el fraccionamiento de la unidad de Sangre Entera y extraer el plasma de la misma. Los principales componentes de estas soluciones son Adenina, Manitol y Cloruro Sódico, variando el Hidrato de Carbono en su composición. (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

- **SAG MANITOL** (Adenina – Glucosa – Manitol). Es la más usada. Los Concentrados de Hematíes duran 42 días, (7 días más que con la solución de CPD-A). Se añade 0.22 ml por cada 1 ml de sangre extraída, o sea 100 ml de solución por cada unidad de 450 ml de Sangre entera.

Existen otras soluciones que se comercializan en menor medida. Prolongan la vida del Concentrado de Hematíes hasta 37 días: **AS-1 (ADSOL)**, **AS-3 (NUTRICEL)**, **AS-5 (OPTISOL)**.

De manera experimental hay nuevas soluciones que tienen mayor periodo de almacenamiento estas son: **EAS-61** (9 semanas), **EAS-64** (10 semanas) y **EAS-76** (11 semanas).

- **REJUVESOL** es una solución para unidades de Concentrados de Hematíes almacenados para mantener su viabilidad y restaurar los niveles de ATP y 2,3-DPG (Centro de Transfusión Veterinario, 2011).

### **3.5 URGENCIAS HEMATOLÓGICAS CLINICAS QUE REQUIEREN DE TRANSFUSIONES DE SANGRE O HEMODERIVADOS**

Entre las urgencias hematológicas podemos encontrar las anemias que se producen de forma aguda (hemorragias y hemólisis) y algunos trastornos inmunomediados que afectan a una o varias de las líneas celulares sanguíneas. Las anemias no regenerativas suelen presentar un curso más crónico y raramente son motivo de urgencias (Clemente, 2011).

La anemia es un hallazgo de laboratorio común en pequeños animales. A pesar de que fisiológicamente “anemia” puede ser definida como una disminución en la capacidad de transportar oxígeno, para el clínico “anemia” se define como una disminución del hematocrito, concentración de hemoglobina, o recuento de glóbulos rojos (gr) por debajo de los valores de referencia (Couto, 2011 ).













Existen un gran número de agentes etiológicos que pueden causar anemia. Entre las drogas que pueden resultar en anemia por diferentes mecanismos se encuentran la acepromazina, el acetaminofeno, los antiarrítmicos y anticonvulsivantes, la benzocaina, las cefalosporinas y penicilinas, el cloranfenicol, los estrógenos, la butazolidina y otros antiinflamatorios no esteroideos, el azul de metileno, las sulfas potenciadas, la griseofulvina (en gatos), y los antitiroideos (en gatos). Sin embargo, cualquier droga es capaz de causar anemia en un determinado paciente. Entre las toxinas que comúnmente causan anemia

se encuentran el zinc (ingerido como cuerpo extraño metálico o iatrogénico), y los agentes oxidantes (que habitualmente causan anemia por cuerpos de Heinz). Parásitos como los ancylostomas en cachorros y las pulgas en cachorros y gatitos pueden causar anemia hemorrágica o ferropénica. La mayoría de los hemoparásitos, como la *Hemobartonella*, *Babesia*, *Ehrlichia*, *Cytauxzoon*, y *Tripanosoma* también pueden ocasionar anemia (ya sea hemolítica o debido a depresión medular). Finalmente, una gran variedad de patologías medulares y extramedulares también pueden resultar en anemia (Couto, 2011).

### 3.5.1 Indicaciones de los hemocomponentes según el orden de preferencia

- **Anemias:** Concentrados de eritrocitos, Sangre Entera Fresca y Sangre Entera Almacenada.
- **Hemorragia masiva:** Sangre Entera Fresca, Plasma Fresco Congelado, Plasma Almacenado y Concentrado de eritrocitos.
- **Intoxicación dicumarínicos:** Plasma Almacenado, PFC, plasma pobre y Sangre Entera Fresca.
- **Coagulación Intravascular:** PFC, Crioprecipitado, Concentrado de Eritrocitos, Sangre Entera Fresca y Sangre Entera Almacenada.
- **Hipoproteinemia:** PFC, Sangre Entera Fresca/Almacenada, Plasma Pobre, Plasma Almacenado y Coloides.
- **Hipoalbuminemia:** Albúmina (hemoderivado), PFC, Plasma Pobre, Plasma Almacenado, Coloides, y Sangre Entera Fresca/Almacenada.
- **Hemofilia A (Factor VIII):** Crioprecipitado, PFC y Sangre Entera Fresca.
- **Hemofilia B (Factor IX):** Plasma Almacenado, Plasma Pobre, PFC y Sangre Entera Almacenada.
- **Pancreatitis:** PFC, Albúmina (hemoderivado), Plasma Almacenado y Sangre Entera Fresca/Almacenada.
- **Parvovirus:** PFC, Plasma Almacenado, Plasma Pobre y Sangre Entera Fresca.
- **Hepatopatía y coagulopatía:** PFC y Sangre Entera Fresca.
- **Hepatopatía y Anemia:** Concentrado de Eritrocitos, PFC, Plasma Almacenado y Sangre Entera Fresca/Almacenada.
- **Pancitopenia:** Sangre Entera Fresca y Concentrados de Eritrocitos.
- **Trombocitopenia:** Concentrado de plaquetas, PRP y Sangre Entera Fresca.
- **Enfermedad de Von Willebrand:** Plasma Fresco y Crioprecipitado (Labao, 2013 a).

**Tabla 13.** Elección de componentes sanguíneos a transfundir según patologías presentadas

COMPONENTE SANGUINEO												
FATOLOGIA	SF	SA	CH	CHC	PFC	PF	PC	CRIO	PPCRIO	CP	PRP	ALB
ANEMIA APLASICA	Blue	Blue	Orange	Orange								
ANEMIA CON COAGULOPATIA	Blue	Blue	Orange	Orange	Orange	Blue	Blue					
ANEMIA CON HIPOPROTEINEMIA	Blue	Blue	Orange	Orange	Orange	Blue	Blue		Blue			
ANEMIA CON HIPOVOLEMIA	Blue	Blue	Orange	Orange	Orange	Blue	Blue					
ANEMIA HEMOLITICA	Blue	Blue	Orange	Orange								
ANEMIA HIPOPLASICA	Blue	Blue	Orange	Orange								
ANEMIA REGENERATIVA	Blue	Blue	Orange	Orange								
ANEMIA RENAL CRONICA	Blue	Blue	Orange	Orange		Blue	Blue	Blue				
C,LD	Orange	Orange	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue				
HEMORAGIA MASIVA	Blue	Blue	Orange	Orange	Orange	Blue	Blue					
ISERITROLISIS NEONATAL	Blue	Blue	Orange	Orange	Orange	Blue	Blue					
PANCITOPENIA	Orange	Orange	Blue	Blue								
TRANSFUSION MASIVA					Orange	Orange	Orange		Blue			
ENF. HEPATICA CON ANEMIA	Orange	Orange	Blue	Blue		Blue	Blue					
ENF. HEPATICA CON COAGULOPATIA	Blue	Blue				Orange	Blue		Yellow			
ENF. VOM VILLEBRAND	Yellow	Yellow			Blue	Orange		Orange				
FACTOR II					Blue	Orange	Blue		Orange			
FACTOR V						Orange						
FACTOR VII						Orange	Blue		Orange			
FACTOR VIII						Orange		Orange				
FACTOR IX						Orange	Blue		Orange			
FACTOR X						Orange	Blue					
FACTOR XI						Orange	Blue	Blue				
FACTOR XII						Orange	Blue					
FACTOR XIII						Orange	Yellow	Orange				
FIBRINOGENO						Orange	Yellow	Orange				
HEMOFILIA A						Orange						
HEMOFILIA A, FACTOR VIII						Blue						
HEMOFILIA FACTOR IX						Orange	Blue		Blue			
TERAPIA ANTICOAGULANTE				Yellow		Orange	Orange					
TOXICIDAD POR CUMARINAS				Yellow		Orange	Blue		Orange			
TOXICIDAD POR ANTICOAGULANTE				Yellow		Blue	Orange		Blue			
PURPURA TROMBOCITOPENICA TROMBICA					Orange	Blue	Blue					
TROMBOCITOPENIA	Blue									Orange	Orange	
DEFICIENCIA DE PROTEINA C <sub>3</sub> , AT III					Blue				Blue			
DEFICIENCIA DE VITAMINA K	Blue	Blue			Orange	Orange	Orange					
ENFERMEDADES HEPATICAS	Blue	Blue			Orange	Orange	Orange					
HIPOALBUMINEMIA	Yellow	Yellow			Blue	Blue	Blue		Blue			Orange
HIPOPROTEINEMIA	Blue	Blue			Blue	Blue	Blue		Blue			Blue
INMUNOGLOBULINAS BAJAS	Yellow	Yellow			Blue	Blue	Blue		Blue			
PANCREATITIS	Yellow	Yellow			Blue	Orange	Yellow					Blue
1ª OPCION	Orange	2ª OPCION	Blue	3ª OPCION	Yellow							

SF: Sangre fresca / SA: Sangre almacenada / CH: Concentrado de Hematías / CHC: Concentrado de Hematías Congelado / PFC: Plasma Fresco Congelado / PF: Plasma Fresco / PC: Plasma Congelado / PRP: Plasma Rico en Plaquetas  
 CP: Concentrado de Plaquetas / CRIO: Crioeprecitado / PPCRIO: Plasma Pobre en Crioeprecitado / ALB: Albumina.

( Centro de Transfusión Veterinario, 2012).

**Tabla 14.** Componentes sanguíneos para Transfusiones.

Producto	Obtención	Conservación/caducidad	Componentes activos
Sangre Total Fresca (STF)	Sangre tal y como se obtiene del donante, administrada menos de 8 horas tras su extracción	Temperatura ambiente, 8 horas	Globulos rojos, plaquetas Globulos blancos (muy baja viabilidad) Factores coagulación (todos) Albumina, otras proteínas plasmáticas
Sangre Total Almacenada (STA)	Sangre Total, transcurridas más de 8 horas desde su extracción	2-6°C, 28-35 días	Glóbulos rojos Albumina
Concentrado Glóbulos Rojos (CGR)	Sedimento de centrifugación de ST, 5.000 x g, 5 min (4°C) ó 2.000 x g, 10 min (4°C)	2-6°C, 28-35 días (hasta 42 días si se añade solución nutritiva)	Glóbulos rojos
Plasma	Sobrenadante de centrifugación de ST, 5.000xg, 5 min (4°C), ó 2.000xg, 10 min (4°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasma Fresco (PF): administrado antes de 6 horas desde la extracción de sangre. Conservar a temperatura ambiente.</li> <li>• Plasma Fresco Congelado (PFC): congelado a -30°C antes de 6 horas desde la obtención de sangre. Conservar a -30°C.</li> <li>• Plasma Congelado (PC): congelado después de 6h desde la obtención de sangre; PFC descongelado y vuelto a congelar; PFC congelado más de 1 año; plasma sobrenadante de crioprecipitado. Conservar a -30°C hasta 5 años tras la extracción sangre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PF y PFC: todos los factores de coagulación, albumina y resto de proteínas plasmáticas.</li> <li>• PC: albumina (2 años). Factores de coagulación: menor actividad de F. V, VIII y v.Willebrand. Otras proteínas plasmáticas (2 años)</li> </ul>
Plasma Rico en Plaquetas (PRP)	Sobrenadante de centrifugación lenta de STF, 1.000 x g, 4-6 min (22°C)	Temperatura ambiente, en agitación constante: 24 horas	Plaquetas Factores de coagulación y otras proteínas plasmáticas
Concentrado de Plaquetas (CP)	Sedimento de centrifugación de PRP a 2.000 x g, 10 min (22°C)	Temperatura ambiente, en agitación constante: 3-5 días	Plaquetas
Crioprecipitado	Precipitado insoluble tras descongelación de PFC a 4-6°C	-30°C, 1 año	F. von Willebrand, Fibrinógeno, Fibronectina F. XIII y F. VIII

(Fragío y Daza, 2013).

### 3.5.2 Anemia

La anemia puede definirse como la disminución de los glóbulos rojos de la sangre o de su contenido de hemoglobina, la que resulta insuficiente para el normal transporte de oxígeno a los tejidos. La anemia, evaluada inicialmente por la palidez de las mucosas, es un signo clínico indicativo de un proceso morboso subyacente, más que una condición primaria. Puede ocurrir luego de hemorragias, aumento de la destrucción de eritrocitos o reducción en su producción. Por tal motivo puede clasificarse teniendo en cuenta diversos aspectos, pero una de las más utilizadas es la que considera las causas de la misma; dividiéndolas en regenerativas (la médula ósea conserva su capacidad para producir



los elementos de la sangre) y no regenerativa (donde la médula ha perdido dicha capacidad) (Dubiel *et al.*, 2006).

- **Presentación clínica de la anemia**

La sintomatología clínica asociada con anemia incluye cansancio, disminución de actividad, intolerancia al ejercicio, pica, y otros signos clínicos asociados con la etiología de la anemia. En la exploración clínica los siguientes hallazgos son comunes: palidez de membranas mucosas, ictericia (en algunos pacientes con anemia hemolítica), taquicardia o taquisfigmia, soplo cardíaco sistólico, y ocasionalmente hepatoesplenomegalia, linfadenopatía, o petequias y equimosis (si el paciente también tiene trombocitopenia) (Couto, 2011).

- **Hemograma diagnóstico**

El hemograma es extremadamente útil en el diagnóstico de anemias. En la mayoría de los pacientes es muy factible establecer la causa de la anemia después de haber efectuado una evaluación clínica y un hemograma. De acuerdo al grado de respuesta de la médula ósea, las anemias se pueden clasificar en 2 categorías: regenerativas y no regenerativas. Las anemias regenerativas se caracterizan por tener un alto recuento de reticulocitos (o policromasia marcada), mientras que en las anemias no regenerativas, el porcentaje de reticulocitos es bajo (o no hay policromasia) (Couto, 2011).

Los índices eritrocitarios también ayudan a establecer un diagnóstico. Por ejemplo, las anemias regenerativas son habitualmente macrocíticas e hipocrómicas, mientras que la mayoría de las anemias crónicas son normocíticas y normocrómicas. La presencia de microcitosis e hipocromasia son altamente sugestivos de anemia ferropénica; es importante recordar que en ciertas razas la microcitosis es común (Akitas, Sharpeis, Shiba Inus). Finalmente, la microcitosis es un hallazgo común en perros y gatos con shunts portosistémicos (aunque habitualmente no están anémicos). La evaluación del frotis frecuentemente ayuda a determinar el mecanismo o la causa de la anemia (Couto, 2011).

El leucograma, aunque no suele darnos un diagnóstico concreto, puede ofrecernos información muy valiosa para ofrecer un pronóstico en situaciones de urgencias. Sin embargo ningún analizador ofrece información sobre alteraciones morfológicas aparte de algunas alarmas, por lo que siempre se debería examinar el frotis sanguíneo. Algunos cambios morfológicos relevantes para el clínico son los que indican toxicidad de los neutrófilos, como basofilia o vacuolización citoplasmáticas, o cuerpos de Döhle –pequeñas inclusiones citoplasmáticas azuladas- o el desvío a la izquierda (presencia aumentada de neutrófilos

bastonados). El desvío a la izquierda se denomina regenerativo si el número de bastonados es inferior al de segmentados, y degenerativo si los bastonados superan a los segmentados, lo que se considera un indicador de mal pronóstico (Clemente, 2011).

