

Embriología veterinaria.

Un enfoque dinámico del desarrollo animal

Autor: José García Monterde,
Francisco Gil Cano
Presentación: tapa rústica
Formato: 20 x 28 cm
Páginas: 192
Ilustraciones: en color
Edición: 2013
ISBN: 978-950-555-409-6

Transmite de manera concisa y amena el conocimiento de la materia con la inclusión de material didáctico novedoso, concreto y específico. Casi todos los capítulos abordan la embriología clínica y teratológica, haciendo referencia a anomalías congénitas y defectos del desarrollo que, con cierta frecuencia, pueden presentarse en la clínica veterinaria. Incluye animaciones de formato multidimensional, que permiten ver de forma dinámica cómo se van formando las diferentes estructuras y órganos de las especies domésticas en sus distintas fases de desarrollo. Tales animaciones son una herramienta fundamental para entender la embriología, pues facilitan la comprensión de cada uno de los capítulos que componen el libro.

Contenido

Capítulo 1. Introducción histórica. Teorías acerca del desarrollo embrionario. Fases del desarrollo prenatal. Concepto de embriología. Nomenclatura veterinaria

Capítulo 2. Gametogénesis y fecundación. El cigoto de los animales domésticos. componentes y clasificación

Capítulo 3. La segmentación. Características de la mórula y la blástula
Capítulo 4. La gastrulación en mamíferos y aves. Características de la gástrula. Formación de las hojas germinativas

Capítulo 5. Causas del desarrollo. Crecimiento y diferenciación celulares. Inducción

Capítulo 6. Neurulación I. Delimitación de la forma corporal. Formaciones primitivas derivadas del ectodermo. tubo neural y amnios

Capítulo 7. Neurulación II. Formaciones primitivas derivadas del mesodermo. Mesodermo axial, paraxial y lateral. Metamería embrionaria

Capítulo 8. Neurulación III. Formaciones primitivas dependientes del endodermo. Intestino primitivo y anejos nutritivos derivados del endodermo

Capítulo 9. Membranas extraembrionarias en el huevo de las aves

Capítulo 10. Placentación. Fundamentos y tipos de placentas en los animales de interés veterinario

Capítulo 11. Características de las placentas y los sacos embrionarios de los mamíferos domésticos

Capítulo 12. Formación del sistema cardiovascular. Sangre y vasos sanguíneos primitivos. Formación del corazón

Capítulo 13. Instauración y evolución de la circulación en el embrión y el feto

Capítulo 14. Desarrollo y evolución de los sistemas arterial y venoso embrionario

Capítulo 15. Derivados del intestino primitivo. Faringe y estructuras branquiales

Capítulo 16. Derivados del intestino primitivo. Desarrollo del aparato respiratorio. Separación de las cavidades corporales

Capítulo 17. Desarrollo del aparato digestivo

Capítulo 18. Desarrollo del aparato urinario. Glándula adrenal

Capítulo 19. Desarrollo del aparato reproductor y la glándula mamaria

Capítulo 20. Desarrollo del aparato locomotor. Miogénesis y desarrollo de los grupos musculares. Formación del esqueleto. Tipos de osificación. Formación de las articulaciones

Capítulo 21. Desarrollo del esqueleto axial y los miembros. Plan básico del desarrollo de la cabeza

Capítulo 22. Desarrollo embrionario del sistema nervioso. Organización de la médula espinal y los derivados de las vesículas encefálicas

Capítulo 23. Desarrollo de los sentidos especiales. ojo y oído interno

Bibliografía



Más de 50 años

INTER*médica*
Editorial

Formando profesionales

Editorial Inter-Médica S.A.I.C.I. • Junín 917 - Piso 1° "A" • C1113AAC • Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina
Tels.: (54-11) 4961-7249 - 4961-9234 - 4962-3145 • FAX: (54-11) 4961-5572
E-mail: info@inter-medica.com.ar • E-mail: ventas@inter-medica.com.ar • <http://www.inter-medica.com.ar>

núcleo de uno ellos se aproxima y une al núcleo del gameto femenino.

