

# Anatomía Comparada del Bazo de la Rata Blanca (*Rattus norvegicus albinus*), Una Revisión de la Literatura

Comparative Anatomy of the Spleen of the White Rat, (*Rattus norvegicus albinus*) a Literature Review

Olivares, R.; Contreras, K.; Farías, G. & Elgueta, D.

---

**OLIVARES, R.; CONTRERAS, K.; FARIÁS, G. & ELGUETA, D.** Anatomía comparada del bazo de la rata blanca (*Rattus norvegicus albinus*), una revisión de la literatura. *Int. J. Morphol.*, 41(6):1727-1733, 2023.

**RESUMEN:** El bazo es el órgano linfático intraperitoneal más grande del organismo, presentando dos funciones principales: defensiva, mediante respuesta inmunitaria y filtración sanguínea. El objetivo de la presente revisión, fue obtener información actualizada sobre la anatomía del bazo de la rata albina (*Rattus norvegicus albinus*) y comparativa con la anatomía del bazo humano, perro, gato y cerdo, al representar las principales especies de importancia en la medicina, medicina veterinaria y en las ciencias biomédicas. Se realizó una búsqueda de material bibliográfico actualizado en diferentes sitios web científicos. Es así como, se revisaron 71 fuentes bibliográficas, en su gran mayoría artículos científicos (31), libros de anatomía humana y veterinaria (17), artículos especializados (17) y tesis (6). En general existe consenso, sobre la descripción anatómica del bazo, el cual se sitúa en la región hipocondriaca izquierda del abdomen, entre el fondo del estómago y el diafragma, irrigado por la arteria y vena esplénica. Se evidenció que existen similitudes en aspectos macroscópicos, al comparar el bazo de la rata blanca, con el bazo de otras especies (funcionalidad, peso relativo, ubicación topográfica). En aspectos microscópicos, el bazo en humanos y otros mamíferos se compone de estroma, además de parénquima, constituido a su vez por pulpa blanca y roja. En particular, existen diferencias entre el bazo de rata, humano, gato, perro y cerdo, en formas, tamaños y aspectos microscópicos, relacionados con la microcirculación e inmunidad. Mientras que existen semejanzas en procesos patológicos y respuestas a tratamientos farmacológicos y clínicos. Por lo anteriormente expuesto, se concluye que la rata albina constituye un buen modelo biológico, específicamente en aspectos anatómicos microscópicos del bazo de tipo inmunológico. Mientras que el bazo de cerdo es mejor comparativamente, en estudios anatómicos macroscópicos de tipo quirúrgicos, resultando ambos extrapolables, especialmente a la medicina humana.

**PALABRAS CLAVE:** Bazo; Rata; Anatomía veterinaria; Anatomía humana; Sistema inmunitario, Órganos linfáticos.

---

## INTRODUCCION

El bazo es el órgano linfático intraperitoneal más grande del organismo, presentando dos funciones principales: defensiva, mediante respuesta inmunitaria y filtración sanguínea. Constituido principalmente por células responsables de la respuesta inmunitaria: los linfocitos y células plasmáticas (Sánchez *et al.*, 2016). Dividiéndose en estroma y parénquima, el estroma presenta tejido conectivo denso, fibras elásticas y musculares lisas, responsables de la contracción esplénica; y la cápsula cubierta por la hoja visceral del peritoneo, que emite trabéculas hacia el interior del bazo, por donde pasan vasos sanguíneos, vasos linfáticos eferentes y nervios. Fibras de colágeno tipo III forman una malla de reticulina, que sostiene al parénquima, el cual se divide en pulpa blanca y roja, separadas por una zona marginal (Motta *et al.*, 2016).

Anatómicamente, el bazo en humanos y otros mamíferos, se compone de dos compartimientos: la pulpa roja externa (componente sanguíneo) y la pulpa blanca interna (componente linfoide), esta última a su vez se subdivide en tres zonas: vaina linfoide periarteriolar, folículo linfoide y zona marginal. La pulpa blanca contiene linfocitos T y B, mientras que la pulpa roja está compuesta por dos sistemas circulatorios, donde uno presenta un flujo rápido y el otro lento (Motta *et al.*, 2016).

El primordio esplénico en humanos aparece en la quinta semana de gestación. Su desarrollo embrionario, se origina a partir del mesodermo esplénico, como un brote único o múltiple de mesénquima embrionario, que posteriormente se fusiona en el interior del mesogastrio

dorsal (Motta *et al.*, 2016). La rotación del estómago y del mesogastrio dorsal, va a ir situando al bazo cada vez más hacia la izquierda, para adherirse al peritoneo de la cavidad abdominal, justo por encima del riñón izquierdo, al cual se encuentra unido por el ligamento esplenorrenal y al estómago por el ligamento gastroesplénico (Arteaga & García, 2013).

