

UNIVERSIDAD DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

**Desarrollo embrionario del árbol broncovascular hasta la
constitución del alveolo**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Maximiliano Rodríguez Aguilar

Madrid, 2015

R. 52728.

TA 1024

TESIS DOCTORAL

Dirigida por Don José Escolar García, Catedrático de
Anatomía de la Universidad de Granada y Jefe de
Sección del Instituto "Cajal" del Consejo Superior
de Investigaciones Científicas.

"DESARROLLO EMBRIONARIO DEL ARBOL BRONCOVASCULAR

HASTA LA CONSTITUCION DEL ALVEOLO"

por

Maximiliano Rodríguez Aguilar



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

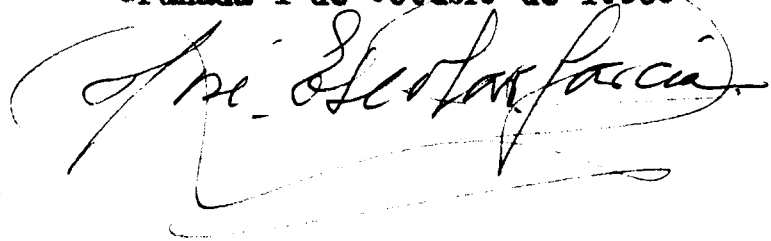


5315110732

DON JOSE ESCOLAR GARCIA, CATEDRATICO TITULAR DE ANATOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE GRANADA Y JEFE DE SECCION DEL INSTITUTO "CAJAL"
DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

C E R T I F I C O : Que D. Maximiliano Rodriguez
Aguilar ha trabajado bajo mi dirección en este
Departamento y estudiado personalmente el mate-
rial de su Tesis Doctoral, titulada "Desarrollo
embrionario del árbol broncovascular hasta la
constitución del alveolo", que ha terminado con
todo aprovechamiento; habiendo, el que suscribe,
revisado la presente Tesis y estando conforme
con su presentación para ser juzgada.

Granada 1 de Octubre de 1.950



Señores:

Mis inclinaciones hacia el Aparato Circulatorio y Respiratorio determinaron mi especialización clínica correspondiente, en cuyo ejercicio, como en el de cualquier otro, es tan necesario las oportunas bases científicas en donde alrededor de las cuales gira todo lo demás. Cifándonos a la parte pulmonar, es indudable que el fisiologismo del alveolo y lo que le rodea constituye una parte esencial. En efecto, el epitelio alveolar y sus vasos juntamente con la trama de relleno que une unos alveolos con otros, se le considera embriológicamente desde hace tiempo por el clásico Sistema Reticulo Endotelial que tiene un significado en el adulto bastante preciso, pues es capaz de proliferar activamente en un momento dado para contribuir a la integridad de toda estructura pulmonar amenazada de destrucción. Por eso, su papel defensivo y como consecuencia su activa participación en todos los procesos pate-

lógicos pulmonares, así como fuera de procesos patológicos fagocitando productos de contaminación alveolar en estado normal y sirviendo de velo intermedio para los cambios de tensión de gases.

Vemos pues que el fisiologismo queda hermanado en el nombre de S.R.E. comprendiendo la trama pulmonar correspondiente a alveolo, pared vascular del mismo y tejido intersticial.

Consideremos que los antiguos histólogos y anatomopatólogos, en cuyas manos se encuentra la base del S.R.E. estudian el delicado fisiologismo de este tejido (Kiyéne, Asheff, Cunningham, Ferrata, Negreiros Rinaldi, Naegeli, etc.) y aunque lo aplican en el caso concreto del tejido pulmonar, no se insiste lo suficiente en las distintas fases de su derivación embriológica no obstante considerarse casi por unanimidad que deriva del mesenquima.

Es natural que las distintas actividades formativas del tejido pulmonar, manifiestas en los casos patológicos del adulto, cabe pensar que se reflejen de una manera natural en las distintas fases embriológicas de su desarrollo. Por ese motivo y no encontrando en la bibliografía datos que establezcan un estudio sucesivo de todas las fases nos hemos decidido nosotros a abordarlo.