- 7) **Activación del ovocito:** se reanuda la segunda división meiótica por parte del ovocito (mientras ocurre el bloqueo de la polispermia, el ovocito inicia la segunda división meiótica, la cual genera dos células haploides: el ovocito maduro u óvulo y el segundo corpúsculo polar).
- 8) **Formación de los pronúcleos masculino y femenino:** en el cigoto, los núcleos haploides del espermatozoide y del óvulo se llaman pronúcleo masculino y pronúcleo femenino, respectivamente. Éstos pronúcleos se dirigen hacia la región central del cigoto, donde se desenrollan los cromosomas y se replica el ADN (fig. 3).
- 9) **Anfimixis¹³:** los pronúcleos se colocan

uno muy cerca del otro en el centro del cigoto y pierden sus membranas nucleares (cariotecas). Mientras tanto, los cromosomas ya dispuestos en pares homólogos vuelven a condensarse y se ubican en la zona ecuatorial de la célula, como en una metafase mitótica común. La anfimixis significa la reconstitución del nuevo núcleo diploide del cigoto y representa el fin de la fecundación. Con ella, comienza la primera división mitótica de la segmentación del cigoto.

Al mismo tiempo que el cigoto discurre por el interior de la trompa uterina, tiene lugar el desprendimiento de la corona radiada, cuyas células foliculares se separan y dispersan por la acción de la hialuronidasa.

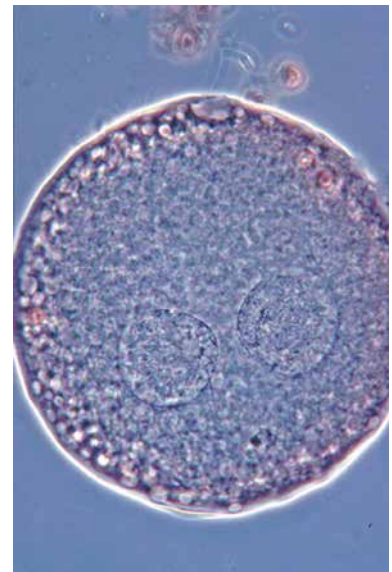
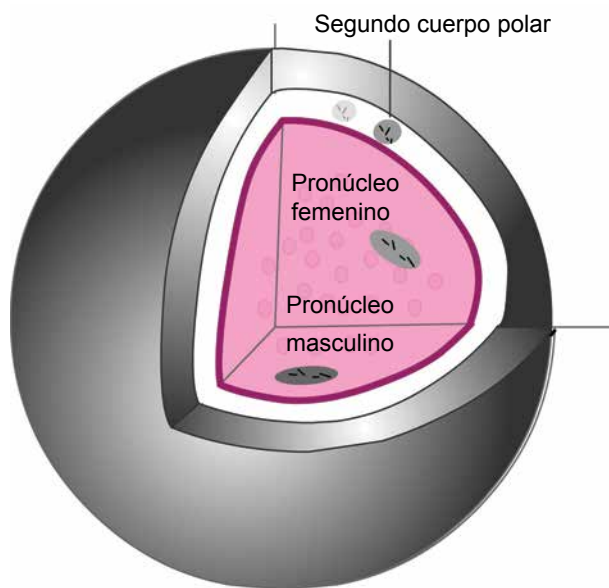


Figura 3. A la izquierda, esquema del cigoto antes de la anfimixis. La fotografía de la derecha corresponde a un cigoto de cerdo a las 20 horas postfecundación, con evidencia de los dos pronúcleos (cortesía de la Unidad Docente de Fisiología Animal de la Facultad de Veterinaria de Murcia).

¹³ Derivado del griego, *amphí*, doble (de un lado y otro); *mik*, mezcla; y *si(s)*, unión sexual.

Descripción y componentes del cigoto

El cigoto o huevo de los mamíferos placentados es redondo y su tamaño oscila entre 100 y 140 micrómetros. El huevo de las aves corresponde a la “yema”; puede alcanzar un tamaño de 35 mm de diámetro que, en gran medida, se debe a la gran cantidad de material alimenticio que contiene. Los demás componentes corresponden a membranas de recubrimiento añadidas alrededor del huevo en su recorrido descendente por el oviducto.

Para describir el cigoto, lo dividiremos en sus tres componentes principales: membranas de recubrimiento, pronúcleos y citoplasma.