**a) Anemias regenerativas o anemias por pérdida de sangre (Hemorragia)**

Encontramos las anemias por pérdida sanguínea (hemorragias) y las denominadas anemias hemolíticas por destrucción de los glóbulos rojos. En las anemias regenerativas, el índice de reticulocitos es de  $\geq 2.5$ . Solamente 2 mecanismos pueden resultar en este tipo de anemias, hemólisis y hemorragia. Debido a que la respuesta reticulocitaria lleva entre 48 y 72 horas, las anemias hemolíticas y hemorrágicas hiperagudas no son regenerativas. En pacientes con anemias hemorrágicas, el hematocrito habitualmente disminuye en forma proporcional a la concentración de proteínas plasmáticas, mientras que en los pacientes con hemólisis la concentración de proteínas plasmáticas es generalmente normal (o está artificialmente elevada). Además, en los pacientes con hemólisis es frecuente encontrar hemoglobinemia (plasma rojizo), hiperbilirrubinemia (plasma amarillo), hemoglobinuria, o bilirrubinuria. Si la anemia hemolítica es de origen inmunológico, es frecuente encontrar autoaglutinación y esferocitos en el frotis sanguíneo; obviamente, como la anemia es regenerativa, también hay policromasia. Si se sospecha una causa inmunológica de anemia hemolítica, es difícil confirmar el diagnóstico después de haber evaluado al paciente y el frotis, pero se debe hacer una prueba directa de Coombs, para detectar anticuerpos en la superficie de los eritrocitos. Debido a que estas las anemias hemorrágicas y hemolíticas son regenerativas, no es necesario evaluar la médula ósea (Couto, 2011).

El tratamiento de pacientes con anemia hemorrágica consiste en inducir hemostasia (en forma médica o quirúrgica) y usar soluciones cristaloides o coloides; el uso de eritrocitos o sangre entera (transfusión) también puede estar indicado. En pacientes con anemia inmune hemolítica, dosis inmunosupresivas de corticoides constituyen el tratamiento de elección. Puede usarse 2-4 mg/kg de Prednisona, PO, SID durante la primera semana, y después disminuir la dosis gradualmente (a 1-2 mg/kg día por medio). Si la hemólisis es severa, también se recomienda una dosis de Ciclofosfamida (Endoxan) 200-300 mg/m<sup>2</sup> (IV ó PO); debido a que los perros con anemia inmune hemolítica tienen una alta tendencia a desarrollar eventos tromboembólicos, también se utiliza heparina (mini dosis  $\rightarrow$  5-10 UI/kg, SQ, TID, ó dosis bajas  $\rightarrow$  75-100 UI/kg, SQ, TID). Para la terapia de mantenimiento, además de Prednisona se utiliza Azatioprina (Imuran), 50 mg/m<sup>2</sup>, PO, SID durante una semana y después día por medio (Couto, 2011).

La triada anemia, hipoproteinemia y reticulocitosis se considera el marcador de anemia regenerativa asociada a pérdida de sangre (Clemente, 2011).

**b) Anemias no regenerativas**

Se producen por alteraciones en las células madres progenitoras de la médula ósea, fundamentalmente por déficit de hierro o de vitaminas o una dificultad en la utilización de los mismos, como ocurre en las enfermedades de larga evolución (Couto, 2011).

Cinco mecanismos pueden resultar en anemias no regenerativas: hemorragia ó hemólisis hiperaguda (en las primeras 72 horas), insuficiencia renal crónica, inflamación crónica, problemas de médula ósea, y hemorragia crónica (anemia ferropénica). Debido a que estas anemias no resultan en una buena respuesta reticulocitaria, una vez que hemos descartado anemia de inflamación crónica y de insuficiencia renal crónica, es necesario evaluar la médula ósea citológicamente. En pacientes con inflamación crónica, el tratamiento del problema primario habitualmente resulta en resolución de la anemia. En perros y gatos con anemia renal crónica, la administración de eritropoyetina recombinante (100-150 UI/kg, SQ, 2 a 3 veces por semana) frecuentemente resulta en normalización del hematocrito. Los esteroides anabólicos son de poco beneficio en estos pacientes (Couto, 2011).

En perros con anemia ferropénica (recordar que son microcíticas, hipocrómicas, con algunos reticulocitos, y trombocitosis), el primer paso es identificar la fuente de pérdida de sangre; en la mayoría de los perros adultos, la fuente es un tumor gastrointestinal, mientras que en los cachorros, los parásitos gastrointestinales (y las pulgas) son la causa más frecuente. Una vez identificada la causa (y corregido el problema), no es necesario suplementar la dieta con hierro, ya que una dieta balanceada resulta en normalización del hematocrito en 4-6 semanas. En pacientes con patología de médula ósea (leucemia, aplasia medular, displasia medular o síndrome preleucémico), se debe utilizar ó quimioterapia, o tratamiento no-específico (anabólicos no esteroides) (Couto, 2011).

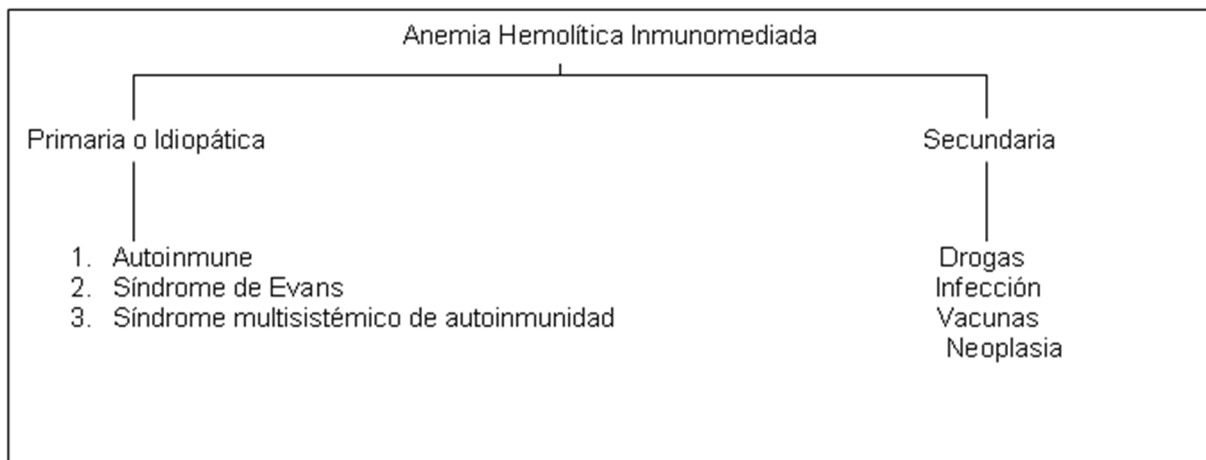
Como la función principal de los eritrocitos es el transporte de oxígeno a los tejidos, cualquier situación que haga disminuir este aporte, provocará un incremento de la eritropoyesis en la médula ósea. Esta respuesta dependerá de condiciones tales como, función medular normal, incremento de las concentraciones séricas de la hormona eritropoyetina y aporte adecuado de minerales, principalmente hierro, cobre y vitaminas, entre ellas ácido fólico, vitamina B12, piridoxina, ácido ascórbico y riboflavina. Una alteración de cualquiera de estos factores da origen a anemias características. En la clínica veterinaria la eficacia terapéutica, en

el tratamiento de anemias, puede medirse a partir del incremento resultante de la tasa de producción de eritrocitos (Dubiel *et al.*, 2006).

**c) Anemia hemolítica inmunomediada**

Las anemias hemolíticas inmunomediadas (AHI) son hemopatías en las que la destrucción de los eritrocitos es debida a una reacción de hipersensibilidad tipo II. Pueden ser de dos tipos: extravasculares, cuando los eritrocitos son destruidos en el bazo al ser cubiertos con IgG o por el complemento, y hemolisis intravasculares cuando los eritrocitos están cubiertos por IgG, M o por el complemento. Estas últimas tienen un pronóstico bastante más desfavorable (Laporta y Bárcena, 2010).

Las anemias hemolíticas pueden ser primarias o secundarias. Las primarias son reacciones autoinmunes contra los eritrocitos; la mayoría de estas anemias pertenecen al grupo de las primarias, ya que no encontramos la enfermedad desencadenante de la hemolisis. En las anemias secundarias los eritrocitos son destruidos “involuntariamente” debido a reacciones inmunes contra proteínas foráneas que pueden adherirse a la superficie de los eritrocitos; normalmente, estas reacciones inmunes son secundarias a virus, bacterias, neoplasias o reacciones medicamentosas. Este segundo tipo de AHI es mucho más frecuente en los gatos (Laporta y Bárcena 2010).



**Esquema 5.** Anemia Hemolítica Inmunomediada (Villalba *et al.*, 2004).

**c1) Diagnóstico, presentación y síntomas clínicos**

La AHI es una enfermedad que se presenta con mayor frecuencia en animales de mediana edad (entre 6-8 años) y según algunos estudios afecta con mayor frecuencia a las

hembras. Aunque no hay una predisposición clara en cuanto a la raza parece ser que los Cocker Spaniel, Collie, Setter irlandés y Poodle pueden padecer la enfermedad con mayor frecuencia.

Los síntomas pueden ser bastante inespecíficos en su presentación y son frecuentes la anorexia, depresión y astenia, aunque en ocasiones y con menor frecuencia pueden presentar vómitos, diarreas e incluso síncope y colapso. En ocasiones muestran orinas oscuras o bilirrubinurias que pueden indicarnos que se trata de una hemólisis intravascular. Del mismo modo, pueden presentar fiebre, linfadenopatías y hepatoesplenomegalias. La aparición súbita de distrés respiratorio nos debe alertar de la posible presencia de tromboembolismo pulmonar, coagulopatía frecuentemente asociada a AHI (Laporta y Bárcena, 2010).

Los datos laboratoriales nos pueden indicar una anemia marcada o media (el hematocrito puede llegar a valores del 6%). El índice de regeneración puede incluso ser bajo en este tipo de anemias siempre y cuando la médula ósea y los progenitores eritrocitarios se vean afectados directamente. La presencia de esferocitos implica un proceso inmunomediado pero no indica o distingue entre un proceso primario o secundario. La macrocitosis es indicativa de fuerte regeneración; así mismo, la autoaglutinación microscópica es visible en algunos frotis sanguíneos de pacientes con AHI. La leucopenia es poco frecuente y la leucocitosis puede estar provocada por la reacción inflamatoria que implica la enfermedad. La trombocitopenia que resulta de la destrucción inmunomediada es bastante frecuente, aproximadamente puede aparecer en el 70% de los casos de AHI. Es el llamado síndrome de Evans, y su aparición implica un pronóstico bastante peor (Laporta y Bárcena, 2010).

La autoaglutinación es un síntoma clave en el diagnóstico de las AHI autoinmunes y su presencia indica que no es necesario el uso del test de Coombs. No hay alteraciones bioquímicas significativas, pero la bioquímica sanguínea puede evidenciar cambios debidos a la deshidratación, hipoxia y hemolisis. Los pacientes con AHI pueden presentar hiperbilirrubinemia. Del mismo modo, también pueden presentar azotemias prerrenales. Las azotemias agudas se pueden presentar como causa directa del daño hipóxico, como consecuencia de una coagulación intravascular diseminada, sepsis o como consecuencia de la pigmenturia tóxica. Las transaminasas hepáticas también pueden estar elevadas a consecuencia de la hipoxia hepática. El dióxido de carbono total (TCO<sub>2</sub>) y el bicarbonato debido a la acidosis tisular estarán sensiblemente bajos. Del mismo modo, el ácido láctico puede estar elevado también debido a la hipoxia tisular. En casos de hemolisis intravascular es frecuente la aparición de orinas oscuras debido a la hemoglobinuria, en cuyo caso el color oscuro permanecerá incluso después de la centrifugación de la orina+ (Laporta y Bárcena, 2010).

## ***c2) Tratamiento***

Debemos tener presente a la hora de tratar pacientes con AHI diferentes aspectos del mismo como son: las transfusiones, el tratamiento de soporte y el inmunosupresivo.

La decisión de transfundir o no a los pacientes con AHI sigue siendo controvertido, en principio siempre será necesaria una transfusión de sangre, paquete celular u oxiglobina ya que la hipoxia y con ella la acidosis tisular es una de las causas de la muerte de los pacientes aunque desde luego no la única. Si el hematocrito permanece estable es posible que la transfusión no sea necesaria. Para decidirnos a la hora de hacer una transfusión o no debemos tener en cuenta parámetros clínicos como aptitud, tolerancia al ejercicio, respiración y ritmo cardiaco; además, la presencia de autoanticuerpos en el paciente puede acortar sensiblemente la vida de las células transfundidas. La transfusión puede también suprimir la eritropoyesis y además el riesgo de aparición de trombosis pulmonares se acrecienta (Laporta y Bárcena 2010).

En cuanto al tratamiento de soporte, es necesaria siempre la perfusión de órganos y la corrección de los desequilibrios ácido-base, aunque esto la mayoría de las veces se consigue con la misma perfusión y fluidoterapia. Además la fluidoterapia es necesaria en casos de pigmenturia para evitar o minimizar el daño tubular renal. El tratamiento con inmunosupresivos es necesario en todos los pacientes con AHI y su objetivo es evitar la destrucción o hemólisis de los eritrocitos por el sistema fagocítico. Las dosis recomendadas son 2 mg/kg cada 12 h de metilprednisolona vía oral. Se ha demostrado que mayores dosis no son más efectivas y que además aumentan el riesgo de aparición de tromboembolismos pulmonares (TP). Si el hematocrito permanece estable a los 7-10 días se puede reducir la dosis de corticoesteroides en un 25%-50% cada 3 o 4 semanas (Cotter y Stone, 1994).

De todas las drogas citotóxicas utilizadas, quizás la azatioprina a dosis de 2 mg/kg cada 48 h sea la más efectiva, aunque se puede utilizar la misma dosis diariamente según la gravedad del paciente. Otras drogas citotóxicas como ciclosporina-A no son tan efectivas y, en cuanto al uso del mycofenolate, todavía no está generalizado y son necesarios estudios para comprobar su eficacia en las AHI. De todas las combinaciones de fármacos utilizados en estudios realizados (Cotter y Stone, 1994) parece ser que la combinación de prednisona/prednisolona a dosis de 2 mg/kg cada 12 h más azatioprina a dosis de 2 mg/kg cada 24 o 48 h y ácido acetilsalicílico a dosis de 0,5 mg/12 h ha demostrado un mayor índice de supervivencia en perros aquejados de AHI.

Las complicaciones que se presentan con las AHI son muchas y además hay un índice de mortalidad muy alto debido a éstas. Las complicaciones más frecuentes y severas son los

tromboembolismos pulmonares (TP), sepsis, fallos renales, hemorragias y anemias refractarias. Los TP son causa bastante común de muerte en pacientes con AHI ya que se ha demostrado que un 30% de las necropsias de perros muertos por AHI, presentaban TP (Klein). La hiperbilirrubinemia, hipoalbuminemia y los catéteres intravenosos junto con las trombocitopenias severas son factores de riesgo que pueden incrementar el riesgo de aparición de TP. Por otro lado, actualmente se cuestiona cada vez más el uso de heparina en AHI (Laporta y Bárcena 2010).

#### **d) Trombocitopenia inmunomediada (TIM)**

Es la causa más común de trombocitopenia severa en el perro. Igual que en la AHI, puede ser primaria o secundaria, con anticuerpos antiplaquetarios presentes en ambos casos. Es más frecuente en hembras (2:1) y en Cocker Spaniel, Pastor Alemán, Bobtail y Poodle (Clemente, 2011).

Es frecuente encontrar hemorragias petequiales en piel y mucosas, hematuria, epistaxis, hematoquecia o hematemesis. El recuento de plaquetas suele ser muy bajo (< 50.000 plaquetas/uL) pero debido a que la trombocitopenia inmunomediada puede presentarse asociada a múltiples problemas, el diagnóstico de TIM primaria puede hacerse sólo por exclusión (Clemente, 2011).