PLANTAMIENTO DEL TRABAJO

El desarrollo del tejido pulmonar correspondiente a endotelio alveolar, vasos peri-alveolares y trama de relleno, corresponde indudablemente a un anatomopatólogo que por manejar el campo concreto de la Histología y sus técnicas especiales puede seguir un estudio microscópico de algunos cortes aislados y en condiciones ventajosas puede identificar los distintos elementos sanguíneos en sus fases previas de desarrollo, pero al mirar nosotros el problema desde las primeras fases embrionarias también hemos tenido en cuenta que a la par se forma un árbol bronco-vascular del mismo tejido pulmonar indiferenciado de las primeras fases.

Por eso este estudio solo lo concebimos orientado en sus dos aspectos, morfológico y estructural; esto es, macroscópico y microscópico procurando empezar viendo en la trama indiferenciado de la yema pulmonar primitiva las formaciones bronco-vasculares que han de dar lugar a un árbol adulto y por otra parte las formaciones alveolo-vasculares aparecidas más tarde que han de quedar como trama definitiva, por lo tanto como tejido pulmonar propiamente dicho.

Por este motivo nos hemos valido más que nada de las técnicas embriolo-

gicas y dentro de ellas hemos procurado usar de todo dato histológico que estas técnicas han podido darnos con el fin de hacer un estudio del desarrollo del arbol bronco-vascular embrionario.

Pero esta tesis nuestra nunca hubiese tenido realidad de no haber gozado de la supervisión del Profesor Escolar, al que desde estas líneas le quedamos profundamente agradecido, así como al personal del Departamento, especialmente a los Doctores Soler Viñolo y Jimenez Castellanos, a la colaboración entusiasta de todos los cuales debo la confección de este trabajo, que hoy expongo a la consideración del Tribunal.

TR A B A J O S

R E A L I Z A D O S

Para nuestro trabajo dispusimos del siguiente material: Embriones de cobaya de 4, 5, 5, y 9 mm; embriones humanos de 14, 40, 45, 90, 130, 150 mm y feto a término.

Los embriones de cobaya de 4, 5, 5, y 9 mm y los humanos de 14, 40, y 45 mm estaban ya cortados y teñidos en este Departamento del Instituto Cajal y nuestro trabajo sobre ellos se limitó a su estudio microscópico e histológico y proceder después a hacer las correspondientes reconstrucciones planimétricas y fotométricas.

La reconstrucción planimétrica, tipo HIS, tiene una técnica que podemos describir descomponiéndola en los siguientes puntos:

1°) Una vez escogidos los cortes y partes que nos interesan procedemos a hacer los dibujos correspondientes con la cámara clara, que es un dispositivo que se adapta al ocular del microscopio y que permite, valiéndose de un sistema de espejos, superponer la imagen de un papel blanco (que se coloca entre el microscopio y nosotros) sobre la preparación y de esta manera, poder dibujar con exactitud de medida y con los aumentos que dispongamos

los detalles de la preparación.

2°) Para la identificación ulterior de dichos dibujos seguimos una técnica determinada, para la cual basta un lapiz rojo y azul y otro negro, que consiste en dibujar, primero los contornos con el negro y después reseñar cada elemento de una manera; así al bronquio lo representamos limitando su luz y capas celulares con trazos negros; a los vasos arteriales con trazos rojos y cuando son venas con trazos azules; los elementos libres que contengan en su interior como así mismo los que se encuentran en el mesenquima con puntos rojos; los nervios con trazos gruesos y negros y la trama con líneas más finas y negras que se cruzan repetidamente.

3°) Una vez obtenido este material se procede a la reconstrucción siguiendo las luces bronquiales en todas las diferentes alturas en que se ha cortado el embrión, objeto de nuestro estudio actual, y los restantes que han de seguirle con los detalles vasculares y nervios incluidos en el mesenquima que nos interesan. Así hasta conseguir la extensión, orientación y límites de los componentes bronco-vasculares a analizar y hecha por tanto la reconstrucción planimétrica de HIS.

La estereofotometría de SOBOTA-NEUMAYER consiste en señalar en la recons-

trucción planimétrica los niveles más demostrativos e interesantes y fijándose en el porta a que aquello corresponde, sacar sendas microfotografías, que, como en nuestro caso, resultan de gran utilidad y sobre todo que demuestran la autenticidad de lo que en el trabajo se afirma.