Por un engrosamiento del mesoderma esplénico del mesogastrio dorsal, las células mesenquimatosas se dividen y diferencian, para formar el armazón conectivo tisular del bazo (linfoide y mieloide) (Rebellato, 2018). A partir de células mesenquimáticas del mesogastrio dorsal, se va a diferenciar todo el tejido conectivo, los vasos sanguíneos y las células reticulares del bazo, mientras que, las células linfoides que hay en su interior, se originan de las células hematopoyéticas, que migran desde el hígado. El bazo funciona como un órgano hematopoyético durante la vida fetal, fundamentalmente entre los 3 y 5 meses, decreciendo esta función conforme avanza el desarrollo (Arteaga & García, 2013).

La vascularización del bazo se verifica mediante la arteria esplénica, la cual entra hacia el órgano a través del hilio, junto con las arterias gástricas cortas (Megías *et al.*, 2019). El principal drenaje vascular es a través de la vena esplénica, las venas gástricas cortas del fondo y la curvatura mayor del estómago, la vena gastro-omental izquierda y las venas pancreáticas (Maldonado, 2020).

El bazo no posee vasos linfáticos aferentes. Los vasos linfáticos eferentes capsulares y trabeculares se originan en la pulpa esplénica blanca y son la principal vía de salida de los linfocitos de esta pulpa (Steineger, 2015), el drenaje linfático sigue a la vasculatura, hacia los linfonodos esplénicos hiliares y celíacos, a través de los linfonodos linfáticos pancreatoesplénicos (Pernar & Tavakkoli, 2013).

El plexo nervioso esplénico está formado por ramos del plexo celíaco, el ganglio celíaco izquierdo y el nervio vago derecho. Corre junto con la arteria esplénica y se compone principalmente de fibras simpáticas que alcanzan los vasos sanguíneos y el músculo no estriado de la cápsula y las trabéculas (Pernar & Tavakkoli, 2013).

En la rata, este órgano es alargado, plano, delgado y curvo por los márgenes, puede llegar a medir entre 3 y 5 cm de largo, 1 cm de ancho, llegando a pesar entre 750 y 1350 mg (Fig. 1) (Rebellato, 2018), representando el órgano linfoide más grande del cuerpo, correspondiente a un 0,2 % del peso corporal (Megías *et al.*, 2019). Al corte histológico presenta una forma de isósceles. El omento está sujeto al hilio del bazo por donde entran y salen vasos sanguíneos, la pared dorsal superficial enfrenta al diafragma e hígado,

mientras que la parte ventral toca la pared abdominal lateral (Rebellato, 2018).

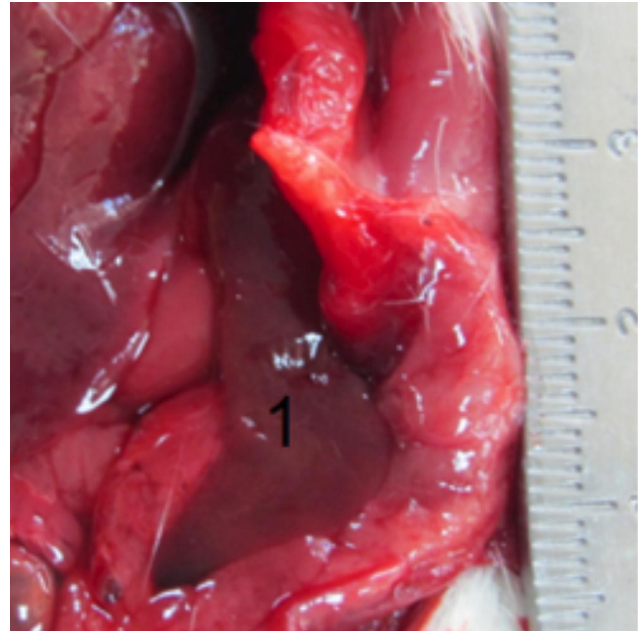


Fig. 1. Imagen de bazo de una rata albina después de diseccionar abdomen. Bazo (1). Depto. Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

Microscópicamente, el bazo de la rata se encuentra recubierto de una capa de tejido conectivo, tal como se muestra en la Figura 2, donde TC: corresponde a la capa de tejido conectivo que recubre la superficie del órgano; PR: pulpa roja, que se denomina así por su color rojo en tejido fresco. En este caso se ve blanco porque se eliminó la sangre. El rojo se debe a la gran cantidad de senos venosos que posee; PB: pulpa blanca, que se encuentra rodeando a la arteria