Infecciones como *E. canis*, *A. phagocytophilum*, *B. canis* o *D. immitis* pueden provocar el desarrollo de anticuerpos antiplaquetarios en el perro, mientras que en el gato, la toxoplasmosis, Leucemia Viral felina, la Inmunodeficiencia Viral felina, Peritonitis infecciosa viral o el virus de la panleucopenia pueden ser la causa de la Trombocitopenia inmunomediada secundaria. Además, fármacos como la sulfa/trimetropin en perros, la griseofulvina en gatos, o distintas neoplasias pueden causar TIM secundaria. En todos los casos comentados, el test de anticuerpos antiplaquetarios puede ser positivo. Es un test muy sensible, pero no específico (Clemente, 2011).

El tratamiento es similar al de la AHI, siendo importante mantener a los animales en reposo estricto, y con terapia de soporte que incluye transfusiones. La transfusión de sangre entera puede ayudar a controlar una hemorragia aunque no aumentará el número de plaquetas. Además de los corticoides, puede usarse vincristina (0.02 mg/kg) en casos severos de TIM (< 15.000 plaquetas/uL) porque los perros tratados con vincristina tienen un incremento más rápido en el número de plaquetas. Los perros con TIM y AHI concurrente (síndrome de Evans) deben ser tratados desde el inicio con una combinación de fármacos (corticoides y azatioprina) porque parece que presentan un peor pronóstico (Clemente, 2011).

**e) Aplasia eritroide pura (AEP)**

Es un trastorno menos frecuente, caracterizado por una anemia severa, no regenerativa, con ausencia de precursores eritroides en la médula ósea (ratio Mieloide/Eritroide alto, más de 99:1). El tratamiento es similar a la AHI pero el pronóstico es mejor, con una tasa de mortalidad inferior al 20% (Clemente, 2011).

**f) Anemia aplásica o pancitopenia aplásica**

Afecta a las tres líneas celulares y aunque puede estar causada por infecciones (parvo, Ehrlichia, FeLV, FIV) o fármacos (estrógenos, citotóxicos), puede ser idiopática. En personas, hay evidencia de una forma inmunomediada que puede responder a inmunosupresión. Si se descartan las causas anteriores, puede intentarse un tratamiento inmunosupresor, pero el pronóstico es de reservado a malo. Se ha descrito una **neutropenia inmunomediada** en perros con recuentos bajos de neutrófilos (media 110 neutrófilos/uL) con buena respuesta al tratamiento con corticoides. Al no haber un test de anticuerpos antineutrófilos, es diagnóstico es tras descartar otras causas y por la respuesta al tratamiento (Clemente, 2011).

**3.5.3 Shock hipovolémico**

Es la forma más frecuente de shock. Tiene lugar cuando disminuye el volumen de sangre circulante. Los signos clínicos que nos encontraremos serán:

- Hipotensión.
- Tiempo de relleno capilar aumentado
- Pulso débil
- Taquicardia refleja
- Vasoconstricción periférica.
- Extremidades frías.
- Palidez de mucosas.
- Estado mental deprimido (Pulido *et al*, 2002).

Otros parámetros importantes a tomarse en cuenta:

- Pérdida aguda de más del 30% del volumen sanguíneo (30ml/kg en perros y 20ml/kg en gatos).
- Pérdida aguda de sangre o shock con pobre respuesta a la terapia convencional.
- Caída abrupta del hematocrito al 20% en perros y 12 – 15 % en gatos.
- Concentración de hemoglobina < 7g/dl.



- Concentración de hemoglobina  $> 7\text{g/dl}$  y  $< 10\text{g/dl}$  en presencia de hipoxia tisular o en pacientes que requieran cirugía.
- Hemorragia no controlada que no responde a la combinación de cristaloides y coloides.
- Shock hipovolémico refractario que no responde a la terapia,
- Aumento del tiempo de llenado capilar ( $>2$  seg.).
- FC  $> 180/\text{min}$ .
- FR  $> 60/\text{min}$ .
- Presión arterial media disminuida ( $<80$  mmHg).
- Presión venosa central disminuida ( $< 0$  cm H<sub>2</sub>O) (López, 2009 b).

Estos signos aparecen progresivamente a medida que se instauro el shock. La pérdida de volumen circulante dará lugar a una hipotensión, la cual, a su vez, provocará tres respuestas en el organismo:

1. Reflejo simpáticoadrenal.
2. Activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona.
3. Liberación de hormona antidiurética.

Estos mecanismos compensatorios ayudan a mejorar el volumen de sangre, mantienen la presión arterial y mantienen la perfusión a los órganos vitales (corazón y cerebro) (Pulido *et al*, 2002).

Inicialmente, la perfusión puede ser mantenida durante un corto período de tiempo siguiendo a una pérdida ligera o moderada de fluido, pero sin intervención, los mecanismos compensatorios acaban fallando y habrá disminución de la perfusión cerebral y coronaria. Al disminuir el aporte de oxígeno, los tejidos pasarán a metabolismo anaerobio y acumularán deuda de oxígeno. Las concentraciones arteriales de lactato, producto final del metabolismo anaerobio, se correlacionan con la extensión de la hipoperfusión. Con la fluidoterapia pretendemos aumentar el volumen intravascular, aumentando el retorno venoso y el gasto cardíaco; de esta manera aumentaremos la perfusión y la liberación de oxígeno a los tejidos y ayudaremos a restaurar la deuda de oxígeno para que los tejidos puedan volver al metabolismo aeróbico. La gravedad del shock viene determinada por el ritmo y la cantidad de fluido perdido, la edad del paciente, y la presencia de enfermedades subyacentes (Pulido *et al*, 2002).

Se pueden dar tres formas de shock hipovolémico

1. Shock hemorrágico.
2. Shock por pérdidas de fluido.
3. Venodilatación.

Conviene tener en cuenta que el acercamiento inicial a cualquier animal que se presenta en shock incluye: Obtener un acceso venoso, usando una vena central o periférica, y obtener unos datos base mínimos: PVC, PT, BUN, GLU. Los objetivos primarios en el tratamiento del shock hipovolémico son:

- a) Parar las pérdidas de fluidos.
- b) Restablecer el volumen con fluido terapia adecuada.
- c) Restaurar la capacidad de transportar el oxígeno: oxigenoterapia (Pulido *et al*, 2002).

**Tabla 15.** Tratamiento de los diferentes tipos de Shock hipovolémicos.

Fluido	Bolus inicial (shock no complicado)	Trauma craneal	Contusiones pulmonares	Hemorragia intraabdominal	Pérdida de fluidos	Venodilatación
Cristaloides isotónicos	60-90 ml/kg perro 45-60 ml/kg gato	60-90 ml/kg perro 45-60 ml/kg gato	20-30 ml/kg *	60-90 ml/kg perro 40-60 ml/kg gato	60-90 ml/kg perro 45-60 ml/kg gato	60-90 ml/kg perro 45-60 ml/kg gato
Coloides	15-20 ml/kg perro 10-15 ml/kg gato	15-20 ml/kg perro 10-15 ml/kg gato	4-6 ml/kg*	15-20 ml/kg perro 10-15 ml/kg gato	15-2 ml/kg y añadir o pasar a cris- taloides	20 ml/kg perro 10-15 ml/kg gato
Hipertónico salino	5 ml/kg	5 ml/kg	2-3 ml/kg*	5 ml/kg	No usar	5 ml/kg

(Pulido *et al.*, 2002)

**a) Shock hemorrágico**

Tendrá lugar cuando el paciente pierde, de forma aguda, el 30% de su volumen de sangre. Se recomienda realizar transfusión sanguínea en animales que presenten un hematocrito inferior al 25% y/o unas proteínas totales inferiores a 4 gr/dl. Hay que tener en cuenta que, en una pérdida aguda de sangre podemos encontrarnos con un hematocrito normal debido a la contracción esplénica, pero aun así, las proteínas estarán bajas. Los lugares más comunes de hemorragia son: hemorragias peritoneales por laceraciones traumáticas de hígado, riñón o bazo o rotura de masas, hemorragia del tracto gastrointestinal, pérdida de sangre en la cavidad retroperitoneal, espacio pleural o pulmones

(contusiones pulmonares), hemorragia intracraneal o pérdida de sangre más periférica por laceraciones. (Pulido *et al.*, 2002).

Los datos base de emergencia dan información de la cronicidad o la agudeza de la pérdida de sangre. Los perros con pérdida aguda, presentan normalmente un hematocrito normal a elevado gracias a la contracción esplénica, y unas proteínas totales bajas por la distribución inicial de fluidos desde el espacio intersticial al torrente sanguíneo. En las horas que siguen a la hemorragia, la disminución del volumen intravascular causa disminución de la presión hidrostática capilar con relación a la intersticial, lo cual, a su vez, conduce al movimiento de fluidos desde el intersticio al espacio vascular. Este movimiento de fluido desde el espacio intersticial, combinado con la fluidoterapia, causa hemodilución.

El hematocrito y las proteínas tomados horas después de la pérdida inicial de sangre y la fluidoterapia son el reflejo más ajustado de la extensión de la hemorragia (Pulido *et al.*, 2002).

Para aumentar el gasto cardíaco se utilizan fluidos intravenosos: cristaloides y/o coloides, que además incrementan la perfusión tisular y la liberación potencial de oxígeno a los tejidos. Para mejorar el contenido de hemoglobina y la capacidad de transportar el oxígeno pueden ser necesarios los productos de la sangre.

Las ventajas principales de los coloides son:

1. Aumentan rápidamente el volumen intravascular.
2. Debido a su elevado peso molecular, casi todo el volumen administrado tiende a permanecer en el espacio vascular.

En contraste, dada la rápida redistribución del 75% de los cristaloides administrados al espacio intersticial, se necesita infundir 4 veces más de volumen de cristaloides para expandir el espacio intravascular (comparado con los coloides). Así, en perros, la dosis de shock de cristaloides es de 60 a 90 ml/kg (45-60 ml/kg en el gato), la cual encuentra el volumen sanguíneo. La dosis canina de coloides es de 15-20 ml/kg (10-15 ml/kg en el gato). Si se usan cristaloides y coloides juntos, la dosis de cristaloides debería ser reducida en un 40% (Pulido *et al.*, 2002).

Cuando se trata a un paciente en shock hipovolémico, se debe decidir si usar cristaloides, coloides o ambos. Esta decisión depende principalmente de las PT del paciente en el momento de su presentación, teniendo en cuenta que los cristaloides causan importante disminución de la presión coloidosmótica. Si las PT son menores a 4 g/dl., la mayoría de los pacientes se beneficiarán de los coloides en bolus como tratamiento total o parcial. Si se usan cristaloides, se usan soluciones electrolíticas equilibradas o SSF al 0,9%. Si se asume que no hay evidencia clínica de enfermedad cardíaca o pulmonar grave, se calcula la dosis total de fluidos de shock; aproximadamente la mitad de la dosis se administra en bolus (lo más rápido posible) y se reevalúan la presión y el estado físico del

paciente. Si persisten los signos de hipovolemia, taquicardia, pulso débil, mucosas pálidas, se dará el resto del bolus calculado (Pulido *et al.*, 2002).

En una situación de emergencia en la que no se dispone de mucho tiempo para administrar un bolus completo de cristaloides, se puede administrar hipertónico salino (7,5 %) a 5 ml/kg. El salino hipertónico actúa rápidamente aumentando la osmolalidad del espacio vascular, arrastrando agua desde el intersticio a los vasos. Además, a medida que la solución salina viaja a través de la arteria pulmonar, se estimula una gran variedad de reflejos, lo cual resulta en aumento del rendimiento cardíaco y de la perfusión renal. Sin embargo, los efectos beneficiosos del hipertónico tienen una corta duración porque induce la natriuresis y la rápida distribución de las moléculas de sodio. La resucitación del shock con salino hipertónico deberá ser seguida de una fluidoterapia apropiada para mantener los parámetros fisiológicos normales (Pulido *et al.*, 2002).

Se puede mezclar solución salina hipertónica con dextrano o hetastarch en una proporción 1:2,5, así se prolonga la duración de la acción resucitadora. Los coloides y el hipertónico salino tienen sus desventajas: si hay hemorragia activa, estos fluidos pueden verterse en el lugar de la hemorragia y causar más extravasación de fluido debido al tirón oncótico y osmótico. Esto es particularmente preocupante cuando la hemorragia tiene lugar en una cavidad cerrada, como el espacio intracraneal. Se deberán hacer medidas seriadas del PCV y las PT y se deberá monitorizar frecuentemente el estado físico para determinar si está teniendo lugar una hemorragia activa. Se requieren niveles adecuados de hemoglobina para mantener la capacidad de transporte de oxígeno y liberar oxígeno a los tejidos. Además, el plasma es una fuente excelente de factores de coagulación y proteínas como la albúmina, que es importante en la unión y tamponamiento de los fármacos. En animales con pérdida aguda de sangre, se deberá transfundir sangre entera, eritrocitos y plasma si el PCV y las PT son inferiores al 25% y a 4 g/dl respectivamente (Pulido *et al.*, 2002).

VOLUMEN DE ERITROCITOS: 15-20 ml/kg.

PLASMA FRESCO: 10-15 ml/kg.

SANGRE ENTERA: 20-25 ml/kg.

Idealmente, las transfusiones de sangre se deben administrar en 2-3 horas para minimizar las reacciones transfusionales y la sobrecarga de volumen, aunque en situaciones de emergencia puede ser necesario dar productos de sangre en bolus. También de forma ideal, un bolus de shock de cristaloides y coloides es un punto de partida excelente para aumentar el volumen intravascular, el retomo venoso, el gasto cardíaco y la perfusión tisular. A medida que estos fluidos son infundidos, se pueden obtener la sangre fresca o los componentes sanguíneos para transfundir si es necesario (Pulido *et al.*, 2002).

Siguiendo al periodo de shock, no se debe retirar de golpe la fluidoterapia de soporte. Es importante seguir para mantener la expansión del volumen intravascular, mantener la perfusión renal y reemplazar las pérdidas. Una vez se ha completado el bolus de shock, la mayoría de los pacientes requieren ser mantenidos con fluidos intravenosos a ritmos de 2 a 3 veces el volumen de mantenimiento (4-12 ml/kg/h). El ritmo de fluidos y la duración total de fluidoterapia varía entre los individuos. En el primer apartado de esta serie, se trata sobre fluidoterapia, los distintos tipos de sueros que podemos utilizar, así como sus ventajas y aplicaciones más óptimas (Pulido *et al*, 2002).

#### **a1) Manejo de pacientes con hemorragia en cavidad torácica**

La mayoría de los animales que tienen contusiones pulmonares o hemorragia pulmonar lo suficientemente significativa como para causar shock hipovolémico, dan muestras evidentes de *distress* respiratorio. Estos pacientes presentan un discomfort obvio, con incremento del ritmo y esfuerzo respiratorios, posturas ortopneicas (abducción de los codos y estiramiento del cuello), mucosas pálidas, blancas o cianóticas, sonidos respiratorios duros o estertores a la auscultación torácica. Al ser el neumotórax una causa común de la dificultad respiratoria de los pacientes traumatizados, se considerará la toracocentesis diagnóstica, además del manejo de las contusiones pulmonares. En este caso el oxígeno es fundamental: es importante empezar enseguida la oxigenoterapia por mascarilla, cánula nasal, o jaula de oxígeno. Si hay hipoxia, la sola suplementación de oxígeno será suficiente para mejorar el estado cardiovascular del paciente (Pulido *et al.*, 2002).