Los embriones de 90, 130, 150, y feto a término tuvimos nosotros que cortarlos y teñirlos, para lo cual procedimos de la manera siguiente:

En primer lugar extraímos de los fetos conservados en formol, trozos pequeños de pulmón a nivel del hilio; cortadas estas piezas en bloques más reducidos de forma cúbica y de 12 mm de arista, los depositamos en una solución de formol colorado (Soler 1950) donde permanecieron durante seis días. Transcurrido este tiempo sometimos estas preparaciones a cortes seriados por congelación para seguidamente teñirlos por el método de GROSS, ya empleado anteriormente en el Departamento con preparaciones de otros órganos y que habiendo dado resultados excelentes, nos hizo inclinarnos por él y no por otras técnicas de coloración.

El método de GROSS se aplicó de la siguiente manera: Obtenidos los cortes por congelación reseñados anteriormente, los depositamos en bandejas planas con agua destilada. Trás un lavado abundante con este agua, pasán-

doles a través de varias bandejas, los depositamos en la solución sensibilizante de nitrato de plata al 20%, solución que ha sido filtrada previamente, donde permanecen diez minutos en la oscuridad. Transcurrido este tiempo los vamos pasando por varios cubiletes de cristal que contienen solución formulada y neutralizada con $\text{CO}_2 \text{ Mg}$, de donde van a parar a un disco ligeramente cóncavo de cristal conteniendo una solución inestable de nitrato de p \acute{a} ta amoniacal en donde son observados al microscopio hasta conseguir sorprender el punto de tinción necesario e impregnación de los centros nerviosos por la plata reducida.

Después de fijado el exceso de p \acute{a} ta, n \acute{o} reducida, con hiposulfito s \acute{o} dico al 5% se lavan nuevamente los cortes con agua destilada y se depositan en una batea plana de cristal que contiene alcohol de 80°, de donde se extraen finalmente para montarlos, sin virado al oro ni coloración de fondo.

En el embrión de 90 mm y en el feto a término, hemos hecho estudios histológicos y de corrosión (ESCOLAR 1945) para obtener el árbol bronquial reproducido fotográficamente en las figuras 24 y 25. Para ello hemos tomado un feto de término y un embrión de 5 meses (E. de 90 mm). Con este

último que ha sido logrado por corrosión del sistema bronquial inyectando solución celuloidea de acetona a consistencia glicerihosa y a 5 cm Hg de presión, hemos realizado la neplección previa según las pautas clásicas del Departamento, con la masa de HOCHSTAETTER-SCHMEIDEL, pues no creemos haya otra más elástica una vez seca y considerando la viscosidad y la masa en el momento de la inyección factores principales a tener en cuenta en relación con la luz que ha de llenarse, pues esos factores establecen la penetrabilidad, quedando de nuestra cuenta aumentar o disminuir la presión. Hemos usado el inyector de presión continua e intubada la luz bronquial de la pieza con una cánula de tubo de cristal cuyo calibre de la punta es obtenido por estiramiento de la llama y cuyo ribete se logra por aplastamiento frontal de la boca al rojo del tubo contra una superficie consistente, sólo nos falta introducir el líquido a inyectar mediante una jeringa. Como la viscosidad del líquido es principal factor a tener en cuenta, y en un principio suele interesar una manifiesta penetración, comenzamos la inyección con acetona pura; después vamos aumentando la consistencia inyectando sucesivamente soluciones acetónicas cada vez más concentradas de celuloide (concentración que medimos en unidades acetónicas con un vis-

cosimetro de pipeta) hasta llegar a la consistencia glicerinoso, sobrepasando esta, si se precisa, en la última fase de la inyección. Casi al mismo tiempo atendemos a la presión que la medimos en un manómetro de mercurio intercalado, y la producimos comprimiendo el aire contenido en una bombona merced a una corriente de agua que a ella llega.

De igual forma hemos procedido con el feto a término, empleando esta presión de 5 cm de Hg solo en el embrión de 90 mm, después de considerar el calibre, forma y propiedades de distensión de los fondos de saco de los aciris, su elasticidad y presión ejercida desde su interior, que la ha hecho distender todas las luces terminales repletadas. En el feto a término, además de hacerlo sin presión, la solución celuloidea en acetona que hemos inyectado le ha sido a consistencia triple de la glicerinoso. Presentamos los resultados obtenidos a continuación, siguiendo un orden embriológico desde las primeras fases hasta el feto a término.

RESULTADOS OBTENIDOS

EMBRIÓN DE 4 MILIMETROS

Para iniciar nuestros estudios hemos escogido el embrión de cobaya de 4 mm; se encuentra fijado en formol, incluido en parafina y cortado a 15 micras de espesor, da un total 255 cortes montados en 10 portas, que han sido teñidos por la hematoxilina-eosina.