A. Membranas de recubrimiento

En el huevo de los **mamíferos**, las membranas corresponden a las mismas que ya poseía el óvulo (ovocito) antes

de la fecundación. En realidad, un óvulo como tal nunca existe ya que la célula que es fecundada es un ovocito secundario, es decir, antes de finalizar la segunda división meiótica (a excepción del perro y el caballo, en los que es fecundado en ovocito primario). Sin embargo, es de uso común el término de óvulo para referirse al gameto femenino ovulado. Las capas son:

- **Membrana primaria.** Es la denominada *membrana ovular* u *oolema*. Para la mayor parte de los autores, el oolema es la membrana citoplasmática del óvulo y, por lo tanto, tiene la clásica configuración en bicapa fosfolipídica de todas las membranas celulares.
- **Membranas secundarias.** Se forman en el ovario y rodean la membrana citoplasmática (fig. 4). Son las siguientes:

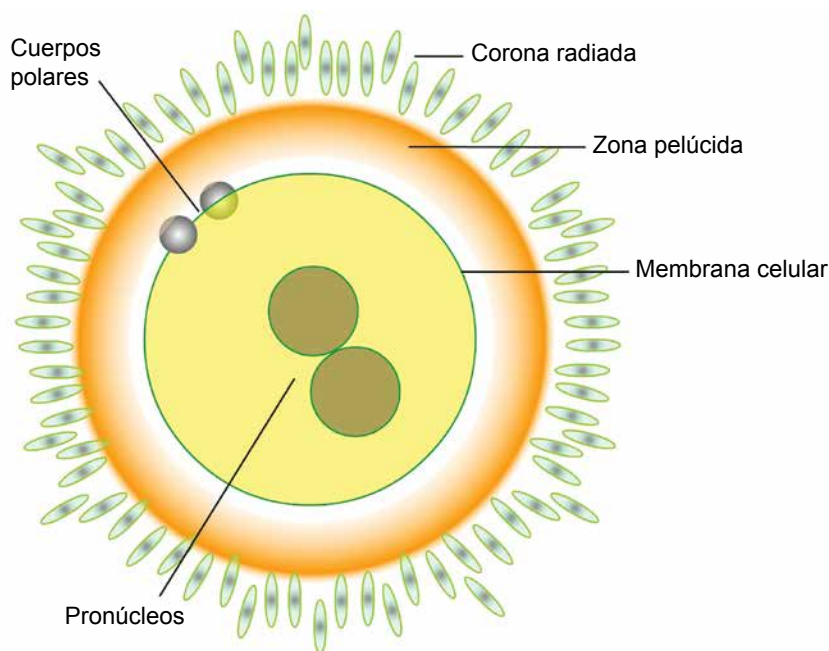


Figura 4. Cigoto de mamífero representado con sus membranas secundarias (zona pelúcida y corona radiada).

- *Zona pelúcida*¹⁴. Es una capa de glucoproteínas (ZP1, ZP2 y ZP3) que rodea la membrana ovular.
- *Corona radiada*. Son varios cientos de células foliculares desprendidas tras la ruptura del folículo durante la ovulación, que se disponen en torno a la zona pelúcida, y están unidas por un magma de ácido hialurónico.

En el huevo de las **aves**, como ya se ha señalado, a excepción de la “yema” (ovocito), el resto son envolturas producidas en el aparato genital (figs. 5 y 6):

- **Membrana primaria.** Corresponde a la membrana ovular (oolema), que

en las aves se torna discontinua poco después de la ovulación.

- **Membranas secundarias.** Es la membrana vitelina que rodea al ovocito y le da consistencia, permitiéndole conservar su forma esférica. Su capa más profunda se segrega en el ovario y rodea al ovocito en el momento de la ovulación. En el oviducto, se le añade una capa fibrosa superficial, una vez que ha tenido lugar la fecundación.
- **Membranas terciarias.** Se añaden en el oviducto de la hembra. Las más importantes son:
 - *Albumen.* Es lo que comúnmente