Como métodos de monitorización ideales, tenemos la pulsoximetría seriada para monitorizar al paciente. Además de la obtención de sangre de la arteria femoral para gasometría, y la medición del lactato arterial para determinar la extensión del daño pulmonar. La consideración más importante en la resucitación de fluidos de un animal con contusiones pulmonares es el potencial para incrementar la hemorragia, empeorando así el compromiso respiratorio. La mejoría de la presión sanguínea con la administración de cristaloides y coloides resulta en un incremento de la presión hidrostática capilar y aumenta potencialmente el movimiento de fluidos en el intersticio pulmonar. Los coloides y/o el hipertónico salino pueden potencialmente moverse al área de la hemorragia y, debido al aumento de la presión oncótica y osmótica, empujar el agua con ellos. De hecho, en cualquier paciente que ha sufrido de hemorragia pulmonar, se debe esperar algún grado de edema pulmonar tras la resucitación, para lo cual, después de restablecer la expansión de volumen intravascular se administrará furosemida, de 0,5-1 mg/kg en bolus (o 0,1-0,3 mg/kg/h en infusión continua) (Pulido *et al*, 2002).

En los pacientes con contusiones pulmonares, los coloides se consideran ventajosos, porque se requieren menores volúmenes para la resucitación que con los cristaloides. Los cristaloides pueden tener mayor tendencia a distribuirse al espacio intersticial, lo cual puede empeorar el edema pulmonar y la hemorragia si el sistema linfático pulmonar no es capaz de desalojar los volúmenes producidos. En pacientes con la permeabilidad microvascular incrementada, los coloides pueden ser una mejor elección dada su gran masa molecular. En síndromes con extravasación capilar pulmonar, también los coloides se pueden verter al intersticio, causando más daño en potencia que beneficio. Se debe decidir cuál es el fluido de elección. Si se duda, y el paciente tiene las PT muy bajas, se puede administrar una pequeña dosis de coloides para testar y observar la respuesta del paciente. Si hay deterioro del status respiratorio tras la dosis, se evitará más administración. Cuando hay contusiones pulmonares, se administrará de 1/3 a 1/4 del volumen de shock de cristaloides o coloides mientras se controla continuamente la función pulmonar. Cuando los pacientes con dificultad respiratoria también presentan signos de shock, puede ser muy difícil determinar los volúmenes de fluidos a administrar, ya que la mejora de la perfusión tisular puede empeorar el estado pulmonar. Habrá que realizar determinaciones seriadas de la producción de orina, urianálisis, presión arterial, concentraciones de lactato y gases arteriales para guiar el equilibrio. Si la PaO<sub>2</sub> es inferior a 60 mmHg o la PaCO<sub>2</sub> es mayor de 50 mmHg a pesar de la suplementación de O<sub>2</sub> se debería considerar la ventilación mecánica para ayudar a la resolución de las contusiones pulmonares (Pulido *et al*, 2002).

#### **a2) *Transfusiones sanguíneas en pacientes quirúrgicos***

El paciente quirúrgico se expone a sufrir un déficit en su capacidad de entrega de oxígeno y pone a prueba su sistema hemostático como consecuencia de la anestesia, el trauma y sangrado propios del acto. Por esta razón, en estos individuos se debe ser más estricto al momento de analizar sus parámetros clínicos y sanguíneos y decidir una transfusión. Las principales indicaciones de una transfusión en cirugía se realizan en pacientes con hemorragias agudas producto de traumas, ruptura de tumores parenquimatosos (hemangiosarcomas hepáticos y esplénicos) y múltiples fracturas con hematomas. La mayoría de los pacientes con hemorragia de hasta un 20% del volumen sanguíneo pueden ser corregidos y estabilizados con soluciones electrolíticas únicamente. Cuando las pérdidas son de un 25-30% puede administrarse sangre entera, pero el concentrado globular y la solución cristaloides son la elección. Cuando hay pérdidas sanguíneas muy severas que dificultan la resucitación y no es suficiente con la reposición de elementos celulares y fluidos, habrá que considerar la administración de un

coloide sintético o plasma a fin de mantener la presión oncótica, ya que las soluciones cristaloides se mantienen pocas horas en el compartimiento vascular (Montoro, 2009).

Los pacientes que se presentan con neos mamarios, esplénicos, hepáticos, prostáticos, ováricos (tumor de granulosa), testiculares (tumor de Sértoli), mastocitomas, entre otros, pueden estar afectados por un síndrome paraneoplásico con manifestaciones de anemia, leucopenia y/o trombocitopenia que no están en condiciones de ser intervenidos sin ser transfundidos. Otras veces los tumores están ulcerados generando pérdidas crónicas. También se dan casos en que los pacientes oncológicos se encuentran bajo tratamiento quimioterápico neoadyuvante y se presentan con mielosupresión. Desde que hace unos años se incorporó el coagulograma (recuento plaquetario, KPTT y Tiempo de Quick) de rutina en el prequirúrgico, empezó a llamar la atención la aparición de trombocitopenias y el déficit de factores de coagulación por distintas patologías de base. Son ejemplos de causas que alteran los valores hemostáticos en el prequirúrgico: patologías hepáticas, neoplasias que generan inhibidores de factores de coagulación (hemangiosarcomas), carcinoma inflamatorio, adenocarcinoma nasal, tumores hematopoyéticos, melanomas, fibrosarcomas que provocan trombocitopenias inmunomediadas, neoplasias que generan trombocitopenias por secuestro, reacciones a drogas, etc. (Montoro, 2009).

Existen cirugías que traen aparejado un alto riesgo de hemorragia intraoperatoria como, por ejemplo, cirugías de ductus arterioso persistente, de glándulas adrenales, renales y de bazo. Otras cirugías se realizan con valores al límite en cuanto a factores de coagulación y/o plaquetas y durante el acto o en el postoperatorio temprano pueden comenzar con hemorragia que no cede. Hay pacientes que entran con valores aceptables de Hematocrito, pero las pérdidas intraoperatorias hacen que se dificulte su recuperación. Todas estas situaciones hacen necesario, al no contar con un banco de sangre, proveer sangre/donante disponible, y si es un felino debe haber sido compatibilizado previamente. El beneficio de la transfusión de plasma para el paciente hipoproteinémico es limitado. Se debe reponer no sólo la albúmina necesaria para restituir la plasmática sino también hay que considerar aquella que se encuentra en el espacio intersticial ya que están en equilibrio. Animales con peritonitis o enfermedades hepáticas crónicas muchas veces necesitan más de una unidad de plasma antes de ser intervenidos. La colocación de sondas para alimentación enteral es muy beneficiosa en estos postoperatorios (Montoro, 2009).

### ***a3) Parámetros de transfusión en cirugía***

Los siguientes son valores de referencia a tener en cuenta cuando un paciente va a ser intervenido y debemos tomar la decisión de transfundir en el preoperatorio o, según el caso, estar preparados para hacerlo durante el procedimiento o en el postoperatorio temprano (Montoro, 2009).

- **Hematocrito**

- Pacientes normovolémicos con Hto. menor a 25% en caninos y 20% en felinos y Hb. menor a 7 gr/dl.

- Paciente con caída abrupta del Hto por debajo de 20%.

- Anemias crónicas con Hto menor al 20%.

- Presencia de signos clínicos de insuficiente oxigenación.

- **Plaquetas**

- Por debajo de 4-5 plaquetas por campo y un recuento total menor a 50.000-75.000 cel/ $\mu$ l..

- **Pruebas de coagulación**

- Tiempo de Quick y KPTT prolongados (mayor a un 30%).

- Coágulos inestables.

- **Hipoalbuminemias**

- Albúmina menor a 1,5 gr/dl.

- Proteínas Totales menores al 3,5 gr/dl. (Montoro, 2009).

## **3.6 EQUIPAMIENTO DE UN BANCO DE SANGRE**

### **3.6.1 Equipos y dispositivos para almacenamiento de la sangre y hemocomponentes**

La conservación y transporte de forma segura de la sangre y de los productos sanguíneos es un componente esencial si se tiene como objetivo el brindar una terapia transfusional segura. Utilizar equipamiento que no ha sido pensado para el almacenamiento de hemocomponentes o romper la cadena de frío puede significar la pérdida de la viabilidad de los hemocomponentes, por lo tanto la terapia con ellos resulta ineficaz o establece las condiciones adecuadas para la proliferación de elementos externos al hemocomponente “bacterias”, que al ser transfundido constituye un gran riesgo para el receptor. Otro elemento a considerar es que “se calcula aproximadamente en un 2% la sangre cuya seguridad para las



transfusiones se ha comprobado y se elimina por diversos motivos”. Este porcentaje varía en función de la gestión del inventario, de la eficacia del almacenamiento y la conservación de la cadena de frío de la sangre, cuestión importante de considerar si supone desperdiciar un recurso escaso y valioso (Zamorano y Escudero, 2005).

El Departamento de Tecnologías Sanitarias Esenciales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrolló una guía para la selección y adquisición de equipos y accesorios de la cadena de frío para banco de sangre en humanos. La misma puede aplicarse en Medicina veterinaria ya que los equipos a emplearse tienen las mismas utilidades, de dicha guía a continuación se dan los principales alcances:

**a) Refrigeradores de banco de sangre**

**a1) Generalidades**

El refrigerador para la conservación de sangre es el equipo básico e imprescindible en todo banco de sangre. A diferencia de los refrigeradores domésticos, los refrigeradores de los bancos de sangre presentan las siguientes características de diseño fundamentales:

1. Aislamiento más acentuado en todo el contorno que prolonga el tiempo de conservación del frío (autonomía frigorífica) en el caso de que se produzca un corte en el suministro eléctrico confiere la capacidad de mantener la temperatura entre +2 °C y +6 °C.
2. Un ventilador de refrigeración que distribuye el aire en el interior de la cámara de forma homogénea.
3. Dispositivos de vigilancia de la temperatura, compuestos por un indicador externo de la temperatura y un sistema de alarma que advierte de peligros como una temperatura anormal o un corte en el suministro eléctrico, entre otros.
4. Revestimiento interior de la cámara resistente a los arañazos (acero inoxidable o aluminio).
5. Puerta delantera de cristal u otro material que permita al usuario ver el contenido de la cámara sin que ello afecte a la temperatura, y cajones o estantes con correderas para depositar la sangre.

**a2) Especificaciones mínimas para refrigeradores eléctricos convencionales**

- **Función del equipo:** refrigerador para conservar unidades de sangre entera o de glóbulos rojos en un banco de sangre.

- **Tipo de equipo:** refrigerador de compresión que utiliza gas refrigerante sin CFC (Gas que se utiliza en algunos aerosoles y frigoríficos y que, al liberarse en la atmósfera, daña la capa de ozono; SINÓNIMO: clorofluorocarbono) y se conecta a la red eléctrica.
  
- **Fabricación:**
  - **Interior:** acero inoxidable, iluminación.
  - **Exterior:** resistente a la corrosión (capa anticorrosión de al menos 1 mm de espesor).
    - **Cajones:** correderas.
    - **Puerta:** de cristal u opaca.
  
- **Control de la temperatura interior:** control electrónico de la temperatura, margen de +2°C a +6°C con precisión de ajuste de 1°C independientemente de la carga. Refrigeración del aire por ventilador.
  - **Temperatura ambiente exterior:** funciona en un intervalo de temperatura ambiente de +10°C a 43°C.
  - **Autonomía frigorífica:** una carga completa de unidades de sangre a +4°C (1°C) tarda al menos 30 minutos en alcanzar una temperatura superior a +6°C.
  
- **Tiempo de enfriamiento:** completamente cargado de unidades de sangre a +25 °C tarda un máximo de 13 horas en enfriar todas las unidades hasta una temperatura inferior a +6 °C.
  
- **Vigilancia de la temperatura**
  - Pantalla LED digital indicadora de la temperatura con precisión de décimas de grado.
    - Registrador de temperatura.
    - Sistema de alarma visual y sonora para advertir de temperaturas no seguras.
  - Baterías de reserva para los dispositivos de alarma y de registro de la temperatura.
  - Instalación para contacto para alarma remota.



**Figura 18.** Refrigerador eléctrico

(<http://www.medicaexpo.es/prod>, 2013).

**b) Congeladores de plasma**

***b1) Descripción, función y limitaciones del equipo***

Los congeladores de plasma no precisan estar conectados a un generador eléctrico de reserva, ya que los congeladores suelen mantener una temperatura inferior a la congelación durante más de 24 horas siempre que no se abra la puerta con frecuencia.

Estos congeladores están especialmente diseñados para conservar plasma. Están equipados con un mecanismo interno de refrigeración por ventilador que distribuye el aire de forma homogénea en el interior del equipo y en torno a los dispositivos de vigilancia de la temperatura. En un diseño ideal, tras abrir la puerta frontal, cada estantería se puede abrir de forma independiente, conservando así la temperatura. El aislamiento de estos equipos es más espeso que el de los congeladores domésticos convencionales, lo cual ayuda a mantener la temperatura por debajo de  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Los factores clave para obtener un rendimiento óptimo son los tiempos de enfriamiento y de congelación. Cuando se deposita en el congelador, el plasma esté a temperatura ambiente. Cuanto mayor sea el volumen de plasma depositado, más tiempo se necesitará para enfriarlo a la temperatura de conservación aceptable, inferior a  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El usuario puede optar por reducir

la carga con el fin de alcanzar más rápidamente temperaturas de conservación seguras. Esto implica que se necesitará más espacio para la conservación de una determinada carga de plasma preparada.



**Figura 19.** Congelador de Plasma (OMS, 2004).

Aunque pueden adquirirse con facilidad congeladores domésticos en el mercado local, se desaconseja utilizarlos para conservar plasma por los siguientes motivos:

- No alcanzan temperaturas de funcionamiento inferiores a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- El tiempo de enfriamiento de una carga de plasma es excesivo.
- Suelen tener un aislamiento deficiente, especialmente las puertas, y no están diseñados para mantener las temperaturas recomendadas.
- Cuando se produce un corte de corriente, se calientan rápidamente.
- Pueden dejar de funcionar cuando la temperatura ambiente es elevada ( $+43\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- No están equipados con dispositivos de vigilancia en serie de la temperatura.

En resumen, si se conserva plasma en congeladores domésticos su tiempo de conservación es más corto que en congeladores de plasma y podría peligrar su calidad.

**b2) Especificaciones mínimas para Congeladores de plasma**

- **Función del equipo:** congelar y conservar plasma en un banco de sangre.
- **Tipo de equipo:** congelador de compresión que utiliza gas refrigerante sin CFC y se conecta a la red eléctrica.
- **Constitución:**
  - **Interior:** acero inoxidable.
  - **Exterior:** resistente a la corrosión (capa anticorrosión de al menos 1 mm).
  - **Diseño:** de tipo arcón o de puerta frontal.
    - **Puerta:** opaca.
    - **Cajones:** correderos.
- **Control de la temperatura interior:** Control electrónico de la temperatura. Temperatura de funcionamiento, de -35°C a -40°C con precisión de ajuste de  $\pm 1^\circ\text{C}$  independientemente de la carga. Refrigeración del aire por ventilador. Eliminación automática de la escarcha dentro del margen de temperaturas seguras. Temperatura ambiente exterior: funciona a una temperatura ambiente de +10°C a +43°C.
- **Autonomía frigorífica:** Una carga completa de unidades de plasma a -36°C tarda al menos 1 hora en alcanzar una temperatura superior a -20 °C. Una carga completa de unidades de plasma a -36 °C tarda al menos 32 horas en alcanzar una temperatura superior a -5 °C.
- **Tiempo de enfriamiento:** Completamente cargado de unidades de plasma a +25 °C tarda un máximo de 5 horas en enfriar todas las unidades hasta una temperatura inferior a -5 °C. Completamente cargado de unidades de plasma a +25 °C tarda un máximo de 30 horas en enfriar todas las unidades hasta una temperatura inferior a -20 °C.
- **Vigilancia de la temperatura:**
  - Pantalla LED digital indicadora de temperatura con precisión de décimas de grado.
  - Registrador de la temperatura.
  - Sistema de alarma visual y sonora para advertir de temperaturas no seguras.
  - Batería de reserva para los dispositivos de alarma y de registro de la temperatura.
  - Instalación para contacto para alarma remota.