Nos interesa la zona comprendida en el porta 3, que comprende el tubo digestivo en su porción central y detalles que le rodean y que seguidamente mencionaremos al fijar su posición en relación con el objeto de nuestro estudio.

Prácticamente, la representación del pulmón puede ser demostrada en un solo panorama que lo secciona correspondiente al porta 3 $\frac{3}{4}$, del que hemos hecho una reproducción panorámica para fijar la posición general de todos

los elementos, antes de recurrir al detalle que nos interesa.

Advirtamos en la preparación (Figura 1) la mayor parte del cuerpo del embrión seccionado que nos muestra en la parte más alta el tubo nervioso (1) y más adelante el tubo digestivo (2) que esboza dos sacos laterales (3 y 4). Notemos también últimas partes del intestino (5) independientes de la luz del tubo digestivo nombrado anteriormente, debido esto a la flexuosidad de la única asa intestinal existente. Las cavidades celómicas (6 y 7) están donde corresponde; lo mismo podemos decir del sistema venoso cardinal y umbilical (8 y 9) situados a ambos lados del tubo digestivo, así como las aortas descendentes (10 y 11) colocadas en forma análoga.

Si la zona correspondiente a los brotes pulmonares (3 y 4) es ampliada todavía más, podremos observar la figura 2 en donde encontramos los elementos orientados en forma análoga. La hernia pulmonar derecha haciéndose extensi-

ble en la cavidad celómica del mismo lado (1) muestra en su interior la dilatación bronquial correspondiente (2) y una cierta cantidad de mesenquima intermedio (3). Notemos que el epitelio de esa dilatación bronquial tiene varias capas de células desparramadas, que en parte puede ser debido a la oblicuidad del corte en dicha pared, pues en el lado izquierdo (4) la pared bronquial ha sido seccionada tangencialmente. Pero a pesar de esta consideración existen varias capas, cosa demostrable al observar otros cortes diferentes, comparándolos siempre con el menor grosor del epitelio digestivo propiamente (5). El mesenquima intermedio, muestra el aspecto clásico pero un tanto redondeado y con aumentos mucho mayores pueden apreciarse no solamente células mesenquimatosas fijas sino elementos redondos de apariencia libre. Algunos de ellos, aunque no se poseen datos suficientes para demostrarlo, son indudablemente elementos sanguíneos muy primitivos; pues no existen vasos aquí todavía bien

formados, máxime si consideramos que en las arterias aortas descendentes (5 y 8) encontramos una diferencia tan escasa, pues la del lado izquierdo (6) aparece como un lote formado por elementos perfectamente redondeados y libres y rodeados de una ligera condensación mesenquimatosa; condensación más clara en la derecha por cuanto los elementos libres se han perdido.

FIGURA 1

Embrión de 4 mm. Corte 3-3-5.

- 1.-** Tubo nervioso.
- 2.-** Tubo digestivo.
- 3 y 4.-** Sacos laterales que esboza el tubo digestivo.
- 5.-** Últimas partes del intestino.
- 6 y 7.-** Cavidades celómicas.
- 8 y 9.-** Sistema venoso cardinal y umbilical.
- 10 y 11.-** Aortas descendentes.