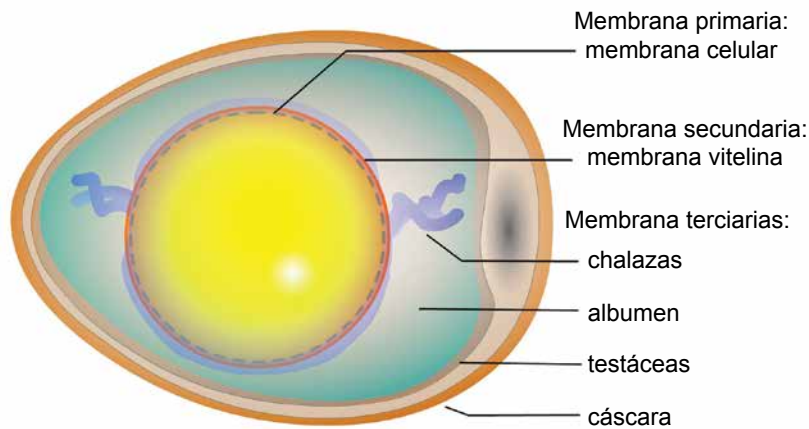


Figura 5. Envolturas del huevo de las aves.

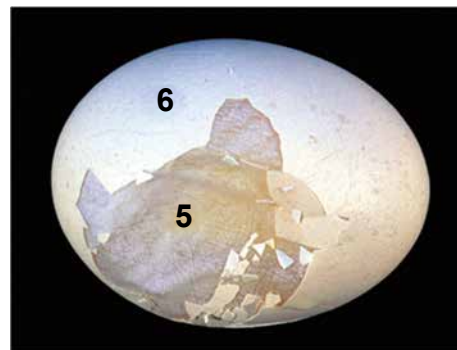
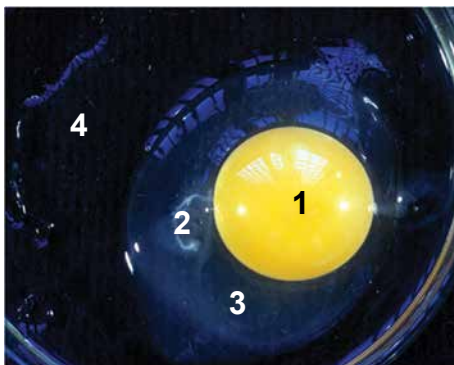


Figura 6. Fotografías de las envolturas terciarias del huevo de las aves: **1.** Ovocito y membrana vitelina (yema); **2.** chalaza; **3.** albumen denso; **4.** albumen fluido; **5.** membrana testácea externa; **6.** cáscara.

¹⁴ Derivado del latín, *pellucidus*, transparente.

La sangre arterial debe llegar a todos los tejidos del embrión, para lo cual la aorta emite una serie de ramas a lo largo de su trayecto, las cuales constituyen el **sistema arterial aórtico**. Las primitivas ramas de este sistema aórtico son metaméricas y se denominan según su dirección (fig. 2). De esta forma, las **ramas dorsales de la aorta** se disponen en pares segmentarios entre los somitas e irrigan los tejidos derivados del mesodermo somítico. Esta irrigación metamérica primitiva regresa en su mayor parte en la región del cuello, pero persiste en las regiones torácica y abdominal como arterias intercostales y lumbares. Las **ramas laterales de la aorta** son también pares y, aunque al principio son metaméricas, su persistencia acaba siendo irregular a lo largo del cuerpo. Se distribuyen por el mesodermo intermedio, por lo que irrigan las glándulas adrenales y el aparato uroge-

nital (arterias renales y gonadales). Las **ramas ventrales de la aorta** son gruesas y nunca llegan a expresar una distribución metamérica. Se dirigen hacia las vísceras que se alojan en la cavidad abdominal. Aunque a veces se inician ramas bilaterales (arterias vitelinas y umbilicales), pronto, las ramas ventrales de la aorta se disponen como ramas impares, tales como las arterias celíaca y mesentérica.

Arcos aórticos

Dado que los arcos aórticos primitivos se disponen entre la aorta ventral y la aorta dorsal, y que en medio de ellos se encuentra el intestino primitivo, dichos arcos mantienen su primera disposición bilateral como trayectos pares que transitan a la derecha e izquierda del intestino craneal, el cual queda entre ellos.