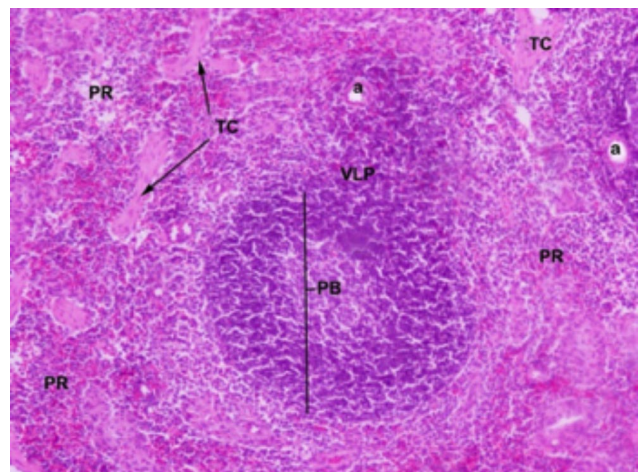


Fig. 2. Imagen microscópica de bazo de rata albina. Teñido con hematoxilina-eosina (10X), (Mello, 2015). PR: pulpa roja; PB: pulpa blanca; TC: tejido conectivo; VLP: vaina linfoide periarteriolar.

central y está formada por células linfoides densamente empaquetadas; y VLP: vaina linfoide periarteriolar, que es una capa de células muy densa, que envuelve a las arterias que forman parte de la pulpa blanca (Megías *et al.*, 2019).

En perros, gatos y cerdos, el peso y tamaño del bazo es influenciado por el estrés, distensión estomacal o uso de fármacos (König & Liebich, 2011; Evans *et al.*, 2020); y además, al igual que en ratas, representa el órgano linfoide más grande (Megías *et al.*, 2019). En humanos adultos sanos, el bazo puede llegar a medir unos 12 cm de largo, 7 cm de ancho y 3 cm de grosor, pesando alrededor de 150 a 250 g (Nayak & Buttar, 2015). Mientras que en cerdos su forma es pedunculada y mucho más alargada que en humanos (Swindle & Smith, 2015).

El bazo reposa más o menos verticalmente contra la pared abdominal izquierda. En perros y gatos, su posición varía por la distensión y capacidad de llene estomacal. Por otro lado, al comparar las especies de mamíferos, en cuanto a tamaño, peso relativo y coloración, no existen grandes diferencias (Dyce *et al.*, 2012).

La ubicación topográfica del bazo en mamíferos, corresponde a la región hipocondriaca izquierda del abdomen, entre el fondo del estómago y el diafragma para humanos (Pernar & Tavakkoli, 2013), y en ratas al lado izquierdo, entre la pared dorsal abdominal y el diafragma e hígado (Megías *et al.*, 2019). Mientras que en perros, se aloja en la parte craneal izquierda del abdomen, unido a la curvatura mayor del estómago, por su inclusión en el omento mayor (Finkelstein, 2012), en gatos se encuentra más o menos verticalmente contra la pared abdominal izquierda, con la parte ventral fuera de la caja torácica, mientras que en el cerdo nunca abandona la protección de las costillas (Dyce *et al.*, 2012).

En ratas y humanos, el bazo consiste de pulpa blanca incrustada en la pulpa roja. El bazo de las ratas exhibe un compartimento adicional de células B bien delimitado, la llamada zona marginal, entre pulpa blanca y roja. Sin embargo, esta zona está ausente en el bazo humano (Steiniger, 2015). La zona marginal en ratas, contiene poblaciones de macrófagos especializados, que no se mencionan en humanos, adicionalmente, las áreas de células T del humano no están dispuestas con tanta regularidad alrededor de las arteriolas, como en los roedores (Haley, 2017).

En humanos, arteriolas y capilares envainados de la pulpa roja, están rodeados de linfocitos. Los capilares envainados están relacionados con elipsoides esplénicos, al igual que la mayoría de otros vertebrados. Las ratas carecen de tales recipientes, representando una excepción evolutiva (Steiniger, 2015).

Según Haley (2017), existen diferentes tipos de bazos, conforme la especie, resultando clasificaciones como el bazo de almacenamiento, bazo defensivo, bazo hematopoyético y linfopoyético.

Los bazos se clasifican en las diferentes especies, teniendo en cuenta la capacidad de almacenar la sangre, donde el bazo de rata es definido como un bazo de tipo linfopoyético, el bazo de perro como bazo de almacenamiento y el bazo de cerdo comparte ambas clasificaciones, además de la distribución de la pulpa blanca. En el gato y en el rumiante, el tejido linfático se presenta en forma de nódulos y en consecuencia hay escaso tejido linfático periarteriolar. En el cerdo, los elipsoides son grandes y abundantes, muchos se sitúan en las zonas marginales de las vainas periarteriolas y a nivel de los nódulos linfáticos. Se manifiesta la misma localización en equinos y perros, pero los elipsoides son más pequeños. En los gatos son más grandes pero su localización se limita a la zona que rodea a los nódulos linfáticos. En los bazos de los animales recién nacidos, se localizan los megacariocitos que persisten en los gatos (Cotrina, 2017).