## c) **Agitadores de plaquetas**

### *c1) Descripción, función y limitaciones de los equipos*

Los agitadores de plaquetas están diseñados para la conservación de plaquetas a una temperatura de entre 20°C y 24°C. Sólo se encuentran disponibles modelos eléctricos estándar. Las plaquetas deben mantenerse en agitación continua para que conserven su viabilidad y propiedades adhesivas. Sólo se han evaluado agitadores horizontales, ya que se ha informado que con ellos se consigue una mejor agitación que con los de tipo rotativo. El agitador de plaquetas puede encajarse en el interior de una incubadora que mantenga la temperatura deseada, o bien colocarse como unidad autónoma en una habitación climatizada a una temperatura de entre 20°C y 24°C. Existen distintos tamaños y diseños.

La cantidad de concentrados plaquetarios que puede manejar un determinado agitador dependerá de si son de aféresis o de múltiples donantes. Las unidades de concentrados plaquetarios de aféresis suelen pesar hasta seis veces más que las de concentrados plaquetarios de donante de sangre entera.

Es indispensable para la vigilancia del agitador una alarma que alerte de los fallos de movimiento, y si la agitación se realiza en una incubadora, se necesita un dispositivo de vigilancia de la temperatura semejante a los que se encuentran en los refrigeradores convencionales para la conservación de sangre (con sistemas de alarma visual y sonora que avisan de cortes del suministro eléctrico o de temperaturas que se salen del margen correcto, así como registros gráficos de siete días). Características clave El diseño de la puerta permite al usuario inspeccionar el contenido sin necesidad de abrirla, lo cual reduce al mínimo los cambios de temperatura en la incubadora que alberga el agitador de plaquetas. También es importante que los estantes sean resistentes a la corrosión debido a los posibles derramamientos de los tubos piloto de las unidades de plaquetas.

### *c2) Especificaciones mínimas para Agitadores de plaquetas*

- **Función del equipo:** agitar de forma continua los concentrados plaquetarios en una incubadora, en una suspensión uniforme dentro de una bolsa de plasma.
- **Tipo de equipo:** agitador horizontal dentro de una incubadora termorregulada, con gas refrigerante y material aislante, y con suministro de red eléctrica.

- **Constitución:**

- Interior:** Acero inoxidable.

- Exterior:** Resistente a la corrosión, espesor de al menos 1 mm. Las puertas permiten examinar el contenido sin necesidad de abrirlas.

- Diseño de los estantes:** Los estantes se fabrican con material resistente a la corrosión con un margen espacial suficiente para reducir el ruido al mínimo. Fácil carga y retirada de las unidades de plaquetas. Los estantes tienen una traba que impide que se puedan retirar completamente por una maniobra errónea.

- **Control de la temperatura interior:** refrigeración por ventilador. Control electrónico de la temperatura para mantener una temperatura uniforme de 22 °C ( $\pm 0,5$  °C) en todos los estantes.

- **Temperatura ambiente exterior:** la incubadora funciona con temperaturas ambiente de hasta 43 °C  $\pm 1$  °C y humedad relativa del 60 %.

- **Vigilancia del movimiento del agitador:** alarma de fallo de movimiento.

- **Vigilancia de la temperatura:**

- Pantalla LED digital indicadora de la temperatura con precisión de décimas de grado

- Sistema de alarma visual y sonora para indicar los cortes en el suministro eléctrico y temperaturas no seguras; alarma de puerta entreabierta Registrador gráfico de siete días o registro electrónico de las temperaturas máxima y mínima alcanzadas

- **Prestaciones:** agitación con oscilación lateral de 3,6 a 4 cm (1,5 pulgadas), a entre 65 y 75 oscilaciones por minuto.



**Figura 20:** Agitador de plaquetas

(<http://www.microvision.com.ar>, 2013).

**d) Equipos para descongelación de plasma**

**d1) Descripción, función y limitaciones de los equipos**

Un descongelador de plasma consiste fundamentalmente en un baño de agua diseñado para descongelar el plasma de forma rápida y segura. Esto se consigue mediante la agitación del plasma en un baño a 37°C o bien dirigiendo un chorro de agua caliente hacia la unidad de plasma. Se tarda unos 15 minutos en realizar la descongelación, de -30°C a 0°C. Las unidades de plasma pueden introducirse sueltas o por lotes, según el modelo elegido. El descongelador de plasma produce un plasma descongelado uniforme y de calidad para transfusiones y otros usos.

Este equipo presenta el inconveniente del riesgo de fugas de plasma por fisuras que pudieran existir en las unidades de plasma. El agua puede reducir considerablemente la legibilidad de las etiquetas de las unidades de plasma, a menos que se elija un descongelador de plasma de tipo seco, o bien que se envuelvan las unidades en bolsas de plástico impermeable durante la descongelación. El recipiente del baño puede limpiarse y puede reemplazarse el agua cuando sea necesario.



- **Características fundamentales**

Los descongeladores de plasma deberían ser capaces de descongelar todo tipo de unidades de plasma – ya se encuentren plegadas o extendidas – y de productos de Aféresis. Hay algunos diseños en los que puede ser necesario proteger las bocas de la unidad con una envoltura a fin de evitar la entrada de agua a la bolsa a través de la boca. Con los descongeladores de plasma modernos, el usuario no tiene necesidad de mojar las manos. Existen modelos de sobremesa y de instalación en suelo.

- **Sistemas de alarma.** El descongelador de plasma puede incorporar una alarma que alerte al usuario si el nivel de agua en el baño es demasiado bajo. También debe incluirse la alarma de temperatura alta, para garantizar que las unidades de plasma se descongelen a 37°C. En algunos modelos de sistemas abiertos, las unidades de plasma pueden presentar fugas al descongelarse, dado que suelen ser frágiles. En estos equipos, se incorpora un sistema de alarma para detectar las fugas de plasma.

*d2) Especificaciones mínimas para descongeladores de plasma*

**Función del equipo:** descongelar con rapidez el plasma congelado.

- **Tipo de equipo:** baño de agua a 37 °C. Las unidades de plasma se introducen en recipientes especiales y se someten a una agitación constante y uniforme en el baño hasta que concluye la descongelación.

- **Constitución:**

- **Interior:** Material resistente a la corrosión, de fácil limpieza y que no se mancha.

- **Exterior:** Resistente a la corrosión (capa anticorrosión de al menos 1 mm).

- **Diseño:** Tipo arcón, tapa opcional. Fácil carga y retirada de las unidades de plasma. Fácil de desaguar cuando sea necesario.

- **Control de la temperatura interior:** control de temperatura, establecida en 37°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) y resistente a la manipulación.

- **Temperatura ambiente exterior:** funciona a una temperatura ambiente de entre 10°C y 30°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ).

- **Tiempo de descongelación:** una carga completa de unidades de plasma extendidas (de un volumen aproximado de 250 ml) a una temperatura central de  $-30^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) se descongela por completo en menos de 20 minutos.
- **Sistemas de alarma:** Pantalla LED digital indicadora de la temperatura con precisión de décimas de grado. Sistema de alarma visual y sonora que indica si la temperatura se encuentra fuera del intervalo deseado. Alarma visual y sonora si desciende el nivel del agua. Alarma visual y sonora si la unidad de plasma presenta fugas durante la descongelación cuando dicha unidad no se encuentra en un recipiente a prueba de fugas.



**Figura 21.** Descongelador de plasma (<http://www.mauriciomosse.com.ar>, 2013).

e) **Refrigeradores portátiles para el transporte de sangre y líquidos refrigerantes**

*e1) Descripción, función y limitaciones de los equipos*

- **Medios para transporte de sangre.**

Para que su autonomía frigorífica sea aceptable, los refrigeradores portátiles para el transporte de sangre deben contener bloques refrigerantes. Es importante contar siempre con un juego de bloques refrigerantes de repuesto para cada modelo, a fin de hacer frente a las inevitables pérdidas y para garantizar la disponibilidad constante de bloques refrigerantes congelados para uso regular. Normalmente, no se recomienda utilizar bloques refrigerantes rellenos previamente, pues contienen un agente eutéctico (mezcla de dos sustancias químicas

que forman un complejo cuyo punto de fusión es inferior al de cada uno de los componentes por separado), cuyo punto de congelación puede ser inferior a la del agua, lo cual puede poner en peligro la sangre entera o los concentrados de glóbulos rojos, que nunca deben congelarse.

- ***Refrigerante para sangre o plaquetas.***

El refrigerante es una solución eutéctica que tiene una gran capacidad termoenergética y una gran estabilidad a su temperatura de cambio de estado, que típicamente es de +16°C a +20°C. Tras su solidificación los refrigerantes se mantienen a +4°C y están listos para utilizarse tras dos horas a temperatura ambiente. Este cambio de estado, de sólido a líquido, proporciona protección térmica a la sangre o a las plaquetas y es mucho más eficaz que el cambio de fase de hielo a agua que se produce a 0°C.

Para una mayor protección, el refrigerante se aloja en una doble bolsa, es decir, una bolsa sellada que, a su vez, se encuentra dentro de otra. La refrigeración más eficaz se produce cuando la bolsa de refrigerante se halla en contacto directo con la unidad de sangre o de plaquetas. Sin embargo, lo más importante es el hecho de que la eficacia del refrigerante depende de la capacidad aislante del refrigerador portátil para el transporte de sangre. El refrigerante es reutilizable y, por tanto, económico, y evita así el uso de hielo y agua, que puede resultar engorroso. Proporciona estabilidad térmica entre +20°C y +24°C en climas fríos y cálidos y, así, resulta útil en las siguientes situaciones:

a) Para enfriar con rapidez sangre entera de 37 °C a 20 °C.

b) Para ayudar a mantener la temperatura de la sangre entera a unos +20 °C durante su transporte antes del procesado de los componentes.

c) Para proporcionar estabilidad térmica durante la conservación de plaquetas a una temperatura comprendida entre +20 °C y +24 °C.

d) Para el transporte de unidades de plaquetas desde el laboratorio hasta el paciente receptor.

***e2) Especificaciones mínimas para Refrigeradores portátiles para Transporte de sangre (autonomía frigorífica corta)***

- **Función del equipo:** transportar sangre entera de donantes individuales al banco de sangre o de éste al lugar de utilización.

- **Capacidad neta para bolsas de sangre:** 1 a 4 litros (2 bolsas).

- **Peso máximo permitido:** 6 Kg.
- **Autonomía frigorífica:** mantenimiento por debajo de +10°C durante un mínimo de 30 horas a una temperatura ambiente de +43 °C.
- **Manipulación:** se cuelga del hombro o se sujeta con una mano.



**Figura 22.** Refrigerador portátil para transporte de sangre o derivados (<http://invrecol.com/productos.html?seccion=portatiles>, 2013).

*e3) Especificaciones mínimas para Refrigeradores portátiles para transporte de sangre (autonomía frigorífica extendida)*

- **Función del equipo:** transportar sangre entera de donantes individuales al banco de sangre o de éste al lugar de utilización.
- **Capacidad neta para bolsas de sangre:** de 15 a 27 litros (aprox. 20 bolsas).
- **Peso máximo permitido:** 45 kg.
- **Autonomía frigorífica:** mantenimiento por debajo de +10°C durante un mínimo de 130 horas a una temperatura ambiente de +43°C.
- **Manipulación:** transporte en vehículo: dos asas que permiten su transporte por una sola persona.

## f) **Dispositivos de vigilancia de temperatura**

### *f1) Generalidades*

Los dispositivos de vigilancia de la temperatura son fundamentales para la gestión de la calidad de la cadena de frío de la sangre. La tecnología para la vigilancia de la temperatura de los equipos empleados en la cadena de frío de la sangre ha evolucionado desde el termómetro tradicional a versiones electrónicas que ofrecen una exactitud de  $\pm 0,2$  °C como mínimo. Sin embargo, según un estudio reciente realizado por la OMS sobre el estado de la cadena de frío de la sangre, en muchos países en desarrollo se siguen utilizando los termómetros tradicionales de máxima y mínima.

De forma similar, las gráficas generadas por registradores de temperaturas tradicionales son aún la herramienta, simple y eficaz, que utilizan la mayoría de los centros periféricos para vigilar la temperatura de los refrigeradores de bancos de sangre o de los congeladores de plasma. La gestión de la calidad exige que se mantenga un registro de las temperaturas de los equipos en los que se conserva sangre y componentes sanguíneos y el registrador gráfico constituye un medio sencillo de cumplir esta función.

Su principal inconveniente es la necesidad de contar con consumibles como tinta, papel para gráficos y plumillas, los cuales con frecuencia se agotan mucho antes de que el equipo quede obsoleto. En la actualidad se comercializan sistemas mejorados, principalmente de visualización y captura electrónicas de los datos, que superan estos inconvenientes.

### *f2) Versiones electrónicas de dispositivos de vigilancia de la temperatura*

Estos dispositivos electrónicos han pasado hoy en día a formar parte de los equipos de la cadena de frío. Una unidad de indicadores LED fijada en la parte frontal del equipo puede mostrar la temperatura, señales luminosas de alerta y sistemas de control. Si la temperatura del interior del equipo no está dentro del margen esperado se activan alarmas sonoras. Estos dispositivos pueden asimismo avisar cuando se produce un corte en el suministro eléctrico que afecte al equipo sometido a vigilancia.

- **Termómetros digitales portátiles:** También pueden utilizarse termómetros digitales portátiles en lugar de los termómetros de máxima y mínima, o de los termómetros corrientes. Se emplean frecuentemente como control de seguridad de los dispositivos de vigilancia de la temperatura de los equipos. Existen asimismo modelos de termómetros digitales portátiles capaces de mostrar y registrar información sobre temperatura, pero para descargar esa

información el termómetro debe estar conectado a una computadora que tenga instalado el programa informático adecuado.

- **Registadores de datos de temperatura:** En la actualidad, pueden utilizarse registradores de datos de temperatura en lugar de las gráficas de los registradores tradicionales. Estos dispositivos requieren el uso de una computadora en la que esté instalado el programa informático diseñado por el fabricante para descargar la información. El programa permite programar en el registrador de datos los momentos de inicio y finalización del registro de las temperaturas. A continuación, se coloca el dispositivo en la cámara del equipo de conservación de sangre. En un momento programado previamente, el dispositivo se recupera y se conecta a la computadora personal para descargar los datos de temperatura registrados. Los datos se pueden entonces imprimir y archivar como registro permanente. Los registradores de datos de temperatura proporcionan un registro muy exacto de la temperatura del interior de un equipo o de cualquier otro medio. Su mayor inconveniente es la necesidad de contar con una computadora, aunque, teniendo en cuenta el creciente uso de las computadoras, los registradores de datos pueden ser la mejor inversión con vistas al futuro.

Existen otros dispositivos que permiten vigilar simultáneamente la temperatura de distintos equipos de conservación de sangre. La versión original está integrada por cables que conectan un puerto para vigilancia de la temperatura situado en la parte trasera del refrigerador para sangre con un dispositivo remoto que puede mostrar una señal luminosa de alerta (que cambia de verde a roja), reproducir una alarma sonora o ambas cosas. El dispositivo se coloca en un lugar que esté atendido permanentemente, como la centralita del hospital, por ejemplo. Pueden conectarse de este modo varios equipos de conservación de sangre. Los dispositivos pueden también avisar si el equipo objeto de vigilancia sufre una interrupción del suministro eléctrico. Por último, existen dispositivos nuevos que permiten vigilar hasta 16 refrigeradores de banco de sangre simultáneamente. Se conectan sondas de temperatura desde un puerto para la vigilancia de la temperatura situada en la parte trasera del refrigerador para sangre hasta un dispositivo registrador de los datos de temperatura de varios equipos. El dispositivo está conectado en todo momento a una computadora personal, de manera que se puede mostrar la información de forma continua y se puede almacenar o imprimir automáticamente si es necesario. El programa informático permite activar una alarma si se sobrepasan los valores de temperatura establecidos e imprimir gráficas de control de calidad de las temperaturas. La computadora se puede seguir usando normalmente sin que dicho uso afecte al registro de las temperaturas.