El desarrollo de los pares de arcos aórticos coincide con el período en el que se

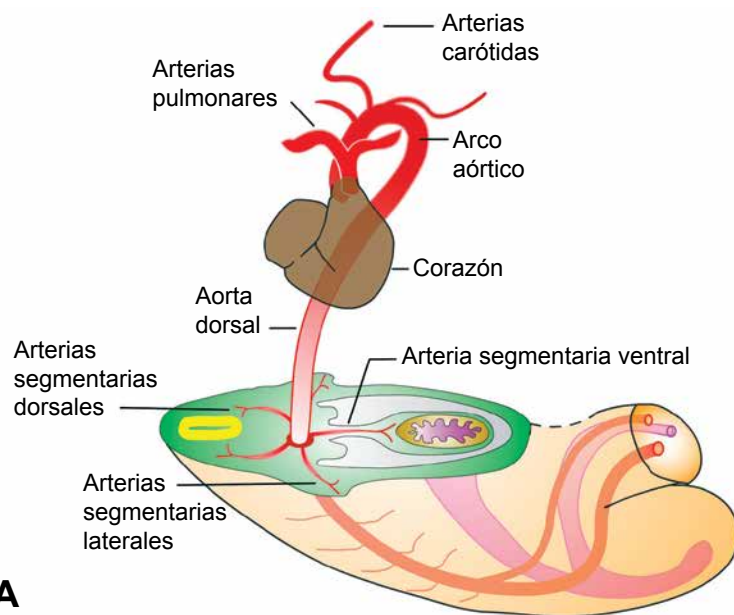


Figura 2. A) Proyección del sistema aórtico, en un corte de cuerpo embrionario, donde se aprecia la distribución de las arterias metaméricas. **B)** Fotografía de un corte sagital de feto de rata que muestra la situación de la aorta dorsal (1) bajo los cuerpos vertebrales (2) y su relación con los órganos de las cavidades torácica y abdominal: atrio izquierdo (3); ventrículo izquierdo (4); pulmón (5); estómago (6); hígado (7).

establecen, en el nivel cervical, los arcos viscerales branquiógenos. El significado evolutivo de estos arcos debe correlacionarse con el desarrollo de las branquias y su correspondiente vascularización. Cada arco aórtico discurre por el mesénquima del arco branquial cranealmente a unas bolsas que se desarrollan en la faringe. Al principio, los pares de arcos aórticos son continuación de las dos aortas ventrales, pero cuando, se forman los arcos tercero, cuarto y sexto, las aortas ventrales se fusionan a su salida del tubo cardíaco para formar una sola raíz aórtica en su origen. Aunque evolutivamente existen seis pares de arcos, el quinto nunca llega a expresarse en las aves y los mamíferos (fig. 3).

En su origen, estos arcos constituyen las arterias de las branquias, donde la sangre es oxigenada dentro de un medio acuático, por lo que en los animales de respiración branquial estos vasos son

persistentes. Sin embargo, en los animales de respiración pulmonar, aunque los arcos aórticos primitivos han perdido su primitivo significado funcional, se siguen presentando en su desarrollo embrionario, al igual que otras estructuras relacionadas con las branquias; por ello los arcos aórticos primitivos son transitorios en las aves y mamíferos, y están destinados a evolucionar de forma diferente.

Así, los arcos aórticos primero y segundo desaparecen sin apenas dejar rastro, mientras que el tercer par evoluciona para dar origen a las arterias carótidas; del cuarto par izquierdo deriva el arco aórtico definitivo. El sexto par se redirige hacia los pulmones para dar lugar a las dos arterias pulmonares definitivas. En casi todos los mamíferos de interés veterinario, la mayor parte de estos cambios se producen entre las 3-7 semanas y coinciden con la tabicación del corazón.