Existe una categorización en cuanto a la microcirculación del bazo. La primera teoría expone que los capilares terminales se dilatan, forman una ampolla y se abren directamente en los senos esplénicos o vénulas, existiendo una conexión directa entre capilar y sinusoides. Esta es la llamada teoría cerrada. La segunda teoría, llamada abierta, sugiere que los capilares se abren en los espacios existentes entre las células reticulares de la pulpa roja y la sangre entra en los senos venosos a través de las hendiduras de sus paredes. Según ésta, los capilares terminales se abren directamente al parénquima de la pulpa roja, produciendo una hemorragia fisiológica, donde todos los elementos formes y el plasma extravasados, drenarían a través de la trama reticulínica, de los cordones de *Billroth*, hacia los sinusoides. En especies como el perro, cerdo, equino y bovino, la circulación es abierta (Bautista *et al.*, 1994). La última teoría propone la existencia de ambas circulaciones, abierta y cerrada, dependiendo del estado fisiológico o llamada teoría mixta, según la cual la conexión capilar sinusoides no sería ni constante ni permanente, variando según el estado funcional, los capilares podrían conectar o no, dando lugar a un filtrado lento (fase de conexión) o a un paso rápido al sistema venoso (fase de desconexión) (García, 1994).

Cuando el bazo está distendido, los espacios entre las células endoteliales de revestimiento de los senos o vénulas se separan y la sangre se filtra a través de la trama abierta desde los capilares terminales a los senos o vénulas. En un bazo contraído, las células de los senos venosos o vénulas forman una unión ininterrumpida con los capilares terminales. Este tipo de circulación predomina en la rata (Bautista *et*

*al.*, 1994). Parte de la sangre liberada por las arteriolas terminales, se drena hacia la zona marginal en roedores o peri folicular en humanos (Lewis *et al.*, 2019). Si estos senos son muy desarrollados, como es el caso de los caninos, almacenan mucha sangre y se denomina bazo de reserva sinusal, en donde se postula que existe una combinación de conexiones abiertas y cerradas (Lewis *et al.*, 2019).

El bazo del perro y cerdo tienen abundantes vainas linfáticas y periarteriolas (Cotrina, 2017). El bazo de perro y gato en reposo, se contrae y relaja rítmicamente, debido a la presencia de gran cantidad de fibras de músculo liso. La contracción por estrés o inyección de catecolaminas, produce la liberación de células hemáticas libres y plasma desde la pulpa roja (Dyce *et al.*, 2012). Los folículos linfoides pueden tener centros germinativos o no, dependiendo de su estado funcional. Pero en el bazo del gato el tejido linfóide es menos abundante y aparece principalmente como folículos linfoides (Bautista *et al.*, 1994; Cotrina, 2017). En la cápsula hay ausencia de células linfáticas, es frecuente encontrar fibroblastos y miofibroblastos, los que son escasos en humanos, pero abundantes en animales como el perro y el gato (García & Fernández, 2006).

El bazo porcino y humano poseen un alto número de neutrófilos circulantes, micro anatomía y subpoblaciones de macrófagos linfáticos y esplénicos comparables, subpoblaciones de células T y perfiles de citoquinas similares. Además, comparten un 80 % de similitud en su respuesta inmune (Chung, 2019).

El bazo que se encuentra principalmente en perros, se caracteriza por la presencia de una cápsula exterior gruesa, con muchas trabéculas de músculo liso bien desarrolladas, que penetran en el parénquima. El músculo liso permite que el bazo sea contráctil, de modo que además de funcionar como un filtro de sangre, puede almacenar hasta 1/3 del volumen de sangre circulante y se puede vaciar rápidamente. Los bazos de tipo intermedio como en cerdos, tienen una cápsula gruesa de músculo liso entrelazado y fibras elásticas, con un moderado número de trabéculas, además tiene folículos linfoides pequeños y menos variantes que los roedores. Abundan los macrófagos periarteriolas (elipsoides) y grandes áreas de zona marginal, también se ven elipsoides en perros, pero no en ratas. Los bazos de cerdo no poseen sinusoides como en perros o ratas. Los senos venosos de la rata, referidos como vénulas pulpares, son más grandes y más fáciles de identificar (Haley, 2017).

La inervación es por fibras nerviosas simpáticas que atraviesan la cápsula y recorren las trabéculas, especialmente a lo largo de las arterias. Muchas fibras simpáticas penetran también en la pulpa esplénica roja, para terminar en la túnica

media de las arteriolas y sobre las fibras musculares lisas de la pulpa esplénica roja en el cerdo. En el perro el entramado de células y fibras reticulares de la pulpa esplénica roja, está innervado por axones adrenérgicos no mielinizados, que derivan de nervios que acompañan a las arterias. Los axones aparecen encerrados en invaginaciones de la superficie de células reticulares (Bautista *et al.*, 1994; Evans *et al.*, 2020).