- **Control de la Temperatura** Aun cuando refrigeradores, congeladores, agitadores de plaquetas, etc., disponen de dispositivos para el control de la temperatura y éstos pueden estar asociados a sistemas de alarmas, se procede a controlar a lo menos dos veces al día la temperatura de los equipos y aquellas determinaciones registrarlas en un gráfico. El procedimiento de control de temperatura de los equipos establece un control en la mañana y otro en la tarde (fija una hora para hacerlo a diario). La gráfica de aquellas determinaciones permite examinar el comportamiento del equipo, con lo cual se han conocido tipos de gráficas que son normales en los equipos y aquellas donde el equipo necesita de una mayor observación.
- **Indicadores de tiempo-temperatura de la sangre (BTTI)** Cada unidad de sangre donada pasa por muchas etapas durante el proceso de obtención de componentes sanguíneos. El componente sanguíneo se ve expuesto a distintas temperaturas durante periodos de tiempo desconocidos a lo largo de este proceso y lo mismo ocurre cuando el producto sale del banco de sangre para ser utilizado en una transfusión a un paciente. La vigilancia de la correcta utilización de los equipos y la aplicación de los procedimientos operativos estándar para el manejo de la sangre reducen el riesgo de exposición de los componentes sanguíneos a temperaturas que ponen en peligro su integridad, pero existe, no obstante, un riesgo indeterminado de que una unidad que ha sido expuesta, de forma acumulativa o de una sola vez, a temperaturas altas sea devuelta a la reserva de productos utilizables de un refrigerador. La OMS ha desarrollado el indicador BTTI, con el fin de contar con un dispositivo fiable que permita vigilar la temperatura de cada partida de sangre remitida durante su transporte. Funcionamiento El BTTI, basado en el desplazamiento de un producto químico a través de una tira de papel, es un indicador situado en una tarjeta que, una vez activado, cambia de color cuando la temperatura acumulada de exposición supera los +10 °C. El indicador BTTI tiene cuatro ventanas señaladas como 1 a 4 que adquieren color azul si se produce una exposición térmica inadecuada, según se indica a continuación: las tres primeras ventanas permiten vigilar si la sangre se ha expuesto a una temperatura acumulada de +10°C o superior. Tan pronto como se sobrepasan los +10°C, la primera ventana empieza a ponerse de color azul. Si la temperatura se mantiene por encima de los +10°C, o cada vez que se alcance esa temperatura, el color azul avanzará por las ventanas 1, 2 y 3. Cuanto mayor sea la temperatura, más rápidamente se extenderá el color azul a través de esas ventanas. La ventana 4 comenzará a mostrar tonos azulados en el momento en que la temperatura del envase supere los +17 °C. La coloración de las ventanas se observa fácilmente y, si bien puede detenerse, es irreversible.

La función del indicador de tiempo-temperatura de la sangre no es reemplazar las medidas de garantía de la calidad existente para el transporte seguro de los componentes

sanguíneos, sino que constituye una herramienta sencilla para ayudar al personal que manipula estos componentes a decidir si una determinada partida de sangre se debe usar o desechar. Así, la tarjeta de transporte BTTI contribuye a aumentar la seguridad general del suministro de sangre, de conformidad con las recomendaciones de la OMS relativas a la cadena de frío de la sangre. El indicador BTTI resulta útil para vigilar la temperatura de la sangre entera o de suspensiones de glóbulos rojos en muchas situaciones distintas:

1. Conservación en refrigeradores portátiles en casos de fallo del suministro eléctrico o de otra fuente de energía.
2. Envío de sangre en refrigeradores portátiles para transporte de sangre de un banco a otro.
3. Traslado de la sangre desde el banco de sangre hasta la cama del paciente.
4. Devolución de sangre no utilizada desde el punto de uso potencial al banco de sangre del hospital.

Nota: El BTTI no puede utilizarse como indicador de temperaturas inferiores a +10 °C, de manera que si la temperatura del interior del refrigerador portátil desciende debido a una desproporción de bloques refrigerantes con respecto al número de unidades de glóbulos rojos, o debido a un descenso de la temperatura ambiente, no se detectará ningún cambio de color (Zamorano y Escudero, 2005).

### **3.6.2 Sistemas para la recolección y administración de productos sanguíneos**

Los envases, o bolsas de plástico, para la recogida, conservación, manipulación y administración de la sangre y sus componentes se fabrican a partir de uno o más polímeros de PVC, con aditivos si es necesario. La composición y las condiciones de fabricación de los envases son registradas por las autoridades competentes, según la legislación nacional y los acuerdos internacionales sobre la materia.

En condiciones normales de utilización, los envases no deben ceder monómeros u otras sustancias en cantidades que puedan ser nocivas o entrañar modificaciones anormales de la sangre. Los envases pueden contener disoluciones anticoagulantes, según el uso a que estén destinados, y deben suministrarse estériles.

Cada envase está provisto de las conexiones adecuadas para su uso. Puede tener uno o varios compartimentos en este caso el envase de recogida está conectado por uno o varios tubos a una o varias bolsas secundarias, de modo que permita la separación de los componentes sanguíneos en un sistema cerrado. Las conexiones son del tamaño y forma adecuados para permitir la conexión del envase al



equipo de transfusión sanguínea. Las cubiertas de protección colocadas en la aguja de toma de sangre y en las conexiones deben asegurar que se mantiene la esterilidad. Deben ser fácilmente eliminables pero inviolables. La capacidad de los envases debe estar en relación con la capacidad nominal prescrita por las Autoridades nacionales y con el volumen adecuado de disolución anticoagulante. La forma de los envases debe ser tal que una vez llenos puedan ser centrifugados. Se entiende por capacidad nominal el volumen de sangre a recoger en el envase. Los envases están provistos de un dispositivo adecuado para su suspensión o fijación que no dificulte la recogida, conservación, manipulación o administración de la sangre. También están contenidos en un embalaje protector sellado. Son lo bastante transparente para permitir el adecuado examen visual de su contenido, antes y después de la recogida de sangre, y es suficientemente flexible para ofrecer la mínima resistencia durante su llenado y vaciado en las condiciones normales de uso. No contiene más de 5 ml de aire (Real Farmacopea Española, 2002).

**a) Clasificación**

Las bolsas para fraccionar sangre, se clasifican y designan de la siguiente manera:

**a1) Tipo I (Con solución anticoagulante ACD)**

- **Dos bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 67.5 ml. o de 500 ml. con 75 ml. de solución ACD, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otra bolsa de 300 ml. mínimo, unida a la primera por un tubo.
- **Tres bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 67.5 ml. o de 500 ml. con 75 ml. de solución ACD, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otras dos bolsas de 300 ml. mínimo, unidas a la primera por tubos.
- **Cuatro bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 67.5 ml. o de 500 ml. con 75 ml. de solución ACD, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otras tres bolsas de 300 ml. mínimo, unidas a la primera por tubos (NOM-140-SSA1-1995).

**a2) Tipo II. (Con solución anticoagulante CPD)**

- **Dos bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml. con 70 ml. de solución CPD, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otra bolsa de 300 ml. mínimo, unida a la primera por un tubo.

- **Tres bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml con 70 ml. de solución CPD, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otras dos bolsas de 300 ml. mínimo unidas a la primera por tubos.

- **Cuatro bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml. con 70 ml. de solución CPD, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otras tres bolsas de 300 ml. mínimo, unidas a la primera por tubos (NOM-140-SSA1-1995).

**a3) Tipo III. (Con solución anticoagulante CPDA-1)**

- **Dos bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml. con 70 ml. de solución CPDA-1, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otra bolsa de 300 ml. mínimo unida a la primera por tubos, para el mantenimiento de plaquetas por tres o cinco días.

- **Tres bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml. con 70 ml. de solución CPDA-1, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otras dos bolsas de 300 ml. mínimo, unidas a la primera por tubos, una de ellas para el mantenimiento de plaquetas por tres o cinco días.

- **Cuatro bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml. con 70 ml. de solución CPDA-1, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y otras tres bolsas de 300 ml. mínimo unidas a la primera por tubos, una de ellas es para el mantenimiento de plaquetas por tres o cinco días (NOM-140-SSA1-1995).

**a4) Tipo IV (Con solución anticoagulante CPD o ACD y solución aditiva)**

- **Tres bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml. con 70 ml. de solución CPD, con 67.5 ml. de ACD o de 500 ml. con 75 ml. de ACD, con un tubo transportador primario con aguja número 15 o 16 y dos bolsas unidas por tubos, una de 300 ml. mínimo con 100 ml. de solución aditiva, unida a la bolsa primaria y otra bolsa de 300 ml. mínimo para conservación de plaquetas por tres o cinco días.

- **Cuatro bolsas:** Una para recolectar sangre de 450 ml. con 63 ml. o de 500 ml. con 70 ml. de solución CPD o la correspondiente de ACD, con un tubo transportador primario con

aguja número 15 o 16 y tres bolsas unidas por tubos, una de 300 ml. mínimo con 100 ml. de solución aditiva y otras dos bolsas, una de ellas para conservación de plaquetas por tres o cinco días (NOM-140-SSA1-1995).



**Figura 20.** Bolsas múltiples. Incluye filtro para Leucorreducción  
([http://cbtis160bancodesangre.blogspot.com/2011\\_06\\_01\\_archive.html](http://cbtis160bancodesangre.blogspot.com/2011_06_01_archive.html))

**a5) Tipo V (Bolsa Única de Transferencia)**

Bolsa única de transferencia, vacía de 150 ml. de capacidad con un tubo transportador primario de 600 a 900 mm, con bayoneta de plástico rígido con extremo terminado en punta y con protector de plástico que garantice la esterilidad, con sellado hermético fácilmente removible al girarlo y jalarlo. La bolsa debe tener en la parte superior dos tubos cortos, uno de ellos obturado y con protector de plástico, translúcido, flexible y en el otro se conecta el tubo transportador. En el extremo opuesto, la bolsa debe contar con un dispositivo de suspensión que permita colgarla durante su uso, en las partes laterales debe tener una o dos ranuras situadas centralmente con el objeto de fijar la bolsa o el tubo transportador adecuadamente.

La bolsa única de transferencia vacía de 300 ml., 600 ml. y 1000 ml. de capacidad con un tubo transportador primario de 600 a 900 mm, con bayoneta de plástico rígido, con extremo terminado en punta y con protector de plástico que garantice la esterilidad con sellado hermético fácilmente removible al girarlo y jalarlo. La bolsa debe tener en la parte superior tres tubos

cortos, dos de ellos obturados y con protectores de plástico translúcido, flexible y en el tercero se conecta el tubo transportador, en el extremo opuesto la bolsa debe contar con un dispositivo de suspensión que permita colgarla durante su uso. En las partes laterales debe tener una o dos ranuras situadas hacia los extremos, con el objeto de fijar la bolsa o el tubo transportador adecuadamente.

Bolsas para fraccionar sangre o plasma en volúmenes pequeños. Cinco bolsas de 100 ml. vacías, unidas a un tetón para conexión con la bolsa de sangre o plasma (NOM-140-SSA1-1995).

**Tabla 16.** Dimensiones y capacidades de las bolsas de transferencia

COMPONENTE	CAPACIDAD MINIMA ml.	LARGO mm	ANCHO mm	GROSOR PARED mm
BOLSA DE TRANSFERENCIA	100	100 - 140	60 - 85	0.35 mín.
	150	100 - 140	60 - 85	0.35 mín.
	300	120 - 180	100 - 140	0.35 mín.
	600	154 - 220	100 - 140	0.35 mín.
	1000	240 - 300	100 - 140	0.35 mín.

(NOM-140-SSA1-1995).

- ***Bolsa primaria***

La bolsa primaria debe ser un recipiente hermético, elaborado a base de cloruro de polivinilo o cualquier otro material plástico, grado médico, sin pigmentar, flexible, translúcido, inodoro o con un ligero olor característico, delimitado por un termosellado doble. La parte superior debe llevar ensamblados y sellados herméticamente tres o cuatro tubos cortos, de los cuales uno o dos (dependiendo del número de tubos cortos), están obturados en el interior y protegidos mediante un dispositivo para mantenerlos estériles.

De los dos tubos restantes, uno se conecta al equipo de punción y el otro a una bolsa secundaria o a uno o dos conectores derivadores de dos o tres vías, dependiendo del número de bolsas secundarias que integran el artículo. Estas conexiones se llevan a cabo por medio de tubos transportadores.

El tubo que conecta al tubo transportador con la bolsa secundaria o con el o los conectores derivadores de dos o tres vías, debe estar provisto de un dispositivo que evite el paso directo de la sangre hacia las bolsas secundarias y que a su vez el paso de la misma o de sus fracciones se efectúe con facilidad al utilizarse dicho dispositivo.

La porción central inferior de la bolsa puede tener una ranura o más, la cual realiza la función de asa y permite colgar la bolsa durante su uso. Asimismo, las partes laterales pueden tener una o dos ranuras cada una, situadas hacia los extremos cuya función es fijar adecuadamente los tubos transportadores durante el proceso de centrifugación de la sangre (NOM-140-SSA1-1995).

**Tabla 17.** Dimensiones y capacidades de la bolsa primaria

COMPONENTE	CAPACIDAD MINIMA ml.	LARGO mm.	ANCHO mm.	ESPESOR PARED mm. SENCILLA
Bolsa primaria	450 o 500	154-220	100-140	0.35 mínimo

(NOM-140-SSA1-1995).

- ***Bolsas secundarias***

Recipiente elaborado a base de cloruro de polivinilo o cualquier otro material plástico, grado médico, sin pigmentar, flexible, translúcido, inodoro o con un ligero olor característico, delimitado por un termosellado doble, hermético. En la parte superior puede llevar ensamblados y sellados herméticamente tres o cuatro tubos cortos, de los cuales uno o dos (dependiendo del número de tubos cortos), están obturados en el interior y protegidos mediante un dispositivo para mantenerlos estériles.

En esa misma parte o extremo debe(n) estar ensamblado(s) uno o dos tubos, uno se conecta a la bolsa primaria o a una de las derivaciones de dos o tres vías dependiendo del número de bolsas secundarias que integran el artículo y el otro tubo está termosellado. Las conexiones se llevan a cabo por medio de los tubos transportadores.

En la porción central inferior, la bolsa debe tener una ranura, la cual realiza la función de asa y permite colgar la bolsa durante su uso. Así mismo las partes laterales pueden tener una o dos ranuras cada una, situadas hacia los extremos, cuya función es fijar adecuadamente los

tubos transportadores, durante el proceso de la centrifugación de la sangre (NOM-140-SSA1-1995).

**Tabla 18.** Dimensiones y capacidades de las bolsas secundarias

CONCEPTO	ESPECIFICACION
Capacidad, ml.	300 mínimo
Largo, mm.	120 a 180
Ancho, mm.	100 a 140
Espesor pared sencilla, mm.	0.35 mínimo

(NOM-140-SSA1-1995).

- ***Tubo transportador***

Conducto flexible, translúcido, inodoro, elaborado a base de cloruro de polivinilo o cualquier otro material plástico grado médico, sin pigmentar.

El tubo se clasifica de la siguiente manera:

- ***Primario.*** Es aquel que en un extremo lleva ensamblada la bolsa primaria y en el otro el pabellón de la aguja, puede traer un obturador.
- ***Secundarios.*** Son aquellos ensamblados a las bolsas secundarias por un extremo, y por el otro al conector o conectores de derivación de dos o tres vías, o a la bolsa primaria.