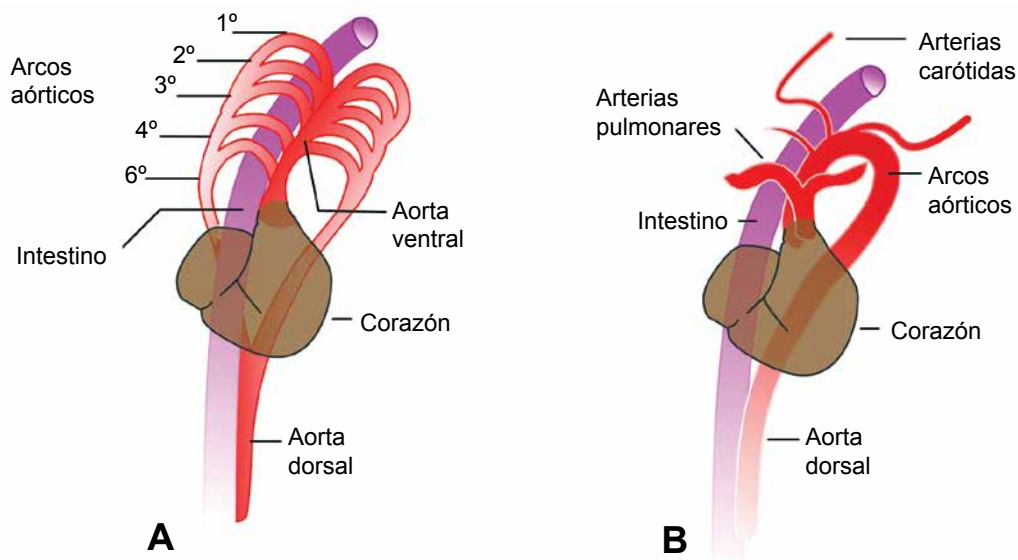


Figura 3. A) Proyección respecto del intestino primitivo de los arcos aórticos primitivos (5 pares en mamíferos). **B)** Evolución de éstos hasta formar las arterias carótidas, el arco aórtico y las arterias pulmonares.

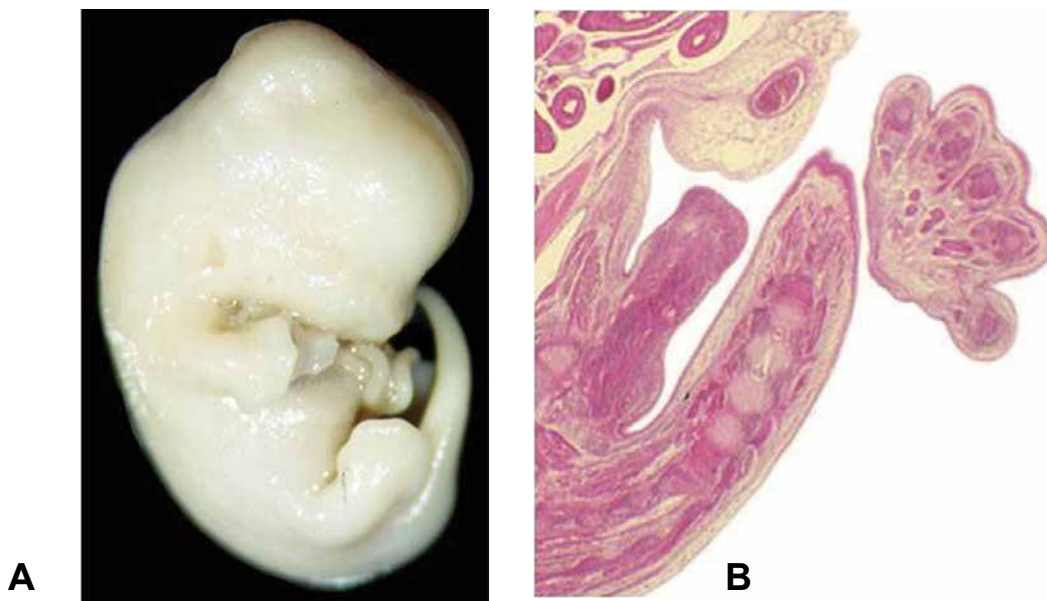


Figura 4. **A)** Fotografía de un feto de rata donde se aprecian las yemas de los miembros torácico y pélvico del lado derecho. **B)** Sección sagital de la cola y los dedos del pie.

A medida que el esbozo de los miembros crece distalmente, las porciones más proximales muestran condensaciones que se corresponden con claros signos de condrogénesis, y dan lugar a los modelos cartilagosos (fig. 5). Primero lo hacen los huesos

más proximales y, progresivamente, los correspondientes a las distintas regiones apendiculares: **cinturón** torácico o pelviano (escápula o coxal), **estilopodio** (brazo o muslo), **cigopodio** (antebrazo o pierna) y **autopodia** (mano o pie).