A razón de lo anteriormente expuesto, el objetivo de la presente revisión, fue obtener información actualizada, sobre la anatomía del bazo de la rata albina coloquialmente denominada rata blanca y su comparación con la anatomía del bazo del humano, del perro, del gato y cerdo, por considerar que son las especies de mayor importancia médico quirúrgico y experimental, respectivamente.

## MATERIAL Y MÉTODO

Con el fin de actualizar la información bibliográfica sobre la anatomía del bazo de la rata blanca (*Rattus norvegicus albinus*) y comparativa con la anatomía del bazo humano, del perro, del gato y del cerdo; se procedió a la búsqueda de material bibliográfico en diferentes motores de búsqueda o sitios web científicos: Web of Science, PubMed, ScienceDirect, Scielo, Google Scholar, Springer, entre otros, además de la Biblioteca Digital de la Universidad de Chile, como también de libros de Anatomía Veterinaria y Humana.

### Criterios de exclusión:

1. Se excluyeron publicaciones de antigüedad mayor a 10 años, a excepción de información de base, sobre anatomía veterinaria y humana del bazo, que no se encontró en publicaciones más recientes.
2. Se excluyeron publicaciones que no estuvieron escritas en español e inglés, por la dificultad que implicaba traducir correctamente la información.

## RESULTADOS

En esta revisión, la recopilación de información fue realizada entre los años 1994 y 2021, resultando un total de 71 fuentes bibliográficas consultadas: 4 anteriores al año 2000 (5,6 %), 15 entre los años 2001 y 2010 (21,1 %) y 52 posteriores al 2010 (73,2 %). Entre ellas, se encuentran 8 libros de anatomía veterinaria (11,3 %), 9 libros de anatomía humana (12,7 %), 17 libros de especialidad (histología, radiología, imagenología) (23,9 %), 31 artículos científicos (43,7 %) y 6 tesis (8,5 %).

## DISCUSIÓN

En general, existe acuerdo sobre la importancia de estudiar la anatomía del bazo, sus aspectos macroscópicos y microscópicos. Autores como: Arteaga & García (2013) y Rebellato *et al.* (2018), realizaron una descripción anatómica funcional, abordando incluso aspectos embriológicos, los cuales hacen referencia a la anatomía humana y su desarrollo embrionario desde el primordio esplénico, hasta su actual ubicación y posición en la cavidad abdominal.

En toda la literatura consultada existe acuerdo en cómo está estructurado el bazo, en cuanto a su forma y coloración, especialmente por su importancia como reservorio sanguíneo (Maldonado, 2020). Principalmente, la descripción anatómica se vuelve una descripción fisiológica (Pernar & Tavakkoli, 2013; Nayak & Buttar, 2015), destacándose recientemente, la importancia anatómica como método de estudio, para ser abordado mediante técnicas quirúrgicas (Finkelstein, 2012).

Para tener en consideración la descripción actualizada de la anatomía del bazo, según el análisis de diferentes autores y datos consultados, el principal punto a discutir es la descripción anatómica del bazo de la rata albina. Es así como, los hallazgos encontrados sobre aspectos anatómicos macroscópicos en las fuentes bibliográficas son escasos, en comparación a la descripción minuciosa en aspectos microscópicos; siendo la mayor parte de la información asociada a la anatomía del bazo de rata escasa o anterior al año 2000 (Bautista *et al.*, 1994; García, 1994). Sin embargo, dicha información se encuentra de manera actualizada, en artículos científicos, con relación a su utilidad como modelo biológico (Chu *et al.*, 2019).

En la rata, este órgano es alargado, plano, delgado y curvo por los márgenes, puede llegar a medir entre 3 y 5 cm de largo, 1 cm de ancho, llegando a pesar entre 750 y 1350 mg (Rebellato, 2018), información compartida por Mello (2015) y en las imágenes histológicas propuestas por Megías *et al.* (2019).

Rebellato (2018) y Megías *et al.* (2019), describen al bazo de la rata como el órgano linfóide más grande del cuerpo, correspondiendo a un 0,2 % del peso corporal y destacan su importancia fisiológica. Autores como Nayak & Buttar (2015) y Motta *et al.* (2016), describen la organización vascular y celular, que coincide con la descripción para el bazo humano. En cuanto a la anatomía topográfica y coloración, se describe con tonalidades de rojo a marrón, ubicado en la pared dorsal, enfrentando el diafragma e hígado, la pared ventral toca la pared abdominal

lateral en la región izquierda abdominal (Hernández, 2017; Rebellato, 2018; Megías *et al.*, 2019), con forma de isósceles ligeramente triangular ovoide, coincidiendo con las apreciaciones realizadas por König & Liebich (2011), quienes describen anatómicamente varias especies y sistemas simultáneamente.