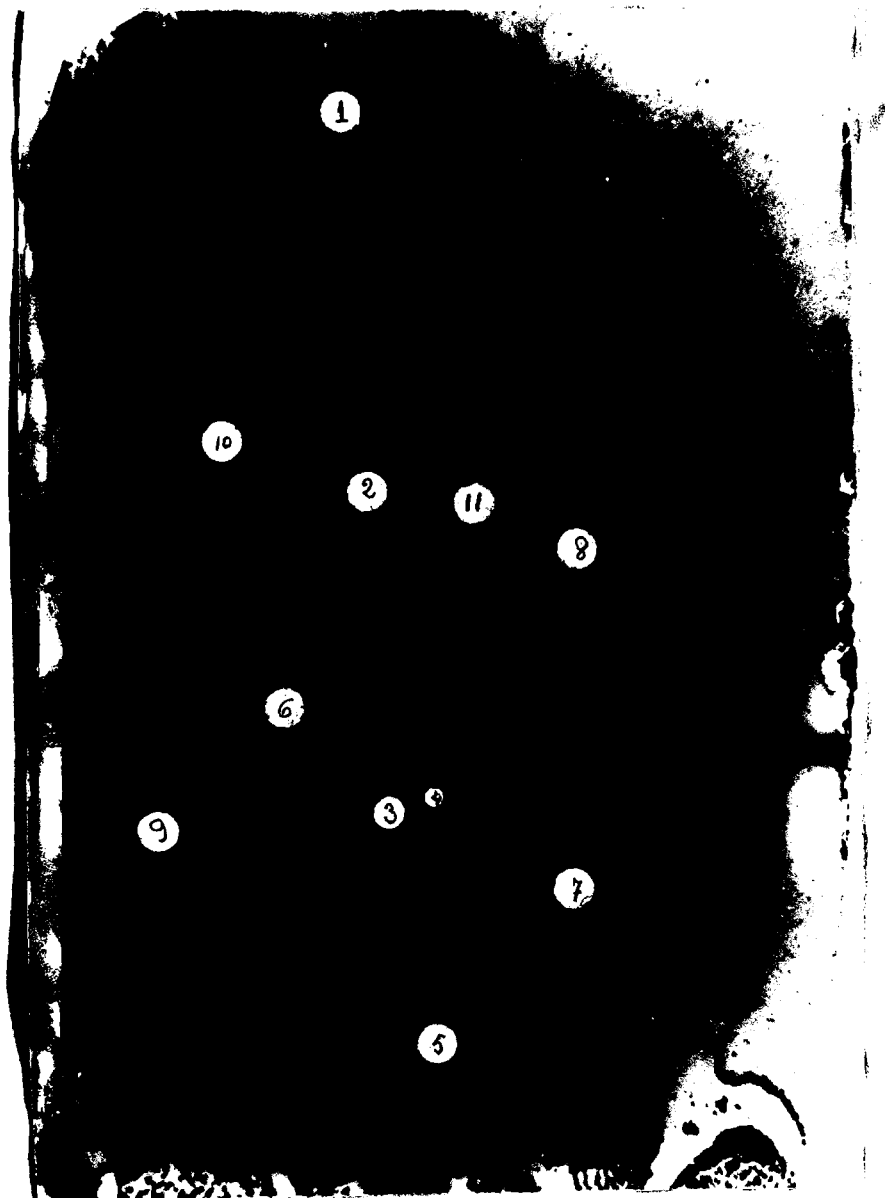


FIGURA 2

Embrión de 4 mm. Corte 3-3-5.

- 1.- Cavidad celómica derecha.**
- 2.- Dilatación bronquial correspondiente.**
- 3.- Mesenquima intermedio.**
- 4.- Dilatación bronquial izquierda.**
- 5.- Epitelio digestivo propiamente.**
- 6 y 7.- Aortas descendentes.**



EMBRIÓN DE 5 MILIMETROS

Este embrión está fijado en formol, incluido en parafina y cortado a 15 micras de espesor con un total de 333 cortes, montados en 15 portas que han sido teñidos por la hematoxilina-eosina.

Continuando nuestros estudios en el tema que nos ocupa hemos escogido una preparación representativa del plano medio que abarcaba los dos brotes pulmonares en su totalidad.

Con un sólo corte hemos tenido suficiente para representar los dos brotes pulmonares en un estado más avanzado en el que los vemos más reparados. La estructura de ambos brotes viene a ser igual, con muchas capas de células; de ellas, la más externa (figura 3) tiene una capa basal (1) perfectamente demostrable, luego el mesenquima y en él se aprecia la capa basal condensada (2).

En pleno mesenquima observamos unos conductos, (3) que

que bién pueden ser vasos; conductos estos que se hacen más manifiestos conforme nos acercamos al corazón que no describimos.

La condensación de la parte externa forma el celoma, condensación esta apreciable por como a una manera de papa celular más compacta que las centrales (4), donde se observan espacios libres entre los cuales discurren las células y vasos ya nombrados anteriormente. Nos hace pensar en que estos conductos sean vasos por su condensación más externa y los elementos periféricos que lo forman, ya que en su interior apenas se aprecian elementos redondeados y libres.

En una preparación más ampliada (figura 4) microfotografía correspondiente al porta n° $7 \frac{1}{10}$, observamos los detalles reseñados anteriormente, la capa basal (1) perfectamente demostrable y vasos (2) sin apenas elementos libres en su interior.

FIGURA 3

Embrión de 5 mm. Corte 7-1-5.