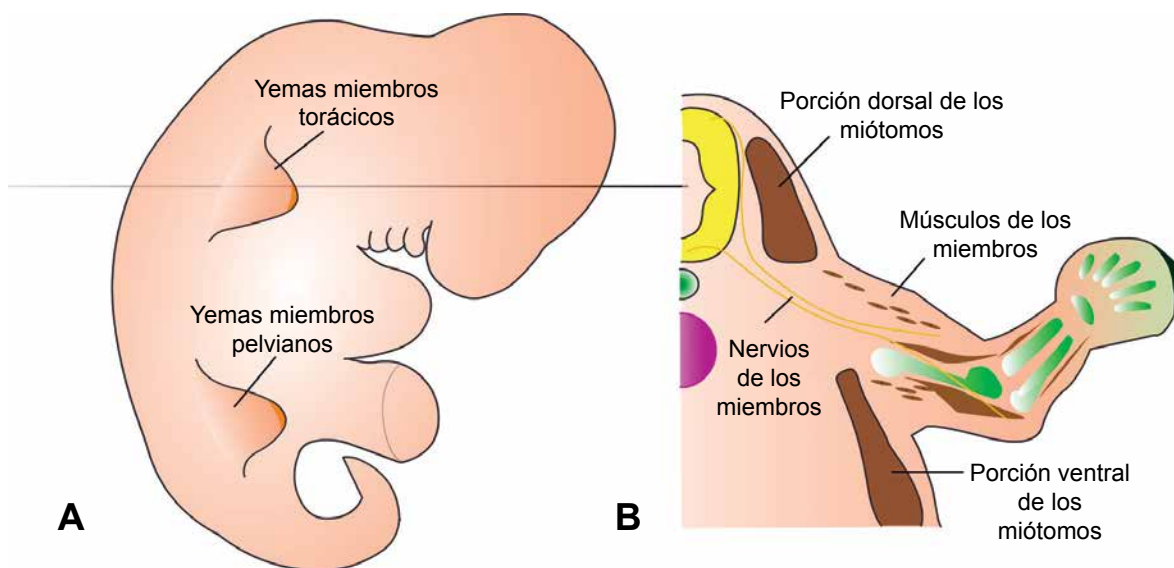


Figura 5. **A)** Fase inicial de las yemas de los miembros. **B)** Corte transversal en el que se aprecia la contribución de los miótomos, además del mesénquima, para formar las principales estructuras de los miembros.

El mesénquima que rodea los esbozos de los huesos se diferencia en músculos; en este mesénquima precursor de la musculatura se pueden distinguir una parte craneal y otra caudal que originan los músculos extensores y caudales de cada articulación, respectivamente.

Los extremos distales se aplanan y adquieren forma de placas (**blastema**

digital), que dan lugar a la mano o el pie. El patrón básico del desarrollo de las extremidades es inicialmente el mismo en todos los animales domésticos, pero se modifica según las características de cada especie (figs. 6 y 7). Los dedos definitivos se forman cuando los tejidos entre las condensaciones digitales se degeneran y dejan