En cuanto a la descripción anatómica microscópica del bazo de la rata albina, Bautista *et al.* (1994), realizaron un estudio comparativo del bazo en diferentes mamíferos domésticos, el cual describe aspectos histológicos de manera detallada (pulpa blanca, pulpa roja, zona marginal, cápsula y otros). Según Steiniger (2015), el bazo no posee vasos linfáticos aferentes, los eferentes capsulares y trabeculares se originan de la pulpa esplénica blanca y son la principal vía de salida de los linfocitos. Afirmación que es compartida por Motta *et al.* (2016), en la descripción del bazo humano.

La rata albina posee una gran zona marginal, con mayor actividad de linfocitos B, abundante cantidad de senos venosos y gran cantidad y variedad de capilares dentro de vainas linfoides periarteriolas (Chu *et al.*, 2019).

El segundo punto a discutir, sobre las diferencias y similitudes del bazo de la rata comparativamente con el bazo de otras especies (perro, gato, cerdo y humano), revela que la descripción anatómica del bazo en medicina humana es extensa y detallada, desde su anatomía topográfica y relación con vísceras, a una descripción histológica minuciosa del mismo (Nayak & Buttar, 2015; Motta *et al.*, 2016; Megías *et al.*, 2019). En contraste para medicina veterinaria, la descripción anatómica del bazo es similar en la gran mayoría de mamíferos y los autores analizados no enfatizan grandes diferencias.

A partir de los hallazgos encontrados, con respecto a los aspectos anatómicos comparativos, investigados en la literatura de anatomía veterinaria revisada, la descripción de la anatomía macro y microscópica del bazo no es detallada y muchas veces ni siquiera es mencionada por los autores, representando al bazo como parte del capítulo de órganos linfáticos o en la sección de glándulas anexas del sistema digestivo (König & Liebich, 2011; Dyce *et al.*, 2012).

En cuanto a los aspectos macroscópicos del bazo (tamaño, forma, color, peso, ubicación topográfica), varios autores mencionan este órgano, sin embargo, es posible encontrar información comparativa descriptiva en medicina veterinaria en autores como König & Liebich (2011) y Dyce *et al.* (2012).

Existe información asociada a la descripción anatómica del bazo para especies en particular, en diferentes

proyectos monográficos y tesis como en el perro (Finkelstein, 2012) y gato (Cotrina, 2017). Algunas variaciones en cuanto a forma del bazo, son levemente descritas en la cuarta edición de anatomía veterinaria de Dyce *et al.* (2012), sólo para perro y gato y de forma más general en autores como König & Liebich (2011), que incluyen al cerdo y al bovino.

En perros, gatos y cerdos, el bazo, al igual que en ratas, representa el órgano linfoide más grande (Swindle & Smith, 2015; Rebellato, 2018; Evans *et al.*, 2020). Además, en perros, gatos y cerdos el peso y tamaño es influenciado por estrés, distensión estomacal o uso de fármacos (König & Liebich, 2011; Evans *et al.*, 2020). La ubicación topográfica para el bazo en mamíferos, corresponde a la región hipocondriaca izquierda del abdomen, entre el fondo del estómago y el diafragma, descrito en ratas entre la pared dorsal y el diafragma e hígado (Pernar & Tavakkoli, 2013; Megías *et al.*, 2019).

Según Haley (2017), existen diferentes tipos de bazos, según la especie, resultando clasificaciones como el bazo de almacenamiento, bazo defensivo, bazo hematopoyético y linfopoyético, el autor relaciona cada especie con un tipo de bazo, donde predomina una función sobre la otra. Es así como, el bazo de rata sería funcionalmente similar al cerdo y humano (hematopoyético y linfopoyético), mientras que, en perro y gato se asocia a un bazo de almacenamiento.

Teniendo en cuenta la vascularización del bazo y sus diferentes teorías, Bautista *et al.* (1994) señalan que existe una clasificación en cuanto a la microcirculación del bazo, en donde capilares se dilatan, forman una ampolla y se abren directamente a los senos esplénicos o vénulas, existiendo una conexión directa entre capilar y sinusoides (teoría cerrada), la segunda teoría sugiere que capilares se abren directamente a los espacios existentes en la pulpa roja (teoría abierta), de acuerdo con García (1994), quien concuerda con ambas teorías, las expresa como una fase de conexión y luego de desconexión, proponiendo la teoría mixta. Como afirman Bautista *et al.* (1994) el perro, el cerdo y la rata tendrían una circulación abierta. Autores que ejemplifican la irrigación, explicando las diferentes teorías existentes de manera actualizada son: Pernar & Tavakkoli (2013) y Kusumi *et al.* (2015). Existe un debate en curso sobre los caminos del flujo sanguíneo, una circulación rápida (cerrada), que lleva la sangre directamente desde las arteriolas a las vénulas y una circulación más lenta (abierta), que expone las células circulantes y los eritrocitos a los macrófagos esplénicos. Dicha descripción se complementa con lo afirmado por Maldonado (2020), en donde la vascularización del bazo se produce mediante la arteria esplénica, las arterias y venas gástricas cortas del fondo del estómago, la vena esplénica, la vena gastro omental izquierda y las venas pancreáticas.