Todos los ensambles deben ser herméticos y soportar una fuerza de tensión mínima de 34.10 N (3.5 kgf) durante 15 segundos (NOM-140-SSA1-1995).

**Tabla 19.** Dimensiones de Tubo transportador

CONCEPTO	ESPECIFICACIONES	
Longitud libre, mm	<p>TUBO TRANSPORTADOR</p> <p><u>PRIMARIO</u></p> <p>800 a 1200</p>	<p>TUBO TRANSPORTADOR</p> <p><u>SECUNDARIO</u></p> <p>La necesaria para adaptarse al sistema sin dobleces ni obturaciones y permita su funcionalidad.</p>
Diámetro externo mm	3.4 a 4.8	3.4 a 4.8
Diámetro interno mm	2.7 a 3.2	2.7 a 3.2

(NOM-140-SSA1-1995).

#### **IV. RECOMENDACIONES**

- Dada la frecuencia de las diversas patologías y urgencias clínicas, en las especies menores, que requieren terapias en las que se involucre la transfusión de sangre o sus componentes específicos, deben realizarse en nuestro país una logística pertinente para la implementación y factibilidad de la instalación de Bancos de sangre.
- Es necesario que el Médico Veterinario amplíe y actualice sus conocimientos acerca de las grandes ventajas que pueden obtenerse al contar con una herramienta tan vital como es el acceso a los productos que otorga un banco de sangre.
- Se debe seguir investigando más acerca de los grupos sanguíneos de especies menores, para así mejorar la calidad y efectividad de las transfusiones que se realicen, enfocándolas en la realidad local. Asimismo, proponer la misión médico veterinaria de la concientización de la población sobre la importancia de tener mascotas saludables y que estos a su vez puedan salvar otras vidas.



## V. LITERATURA CITADA

1. **Aguilar H, Ortiz D, Silva A, Böhmwald H, Wittwer F. 2008.** Leucorreducción en sangre de caninos y equinos para transfusión de eritrocitos. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
2. **Aguirre E, Sainz A, Dunner S, Amusatogui I, López L, Rodríguez-Franco F, Luaces I, Cortés O, Tesouro MA. 2004.** First isolation and molecular characterization of Ehrlichia canis in Spain. Vet Parasitol 125: 365-372.
3. **Argos- Informativo Veterinario N° 99. 2008.** Diagnóstico de ehrlichiosis y anaplasmosis en la especie canina. España. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: [www.argos.asisvet.com](http://www.argos.asisvet.com)
4. **Authement JM. 1992.** Blood transfusion therapy. En Dibartola: Fluid Therapy in Small Anim Pract.; 25 (6): p 371- 383.
5. **Banco de Sangre Canino. 2013.** Servicio de Hemoterapia para medicina veterinaria SedeHVet. Buenos Aires, Argentina. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.bancodesangrecanino.com.ar/productos.html>
6. **Benavides ME. 2000.** Optisystem: Manual de operaciones. Gráfica y Científica Ltda., Bogotá, Colombia.
7. **Bravo A. 2002.** Leucorreducción. ¿Para qué? ¿Cuándo? ¿Cómo? Gac Med Mex 138, 40-41.

8. **Brownlee L, Wardrop K, Sellon R, Meyers K. 2000.** Use of a pre storage leukoreduction filter effectively removes leukocytes from canine whole blood while preserving red blood cell viability. *J Vet Intern Med* 14, 412-417.
9. **Bucheler J and Cotter SM. 1992.** Outpatient blood donor program. En Hohenhaus A (Ed): *Problems in Veterinary Medicine*. Philadelphia, JB Lippicott. p. 572-582.
10. **Bucheler J and Cotter SM. 1993.** Setting up feline blood donor program. *Vet med.* 88:838-845.
11. **Bujacich A y Sappía D. 2008 .**Transfusiones de sangre, Transfusiones sanguíneas en Pequeños Animales, Guía de Estudios de Cirugía General- Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Cirugia%20general/Documentos/16-Transfusiones.pdf>
12. **Centro de Transfusión Veterinario. 2012.** Madrid, España. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.ctveterinaria.com>
13. **Clemente P. 2011.** Urgencias Hematológicas. Décimo Congreso de especialidades Veterinarias, Valencia, España. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: [http://www.avepa.org/pdf/proceedings/GTA2011/URGENCIAS5\\_Clemente.pdf](http://www.avepa.org/pdf/proceedings/GTA2011/URGENCIAS5_Clemente.pdf)
14. **Clínica Veterinaria Machado. 2012.** Costa Rica. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.veterinariamachado.com/nuestra-clinica/hematologia/>
15. **Collatos C. 2003.** Blood and blood component therapy. In: Robinson N. E. (ed). *Current Therapy in Equine Medicine*. 4th ed. Saunders, Philadelphia, USA, Pp. 290-291.
16. **Cotter S y Stone M. 1994.** Consejos prácticos para las transfusiones. En: Kirck R (ed). *Terapéutica Veterinaria de Pequeños Animales*. 11ª ed. Interamericana, México, Pp. 473-478.
17. **Couto G. 2011.** Manejo del paciente hemorrágico, SVV- Volumen 7- N°4. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/cirugiauanjwgrojas/hemostasis>
18. **Dalmau A. 2005.** Fisiología de la hemostasia, Anestesiología y Reanimación. Ciutat Sanitària i Universitària de Bellvitge. Programa de docencia teórica de Patología General. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: [http://www.scartd.org/arxiu/hemostasia\\_05.pdf](http://www.scartd.org/arxiu/hemostasia_05.pdf)

19. [Day M, Mackin A, Littlewood J. 2000. Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, Gran Bretaña.](#)
20. **DiBartola SP. 2002.** Terapéutica de líquidos en pequeñas especies. 2<sup>a</sup> ed. McGraw-Hill. México.
21. **Dueñas V. 2003.** El banco de sangre. Universidad del Valle. Programa editorial, Cali p.204-205.
22. **Dubiel C, Teibler GP, Lozina LA, Acosta OC. 2006.** Tratamiento de las Anemias en Caninos con Fórmulas Magistrales Elaboradas en el Servicio de Farmacia de la F.C.V.-UNNE, Argentina. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: [www.unne.edu.ar/unnevieja/investigacion/com2008/V-032.pdf](http://www.unne.edu.ar/unnevieja/investigacion/com2008/V-032.pdf)
23. **Dukes H, Swenson M. 1985.** Fisiología de los animales domésticos. Tomo I. Editorial Aguilar. P 98-132.
24. **Dzik W. 2002.** Leukoreduction of blood components. *Curr Opin Hematol* 9, 521-526.
25. **Eibert M and Lewis DC. 1997.** Post transfusion viability of stored canine red blood cells after vacuum facilitated collection. *J Vet intern Med.* 11:143.
26. **Eisenbrandt DL and Smith JE. 1973** Evaluation of preservatives and containers for storage of canine blood. *J Am Vet Med Assoc.* 163:988-990.
27. **Enciclopedia Microsoft Encarta Online. 2006.** "Sangre" <http://es.encarta.msn.com> Microsoft Corporation
28. **Facultad de Ciencias. Veterinarias- Universidad Nacional del Litoral. 2009.** Cátedra de Fisiología- Trabajo complementario N° 4.
29. **Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Murcia, España. 2008 a.** La Coagulación Sanguínea. Bloque 1, Capítulo 1- Tema 2, Curso de fisiología animal. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-1-cap-2-tema-2.-coagulacion-sanguinea.pdf>

30. **Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Murcia, España. 2008 b.** Medio interno de los animales internos. Bloque 1, Capítulo 2- Tema 1, Curso de fisiología animal. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-1-cap-2-tema-1.-medio-interno-de-los-animales-domesticos.pdf>
31. **Feige K, Ehrat B, Kastner S, Schwartzwald C. 2003.** Automated plasmapheresis compared with other plasma collection methods in the horse. *J Vet Med* 50, 185-189.
32. **Feldman BF and Sink CA. 2008.** Practical Transfusion Medicine. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: [http://www.ivis.org/advances/feldman/chap3\\_es/chapter.asp?LA=2](http://www.ivis.org/advances/feldman/chap3_es/chapter.asp?LA=2)
33. **Fisher DJ. 1999.** Transtornos de los eritrocitos. En: Morgan RV, eds. *Clínica de Pequeños Animales 3ªEd.* Hacourt Brace, pp.:656-672.
34. **Fragío C, Daza M, García E. 2009.** Transfusiones sanguíneas en perros y gatos. *Clin. Vet. Peq. Anim*, 29 (4): 229-238.
35. **Fragío C. 2012.** Transfusiones de Sangre y Derivados Sanguíneos en Pequeños Animales. 10mo. Simposio Platense en Medicina Veterinaria- Emergencias. Argentina
36. **Fragío C, Daza M. 2013.** Transfusiones sanguíneas en pequeños animales. Guía práctica, En *Veterinary Focus* Vol. 23 (1), España.
37. **García A, Zamudio L, Aguilar A. 2003.** Terapia de componentes sanguíneos. *GacMedMex* 139, 35-40.
38. **García RM. 2007.** Hematología. En: Nuñez L, Bouda J. *Patología clínica veterinaria.* 1ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. p 68-89.
39. **Guyton A y Hall J. 1997.** Tratado de Fisiología Médica. 9ª edición. Interamericana, Mc Graw-Hill. México.
40. **Giger U. 1993.** Where to get blood donors? (letter). *J Am Vet Med Assoc* 202:705-706.

41. **Grau-Bassas, ER. 2002.** Agregación plaquetaria en Perros con Cáncer. Revista Vector Plus Número 20. Fundación Canaria Universitaria de Las Palmas, España. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: [http://www.fulp.ulpgc.es/?q=vectorplus\\_20](http://www.fulp.ulpgc.es/?q=vectorplus_20)
42. **Green CE. 1982.** Blood transfusion therapy: An updated overview. Proceedings of the American Hospital Association p 187-189.
43. **Hemovital Banco de Sangre Animal, 2013.** Colombia. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en : <http://www.hemovital.com/hemovital.html>
44. **Hohenhaus A, 1992.** Management of the impatient canine blood donor. Probl Vet Med.4:565.
45. **Hohenhaus AE, Drusin LM, Garvey MS. 1997.** *Serratia marcescens* contamination of feline whole blood in a hospital blood bank. J Am Vet Med Assoc 210:794-798.
46. **Hohenhaus A. 2000.** Transfusion reactions. En: Feldman B . Schalm's Veterinary Hematology. 5<sup>th</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, USA. p 864-869.
47. **Hohenhaus A y Rentko V. 2002.** Transfusions sanguíneas y sustitutos de la sangre. In: Di Bartola, S.P. Terapéutica de los líquidos en pequeñas especies. p 483-497.
48. **Hospital Veterinari Montjuïc. 2012.** Transfusiones sanguíneas en animales de compañía. España. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.hvmontjuic.com/>
49. **Hospital Clínico Veterinario. Universidad de Córdoba, 2013.** España. [Internet], [28 Enero 2014]. Disponible en: [http://www.uco.es/empresa/hcv/indicaciones\\_transfusion.php](http://www.uco.es/empresa/hcv/indicaciones_transfusion.php)
50. **Hoyer LW. 1981.** The Factor VIII complex: structure and function. Blood, Prog Clin Biol Res. 72:1-26. 58 (1) 1-13
51. **Howard A., Callan B, Sweeny M, Giger U, 1992.** Transfusion practices and cost in dogs. JAm Vet Med Assoc 210:1697-1701.
52. **Hurst TS, Turrentine MA, Johnson GS. 1987.** Evaluation of microwave-thawed canine plasma for transfusion. J Am Vet Med Assoc. 190:863-865.

53. **Jensen M. 2011.** Transfusiones sanguíneas. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://erveterinarias.blogspot.com/2011/02/blog-post.html>
54. **Kristensen AT. 1995.** General principles of small animal blood component administration. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 25:1277-1290.
55. **Killingworth C. 1984.** Use of Blood and Blood Components for Feline and Canine Patients. *JAVMA*, 1984; 185: 1452-1454.
56. **Labao J. 2013(a).** Transfusión de Sangre en Perros II: Sangre y Hemocomponentes. Indicaciones. Hospital Veterinario Los Tarahales. Islas Canarias, España. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://hvtarahales.wordpress.com/2012/03/14/transfusion-de-sangre-en-perros-ii-sangre-y-hemocomponentes-indicaciones-por-jorge-labao/>
57. **Labao J. 2013 (b).** Transfusión de Sangre en Perros III: Donantes ideales y reacciones secundarias a la transfusión. Hospital Veterinario los Tarahales. Islas Canarias, España. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://hvtarahales.wordpress.com/2012/03/26/transfusion-de-sangre-en-perros-iii-donantes-ideales-y-reacciones-secundarias-a-la-transfusion-por-jorge-labao/>
58. **Lanevski A and Wardrop KJ, 2001.** Principles of transfusion medicine in small animals, *Can Vet Journal*, Volume 42.
59. **Laporta M, Ortiz D, Segura L. 1996.** Anemia hemolítica inmunomediada. Caso clínico. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales. AVEPA* Vol. 16. N° 4. Barcelona, España.
60. **Laporta M y Bárcena M. 2010.** Anemias hemolíticas inmunomediadas. *Argos informativo Veterinario.* [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://argos.portalveterinaria.com/noticia/3530/ARTICULOS-ARCHIVO/Anemias-hemoliticas-inmunomediadas.html>
61. **Lively KS. 2011.** Terapia de Transfusión en Perros, Paso Robles Medical Clinic. Saunders. USA. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://pasovets.com/PROC-SPAN/Transfusion%20Therapy%20in%20Dogs.pdf>
62. **Lombana O, Cortez L, Diez H. 2002.** Evaluación del desarrollo de la refractariedad plaquetaria en pacientes con neoplasias de origen hematológico, transfundidos con concentrado de plaquetas

obtenidos por el método de CB-BC en presencia o ausencia de filtros leucocitarios. *Universitas Scientarum* 7, 17-2

63. **López A. 2007.** Terapia transfusional. *Acta Scientiae Veterinariae*. 35 (Supl 2): s242-s244.
64. **López A. 2009(a).** ¿Por qué sangra mi paciente? Desórdenes hemostáticos. LAVECS Sociedad Latinoamericana de Medicina Veterinaria de Emergencia y Cuidados Intensivos. II Congreso Latinoamericano de Emergencias y Cuidados Intensivos, León, Guerrero, México. [Internet] Disponible en: <http://www.laveccs.org/biblioteca/file/coagula.pdf>
65. **López A. 2009(b).** Transfusiones en los pacientes traumatizados. LAVECS Sociedad Latinoamericana de Medicina Veterinaria de Emergencia y Cuidados Intensivos. II Congreso Latinoamericano de Emergencias y Cuidados Intensivos, León, Guerrero, México. [Internet] Disponible en: <http://www.laveccs.org/biblioteca/file/transmex.pdf>
66. **Majilton EA, Kelley LL. 1951.** The blood and the plasma bank. *Vet Med* 46:226-232.
67. **Malgor LA, Valsecia ME. 2000.** Farmacología de la hematopoyesis. Capítulo 2: Farmacología de las anemias carenciales, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Medicina, Argentina. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: [http://med.unne.edu.ar/catedras/farmacologia/temas\\_farma/volumen4/cap2\\_anemias.pdf](http://med.unne.edu.ar/catedras/farmacologia/temas_farma/volumen4/cap2_anemias.pdf)
68. **Manninger RM. 1983.** Patología y terapéutica especiales de los animales domésticos. Ed. Labor. Barcelona, España. 133 p.
69. **Marion RS and Smith JE. 1983.** Posttransfusion viability of feline erythrocytes stored in acid citrate dextrose solution. *J Am Vet Med Assoc* 1983. 183:1459-1460.
70. **Meyer H. 1998.** Interpretation & Diagnosis. *Veterinary Laboratory Medicine*. Philadelphia: Saunders Company, En: Enciclopedia Microsoft Encarta Online. "Sangre" 2006. <http://es.encarta.msn.com>
71. **Micciullo VS, González MA, Chan D, Pérez M, Esarte MS. 2010.** Determinación de Parámetros Hemostáticos en Caninos Normales. *Vet Arg Vol.* 27 N° 264.
72. **Montoro A. 2009.** Transfusión sanguínea en el paciente quirúrgico canino y felino. Parte I. *Infovet* 109: 4-7.