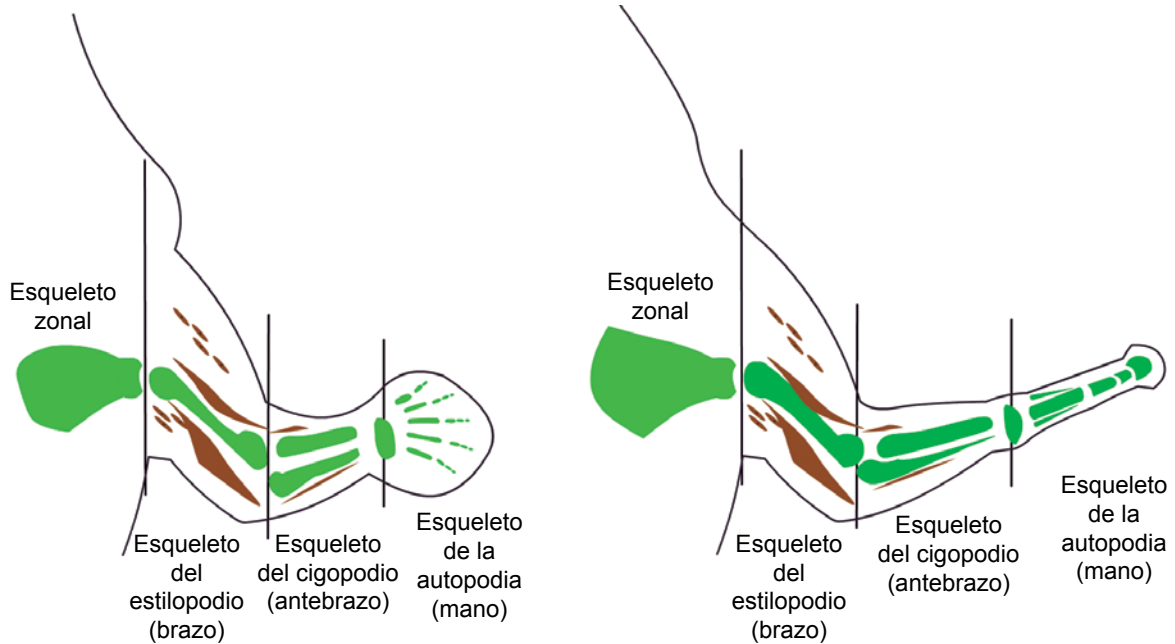


Figura 6. Homologías en el desarrollo del esqueleto del miembro torácico.

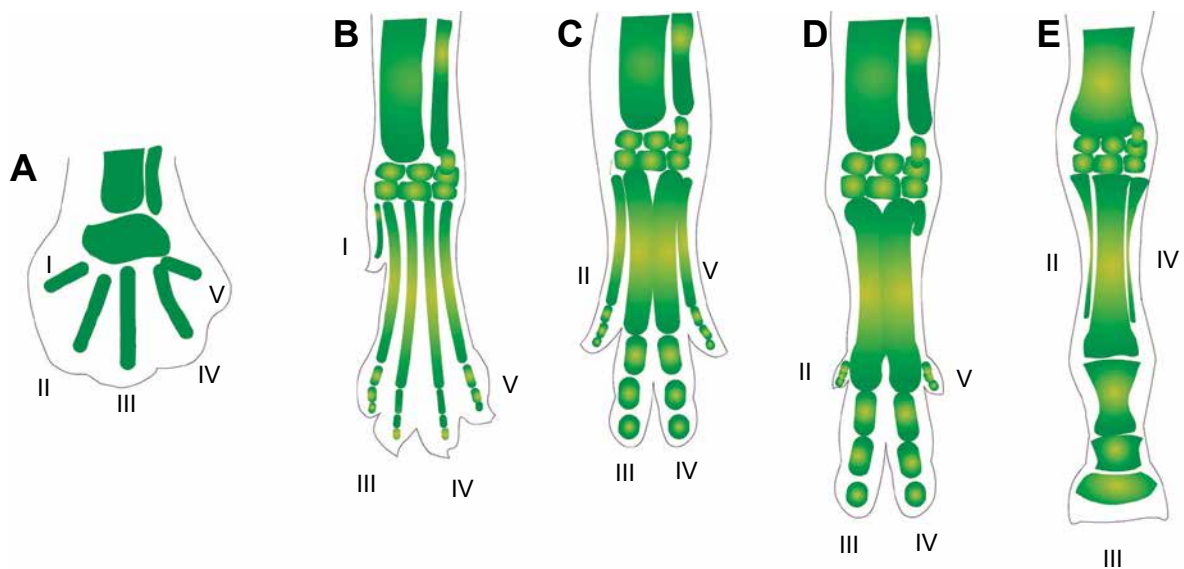


Figura 7. Los dedos de la mano proceden de un mismo patrón embrionario (A). El desarrollo de los dedos (según cada especie) se produce a la vez que la atrofia de los demás. En la figura se muestran los dedos de la mano de los carnívoros (B), los suidos (C), los rumiantes (D) y los équidos (E).