Para comprender comparativamente la circulación del bazo en ratas, autores como Pernar & Tavakkoli (2013) y Kusumi *et al.* (2015); proporcionan información relevante sobre la microcirculación, de forma actualizada, defienden la teoría de la microcirculación abierta en donde venas y arterias corren en paralelo, dadas las altas controversias existentes sobre la disposición vascular especialmente en el humano. De acuerdo con Nayak & Buttar (2015), Rebellato (2018) y Megías *et al.* (2019) la microcirculación del bazo de rata sería similar al humano.

La descripción anatómica microscópica es ampliamente descrita en ratas asociada al estudio del bazo, para investigaciones extrapolables desde animales de laboratorio a medicina humana (Hernández, 2017). En contraste, la descripción comparativa macroscópicamente es mayor para perros, gatos y cerdos, asociada a investigaciones en medicina veterinaria. En ratas y humanos, el bazo consiste de pulpa blanca incrustada en la pulpa roja. El bazo de las ratas exhibe un compartimento adicional de células B bien delimitado, la llamada zona marginal, entre pulpa blanca y roja. También se han registrado marcadas disminuciones en los linfocitos en roedores y perros, después de la dosificación con xenobióticos, así como en condiciones de estrés. La zona marginal en ratas, contiene poblaciones de macrófagos especializados que no se mencionan en humanos, adicionalmente las áreas de células T del humano, no están dispuestas con tanta regularidad alrededor de las arteriolas, como en los roedores. Las ratas carecen de tales recipientes representando una excepción evolutiva (Steiniger, 2015; Haley, 2017).

---

**OLIVARES, R.; CONTRERAS, K.; FARÍAS, G. & ELGUEDA, D.** Comparative anatomy of the spleen of the white rat, a literature review. *Int. J. Morphol.*, 41(6):1727-1733, 2023.

**SUMMARY:** The spleen is the largest intraperitoneal lymphatic organ of the body, presenting two main functions: defensive, through immune response and blood filtration. The objective of the present review was to obtain updated information on the anatomy of the spleen of the albino rat (*Rattus norvegicus albinus*) and to compare it with the anatomy of the human, dog, cat and pig spleen, representing the main species of importance in medicine, veterinary medicine and biomedical sciences. A search for updated bibliographic material was carried out in different scientific websites. Thus, 71 bibliographic sources were reviewed, mostly scientific articles (31), human and veterinary anatomy books (17), specialized articles (17) and theses (6). In general, there is consensus on the anatomical description of the spleen, which is located in the left hypochondriac region of the abdomen between the fundus of the stomach and the diaphragm, irrigated by the splenic artery and vein. It was evidenced that there are similarities in macroscopic aspects when comparing the spleen of the white rat with the spleen of other species (functionality, relative weight, topographic location). In microscopic aspects, the spleen in humans

and other mammals is composed of stroma, in addition to parenchyma, constituted in turn by white and red pulp. In particular, there are differences between rat, human, cat, dog and pig spleens in shapes, sizes and microscopic aspects related to microcirculation and immunity. While there are similarities in pathological processes and responses to pharmacological and clinical treatments. For the above mentioned, it is concluded that the albino rat constitutes a good biological model, specifically in microscopic anatomical aspects of the spleen of immunological type. While the pig spleen is comparatively better in macroscopic anatomical studies of surgical type, both are extrapolable especially to human medicine.