- 1.- Capa basal.
- 2.- Mesenquima con basal condensada.
- 3.- Conductos observados en el mesenquima.
- 4.- Capa celular externa.



FIGURA 4

Embrión de 5 mm. Corte 7-1-10.

- 1.- Capa basal.
- 2.- Vasos.



EMBRION DE 6 MILIMETROS

Este embrión está fijado en formol, incluido en parafina y cortado a 15 micras de espesor con un total de 400 cortes, montados en 15 portas, que han sido teñidos por la hematoxilina-eosina.

Para nuestro estudio hemos escogido un bloque situado en la porción media y que comprende los dos brotes pulmonares libres en la cavidad celómica (figura 5) microfotografía de un corte dado a un nivel representado en la figura 5 y que corresponde al porta n° 10 $\frac{2}{7}$, limitados por detrás por las yemas nefrales (1) por delante el tejido hepático (2) y la parte central ocupada por un amplio meso (5) que separa ambas cavidades celómicas (3 y 4) entre sí y que ha de corresponder al mediatino del adulto.

Con la representación de un solo corte, hemos tenido suficiente para demostrar ambos brotes pulmonares redondeados y libres en la cavidad celómica.

La parte central se encuentra ocupada por una condensación celular, de iguales características que el resto del mesenquima, si bien en este (lado izquierdo) observamos unos espacios libres no ocupados por células y separadas ambas por una capa basal que las limita. La capa más externa presenta como una especie de membrana limitante ocupada en su totalidad por elementos celulares de estructura no definida

En el mesenquima, poco demostrables, se observan una especie de conductos (5), más claros en su interior unos y ocupados por elementos redondeados, libres otros, que nos hace pensar sean vasos. No obstante estos espacios no son tan manifiestos en este embrión como lo son los del embrión anterior, lo que achacamos sencillamente al tratarse de la parte terminal de las yemas cuyo mesenquima es perfectamente condensado, pero separado del epitelio bronquial por la basal de este que no le abandona.

FIGURA 8

Fabrón de 5 mm. Corte 10-2-7

- 1.- Yemas nefrales.**
- 2.- Hgado**
- 3.- Cavidad celomica derecha**
- 4.- Cavidad celomica izquierda.**
- 5.- Mese que formará el mesoastino.**
- 6.- Espacios mesenquimatosos. Vasos.**