73. **Norma Oficial Mexicana NOM-140-SSA1-1995.** Especificaciones sanitarias de las bolsas para fraccionar sangre. Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, México.
74. **Ognean L, Moldovan M, Cernea C, Cernea M, 2009.** Value of Crossmatch Tests for Verifying the Compatibility in Dog Blood Transfusion therapy, Bulletin UASVM, 66 (1-2).
75. **[OMS] Organización Mundial de la Salud. 2001.** El uso clínico de la sangre en medicina, obstetricia, pediatría y neonatología, cirugía y anestesia, trauma y quemaduras. Malta.
76. **[OMS] Organización Mundial de la Salud. Departamento de Tecnologías Sanitarias Esenciales, 2004.** La cadena de frío de la sangre Guía para la selección y adquisición de equipos y accesorios. Ginebra.
77. **Otto CM, Kaufman GM, Crowe DT. 1989.** Intraosseous infusion of fluids and therapeutics. Compend Contin Educ. 11:421-430.
78. **Páramo JA, Panizo E, Pegenaute C, Lecumberri R. 2009.** Coagulación 2009: una visión moderna de la hemostasia. Rev Med Univ Navarra Vol 53, N° 1 p. 19-23.
79. **Peña M, Planellas J. 2006** ¿Existe la anemia hemolítica inmunomediada primaria en gatos? Discusión de dos casos. AVEPA Vol. 26, n° 2.
80. **Porter JA and Canaday WR. 1971.** Hematologic values in mongrel and greyhound dogs being screened for research use. J Am Vet Med Assoc. 159:1603-1606.
81. **Potkay S and Zinn RD. 1969.** Effects of collection interval, body weight, and season on the hemograms of canine blood donors. Lab Anim Care 19:192-197.
82. **Pretti R. 2011.** Coagulopatías. Rev Selecciones Veterinarias. Ed. Intermédica. Argentina.
83. **Pulido I, Sunyer I, Domenech O, Serrano S. 2002.** Shock: Parte II. Shock Hipovolémico. Rev. AVEPA 22(1): 18-25.
84. **Pulido I y Sunyer I, 2003.** Transfusiones de sangre en la clínica de pequeños animales. Rev. AVEPA. 23(3): 149-153.
85. **Real Farmacopea Española, 2002.** 2.ª edición. España. p 295-297.



86. **Rejas J, González JR, Alonso AJ. 1997.** Formación continuada: Transfusión sanguínea. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: [http://www.campusveterinariosenweb.com/file.php/1/moddata/forum/14/25005/Transfusion\\_sanguinea.pdf](http://www.campusveterinariosenweb.com/file.php/1/moddata/forum/14/25005/Transfusion_sanguinea.pdf).
87. **Revista Veterinaria Argentina. 2013.** Transfusiones de plaquetas como nueva opción de tratamiento clínico. **Volumen XXX N° 305. Argentina.** [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.veterinariargentina.com/revista/2012/08/transfusiones-de-plaquetas-como-nueva-opcion-de-tratamiento-clinico/>
88. **Rizzi, M, 1999.** Historia de la transfusión. Sus comienzos en Uruguay. Rev Med Uruguay 15: 165-182.
89. **Rodríguez R, Magda J. 2010.** Boletín informativo N°3 Transporte de hemocomponentes. Instituto Nacional de salud- Red de Sangre. Volumen 3, Número 14. Colombia. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Red-Nacional-Laboratorios/Publicacio/Boletin%20Tecnico%20Transporte%20Sangre.%20pdf>
90. **Ruiz de Gopegui R y Torrent E. 2002** Alteraciones morfológicas de la serie eritroide en un caso de Hemobartonellosis felina. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/asociaciones/aevedi/00002CV.htm>
91. **Ruiz S, Coy P, Pellicer MT, Ramírez A. 1995.** Manual de prácticas de fisiología animal veterinaria. Universidad de Murcia, España.
92. **Sálico de Sosa S, 2004.** Bioseguridad en bancos de sangre. Santa Fé, Argentina. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.fiso-web.org/imagenes/publicaciones/archivos/2724.pdf>
93. **Sellon D. 2000.** Blood Transfusions in Large Animals. In: Feldman B. Schalm's Veterinary Hematology. 5<sup>th</sup> Ed, Lippincott Williams &Wilkins, Baltimore, USA, p 849-854.
94. **Schneider A. 1995.** Blood Components: Collection, Processing, and Storage. The Veterinary Clinics of North America. 25 (6): 1245–1262.
95. **Sherding GR. 1994.** Virus intestinales. En: Birchard y Sherding. Manual clínico de pequeñas especies. Vol. 1. Ed. Mac-Graw-Hill. Interamericana. México. P. 129 – 133.

96. **Stokes JE. 2004** .Blood banking and indications for transfusion medicine. En: Memorias del 1er. Congreso FIAVAC. Quito, Ecuador.
97. **Swisher SN, Young LE, Trabold N. 1962.** *In vitro* and *in vivo* studies of the behaviour of canine erythrocyte-isoantibody systems. Annals of the New York Academy of Sciences 97: 15–25.
98. **Szama K. 1990.** Reports of 355 transfusion associated deaths: 1976-1985. Transfusion 30:583-590.
99. **Trent K. 2010.** Transfusion medicine: component therapy. En: Veterinary technician.E1-E8.
100. **Turnwald GH and Pichler ME. 1985.** Blood transfusion in dogs and cats. Part II. Administration, adverse effects and component therapy. Compend Contin Educ 7:115-126.
101. **Vap L. 2011.** Actualizaciones en la tipificación y pruebas cruzadas de sangre, y como evitar daños al realizar transfusiones en perros y gatos, Veterinary Medicine en Español 5 (4) 35-40. México.
102. **Villacrés GC. 2008.** Estudio sobre la factibilidad del establecimiento de un banco de sangre canino en el distrito metropolitano de Quito. Tesis de Grado, Colegio de ciencias de la Salud, Programa de Medicina Veterinaria. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
103. **Villalba C, Denzoin L, Fogel F. 2004** Anemia hemolítica inmunomediada secundaria a un tratamiento con sulfonamidas. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: <http://www.veterinariosenweb.com/revista/capitulo2/nota1.html>
104. **Viñals LM. 2007.** ¿Qué son y para que se usan los hemoderivados? Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, Madrid, España. 1:2.
105. **Viñals LM. 2009.** Manejo Transfusional en la Clínica de Urgencias. Centro de Transfusión Veterinario. Madrid- España.
106. **Walker RH. 1993.** Technical manual. 11th ed. Bethesda, MD, American Association of Blood Banks.
107. **Wardop KJ, Owen TJ, Meyers KM. 1994.** Evaluation of additive solution for preservation of canine red blood cells. J Vet Intern Med 8:253-257.
108. **Wardrop KJ. 1997.** Canine plasma therapy. Vet Forum. 14:36-40.

109. **Wardrop KJ, Tucker RL, Munai K. 1997.** Evaluation of canine red blood cells stored in a saline, adenine and glucose solution for 35 days. J Vet Intern Med 11:5-8.
110. **Williamson L. 1993.** Highlights of blood transfusions in horses. Compendium on Continuing Education for practicing Veterinarians 15, 267-269.
111. **Zamorano F y Escudero E. 2005.** Guía: Equipos de almacenamiento de sangre y hemocomponentes. Departamento Universitario Obrero Campesino, Escuela de salud. Universidad Católica de Chile. [Internet], [24 Enero 2014]. Disponible en: [http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/Documentos\\_Digitales/600/610/39598.pdf](http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/Documentos_Digitales/600/610/39598.pdf)
112. **Zamudio L. 2003.** Reacciones transfusionales. GacMedMex 139, 173-175.

#### **PÁGINAS WEB**

<https://ahdc.vet.cornell.edu/clinpath/modules/rbcmorph/nk9.htm>  
<http://www.rodamajoenatural2012.blogspot.com/>  
<http://www.estudiosistemasbiologicos.blogspot.com/>  
<http://andervet.files.wordpress.com/2010/09/cpd0hemograma.pdf>  
<http://invrecol.com/>  
<http://www.microvision.com.ar>  
<http://www.mauriciomosse.com.ar>  
<http://www.medicalexpo.es/prod>  
[http://cbtis160bancodesangre.blogspot.com/2011\\_06\\_01\\_archive.html](http://cbtis160bancodesangre.blogspot.com/2011_06_01_archive.html)

## **VI. ANEXOS**

**ANEXO 1. COAGULOPATÍAS QUE CON MAYOR FRECUENCIA REQUIEREN TRANSFUSIONES EN PERROS Y GATOS**

<b>Coagulopatías que requieren tranfusiones</b>	<b>Factores deficientes/ no-funcionales</b>
Coagulación Intravascular Diseminada (CID)	Todos
Intoxicación por raticidas	Factores dependientes de vitamina K: II, VII, IX, X
Insuficiencia hepática	Todos (excepto Factor VIII)
Enfermedad de von Willebrand	Factor de von Willebrand
Hemofilia A	Factor VIII
Hemofilia B	Factor IX

(Fragío *et al.*, 2009).

## ANEXO 2. CAUSAS DE ANEMIAS HEMOLÍTICAS EN PERROS Y GATOS

### Causas de anemias hemolíticas en perros y gatos

#### Causas hereditarias

- Deficiencia de piruvato quinasa
- Deficiencia de fosfofructoquinasa
- Condrodisplasia

#### Causas inmunomediadas (primaria)

- Anemia hemolítica inmunomediada primaria (idiopática)
- Lupus eritematoso
- Isoeritrolisis neonatal
- Transfusiones incompatibles

#### Causas metabólicas

- Hipofosfatemias

#### Causas neoplásicas

- Hemolisis asociadas a linfomas y hemangiosarcomas

#### Causas infecciosas

- Babesia canis
- Leishmania canis
- Mycoplasma haemominutum
- Mycoplasma haemofelis
- Mycoplasma haemocanis
- Dirofilaria immitis
- Endocarditis bacteriana
- Virus de la leucemia felina
- Leptospirosis
- Cytauxzoon felis
- Ehrlichia canis

#### Causas debidas a tóxicos

- Toxicidad por zinc
- Azul de metileno
- Cobre
- Metimazol
- Penicilinas y cefalosporinas
- Cebollas
- Quinidinas


(Laporta y Bárcena, 2010).

### ANEXO 3. RESUMEN DE PRODUCTOS SANGUÍNEOS INDICACIONES Y DOSIS

Indicaciones	Producto	Volumen
Anemias hipovolémicas (Hemorrágicas)	SCF (ó CGR + PFC)	- 10-20 ml/kg - Calcular por la fórmula: 2.2ml/kg de SC aumenta 1% el Hcto
Anemias normovolémicas (Hemolíticas, Hipoproliferativas)	CGR	- 6-10 ml/kg - Calcular por la fórmula: 1ml/kg de CGR aumenta 1% el Hcto
Trombocitopenia	Concentrado Plaquetas (Plasma Rico en Plaquetas)	1 unidad /10 kg, cada 8-12h
	En su defecto, SCF	10-20 ml/kg cada 24h
- Deficiencia de factores de la coagulación - Hipoproteinemia	PFC (ó PF)	6-12 ml/kg cada 8-12h
	En su defecto, SCF	10-20 ml/kg
- Hemofilia A - Enfermedad von Willebrand - Hipofibrinogenemia	Crioprecipitado	1 unidad / 10 kg
	En su defecto, PFC (PF)	6-12 ml/kg cada 8-12h


(Fragío *et al*, 2009).

**ANEXO 4. EJEMPLO DE REGISTRO CANINO PARA BANCO DE SANGRE PARA CANINOS**



## CENTRO DE TRANSFUSION VETERINARIO

www.ctveterinaria.es  
 TELEFONO: 659 41 14 98 E-MAIL: ctveterinaria@yahoo.es



FECHA: / / ESPECIE: CANINA PACIENTE: \_\_\_\_\_ RAZA: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_  
 PROPIETARIO: \_\_\_\_\_ PATOLOGIA: \_\_\_\_\_ SEXO:  M  H

GRUPO SANGUINEO DEL PACIENTE: D.E.A 1.1  POSITIVO  NEGATIVO GRUPO SANGUINEO DEL DONANTE D.E.A 1.1  POSITIVO  NEGATIVO  
 PRUEBA DE REACCIÓN CRUZADA:  SI  NO  AGLUTINACIÓN EN PORTA  CROSSMATCH  COOMBS INDIRECTO VOLUMEN A TRANSFUNDIR: \_\_\_\_\_

COMPONENTE A TRANSFUNDIR:  SANGRE ENTERA  CONCENTRADO DE HEMATIES  CRIOPRECIPITADO  
 PLASMA FRESCO  PLASMA FRESCO CONGELADO  PLASMA CONGELADO  PLASMA POBRE EN CRIOPRECIPITADO


HEMATOCRITO DE PACIENTE PRETRANSFUSIÓN: \_\_\_\_\_% HEMATOCRITO DE PACIENTE POSTTRANSFUSIÓN (1 HORA) : \_\_\_\_\_%

TIEMPO	TEMPERATURA	PULSO	RESPIRACIÓN	PRESIÓN VENOSA	OBSERVACIONES	FIRMA
0 min						
15 min						
30 min						
1 h						
1 h 30 min						
2h						
2 h 30 min						
3 h						
3 h 30 min						
4 h						

(Centro de Transfusión Veterinaria, 2012).




**ANEXO 5. EJEMPLO DE REGISTRO CANINO PARA BANCO DE SANGRE PARA FELINOS**



## CENTRO DE TRANSFUSION VETERINARIO

www.ctveterinaria.es  
 TELEFONO: 659 41 14 98 E-MAIL: ctveterinaria@yahoo.es



FECHA: / / ESPECIE: FELINA PACIENTE: \_\_\_\_\_ RAZA: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_  
 PROPIETARIO: \_\_\_\_\_ PATOLOGIA: \_\_\_\_\_ SEXO:  M  H

GRUPO SANGUINEO DEL PACIENTE:  A  B  AB GRUPO SANGUINEO DEL DONANTE:  A  B  AB  
 PRUEBA DE REACCIÓN CRUZADA:  SI  NO  AGLUTINACIÓN EN PORTA  CROSSMATCH  COOMBS INDIRECTO VOLUMEN A TRANSFUNDIR: \_\_\_\_\_

COMPONENTE A TRANSFUNDIR:  SANGRE ENTERA  CONCENTRADO DE HEMATIES  CRIOPRECIPITADO  
 PLASMA FRESCO  PLASMA FRESCO CONGELADO  PLASMA CONGELADO  PLASMA POBRE EN CRIOPRECIPITADO

HEMATOCRITO DE PACIENTE PRETRANSFUSIÓN: \_\_\_\_\_% HEMATOCRITO DE PACIENTE POSTTRANSFUSIÓN (1 HORA): \_\_\_\_\_%

TIEMPO	TEMPERATURA	PULSO	RESPIRACIÓN	PRESIÓN VENOSA	OBSERVACIONES	FIRMA
0 min						
15 min						
30 min						
1 h						
1 h 30 min						
2h						
2 h 30 min						
3 h						
3 h 30 min						
4 h						

(Centro de Transfusión Veterinaria, 2012).