**KEY WORDS: Spleen; Rat; Veterinary anatomy; Human anatomy; Immune system; Lymphatic organs.**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, S. & García, M. Desarrollo del Sistema Digestivo. Capítulo 20. En: Arteaga, S. & García, M. (Eds.). *Embriología Humana y Biología del Desarrollo*. Querétaro, Médica Panamericana, 2013. pp.354-5.
- Bautista, M.; Carrasco, L.; Pérez, J.; Chacón, M.; Hervas, J. & Sierra, M. Estudio comparativo del bazo en los diferentes mamíferos domésticos. *An. Vet. Murcia*, 9-10:83-97, 1994.
- Chu, C.; Zhou, L.; Xie, H.; Pei, Z.; Zhang, M.; Wu, M.; Zhang, S.; Wang, L.; Zhao, C.; Shi, L.; et al. Pulmonary toxicities from a 90-day chronic inhalation study with carbon black nanoparticles in rats related to the systemical immune effects. *Int. J. Nanomedicine*, 14:2295-3013, 2019.
- Chung, W. Y.; Wanford, J. J.; Kumar, R.; Isherwood, J. D.; Haigh, R. D.; Oggioni, M. R.; Dennison, A. R. & Ercoli, G. An ex vivo porcine spleen perfusion as a model of bacterial sepsis. *Altex*, 36(1):29-38, 2019.
- Cotrina, M. *Histología del Bazo en Gatos (Felis silvestris catus)*. Memoria Título Médico Veterinario. Cajamarca, Universidad de Cajamarca, 2017.
- Dyce, K.; Sack, W. & Wensing, C. Anatomía Veterinaria. 4ª ed. Ciudad de México, McGraw-Hill Interamericana, 2012.
- Evans, H.; De La Hunta, A. & Hermanson, J. *The lymphatic system*. In: Evans, H.; De La Hunta, A. & Hermanson, J. (Eds.). *Anatomy of the Dog*. 5ª ed. St.Louis, Elsevier, 2020. pp.1282-6.
- Finkelstein, A. *Enfermedades de Resolución Quirúrgica y Técnicas Operatorias del bazo en el Perro*. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Pecuarias y Veterinarias, 2012.
- García, A. Tratamientos de las Lesiones Esplénicas mediante Ultrasonidos y/o Butilo 2-Cianocrilato Estudio Experimental. Tesis Doctoral. Madrid, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, 1994.
- García, E. & Fernández, H. *Órganos Linfoides*. En: García, E. & Fernández, H. (Eds.). *Histología Humana Práctica: Enfermería*. Madrid, Editorial Universitaria Ramón Areces, 2006. pp.274-6.
- Haley, P. J. The lymphoid system: A review of species differences. *J. Toxicol. Pathol.*, 30(2):111-23, 2017.
- Hernández, F. *Estudio Experimental del Papel del Bazo en la Prevención de la Enfermedad de Injerto contra Huésped en el Trasplante Intestinal*. Memoria Título Médico. Madrid, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid, 2017.
- König, H. & Liebich, H. *Anatomía de los Animales Domésticos. Órganos, Sistema Circulatorio y Sistema Nervioso*. 2ª ed. Madrid, Médica Panamericana, 2011.
- Kusumi, S.; Koga, D.; Kanda, T. & Ushiki, T. Three-dimensional reconstruction of serial sections for analysis of the microvasculature of the white pulp and the marginal zone in the human spleen. *Biomed. Res.*, 36(3):195-203, 2015.
- Lewis, S. M.; Williams, A. & Eisenbarth, S. C. Structure and function of the immune system in the spleen. *Sci. Immunol.*, 4(33):1-25, 2019.
- Maldonado, D. *Manejo Terapéutico del Traumatismo Esplénico*. Memoria Título Médico. Machala, Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, Universidad Técnica de Machala, 2020.
- Megías, M.; Molist, P. & Pombal, M. A. *Atlas de Histología Vegetal y Animal*. Vigo, Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo, 2019. Disponible en: [http://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-a/guía\\_o\\_a\\_inicio.php](http://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-a/guía_o_a_inicio.php)
- Mello, O. *Histología Animal, Bazo de Rata*. Salamanca, Universidad de Salamanca, 2015. Disponible en: <http://bibbiologia.usal.es/imagenes/picture.php?/1588>
- Motta, G.; Montes, K.; Martínez, M.; López, M.; Pereyra, A.; Onteros, A.; Castillo, J.; Medina, B. & Aragón, M. El bazo: cementerio de leucocitos y de conocimientos radiológicos. *An. Radiol. Méx.*, 15(1):58-69, 2016.
- Nayak, B. N. & Buttar, H. S. Functions of spleen in health and disease. *J. Pharm. Sci. Technol. Manag.*, 1(1):1-7, 2015.
- Pernar, L. & Tavakkoli, A. *El Bazo*. En: Zinner, M. J. & Ashley, S. W. (Eds.). *Operaciones Abdominales*. 12ª ed. Nueva York, McGraw Hill Medical, 2013. pp.1591-5.
- Rebellato, M. *Spleen. Lymph Nodes and Thymus*. En: Suttie, A. W.; Boorman, G. A.; Leininger, J. R.; Eustis, S. L.; Elwell, M. R.; MacKenzie, W. F. & Bradley, A. (Eds.). *Boorman's Pathology of the Rat*. 2ª ed. Londres, Academic Press, 2018. pp.469-91.
- Sánchez, F. G.; Contreras, V. M. D. & Moreno, C. R. Plastination and Anatomy Description of Organs of the Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*). *Int. J. Morphol.*, 34(2):644-52, 2016.
- Steiniger, B. Human spleen microanatomy: why mice do not suffice. *Immunology*, 145(3):334-46, 2015.
- Swindle, M. M. & Smith, A. C. *Swine in the Laboratory: Surgery, Anesthesia, Imaging, and Experimental Techniques*. 3ª ed. Boca Ratón, CRC Press, 2015.

Dirección para correspondencia:  
Dr. Ricardo Olivares P-M  
Depto. Patología Animal  
Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias  
Universidad de Chile  
Santiago  
CHILE

E-mail: rolivare@uchile.cl