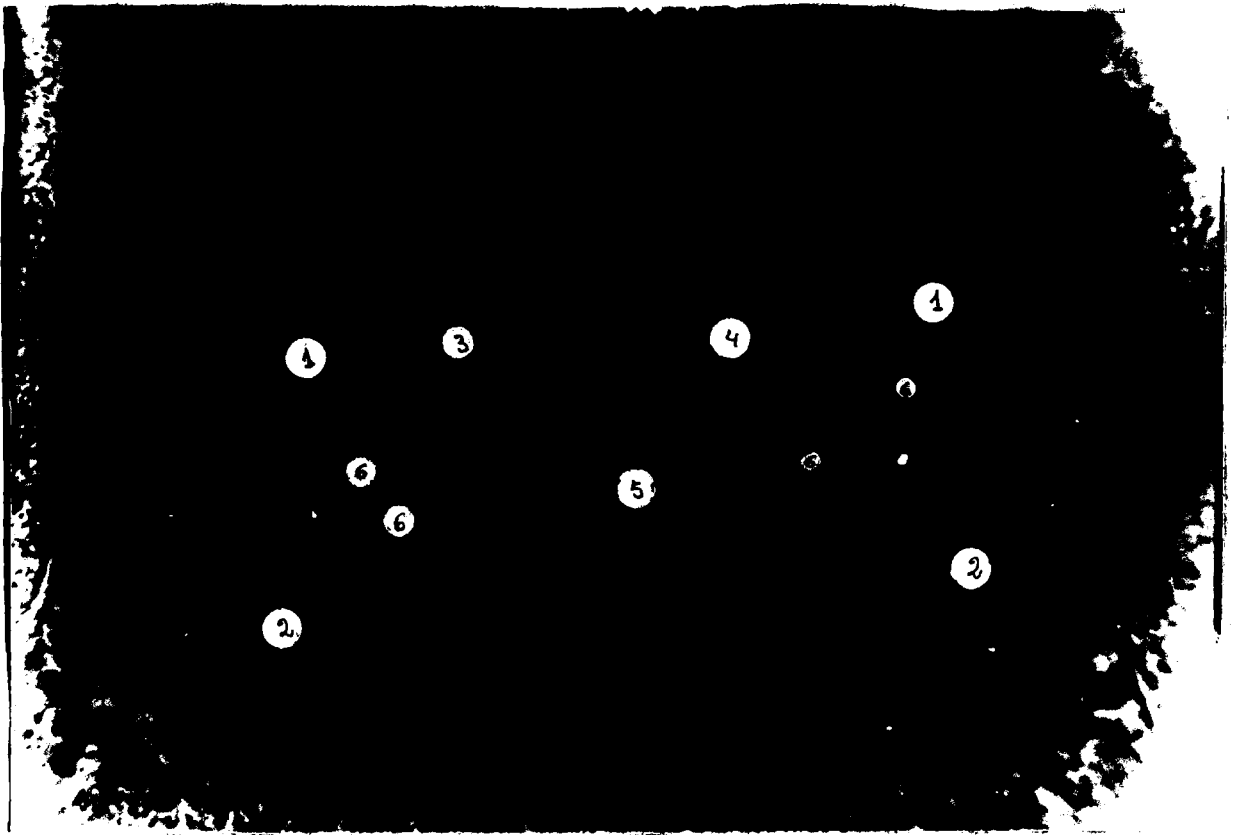


FIGURA 5

Reconstrucción planimétrica de los embriones de E y D en cobaya y 14 y 40 mm humanos, con indicación de su disposición bronquial y cortes dados en cada uno.

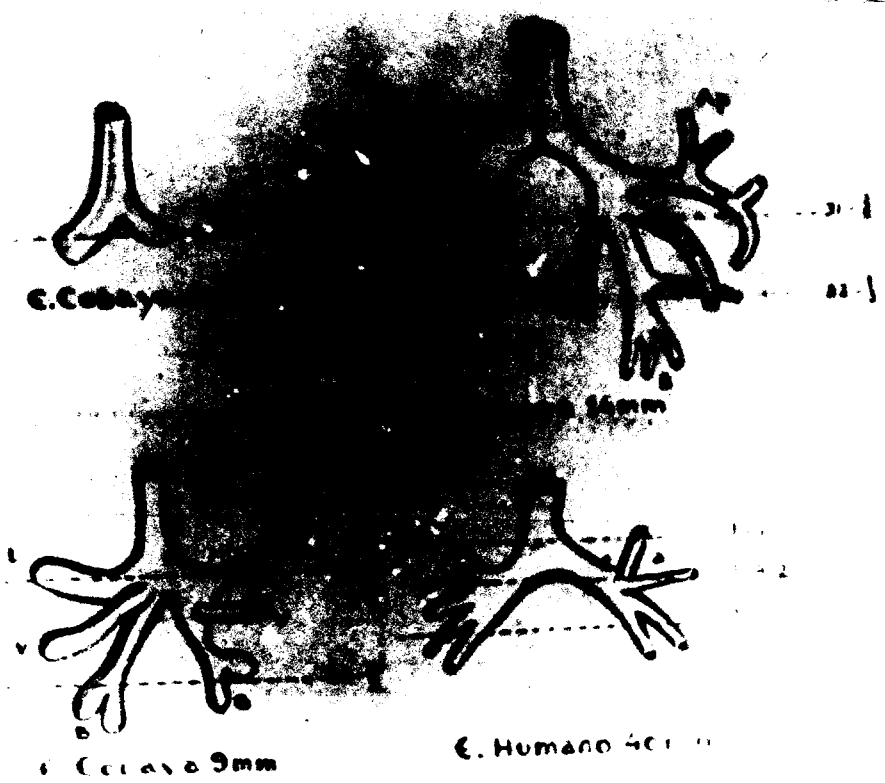


Fig-6

EMBRION DE 9 MILIMETROS

Este embrión, así como los anteriores, está fijado en formol, incluido en parafina y cortado a 15 micras de espesor con un total de 500 cortes, montados en 28 portas, que han sido teñidos por la hematoxilina-eosina. Para nuestro estudio hemos examinado los cortes montados en los portas 17, 18 y 19, habiendo recurrido hasta aquí a la serie cebaya, donde hemos encontrado material perfectamente conservado en todos los tamaños y en cuyos estadios primeros los embriones no presentan con los humanos diferencias apreciables y de los que nos ha sido más fácil encontrar material adecuado. Así, hemos hecho una reconstrucción planimétrica (fig. 6) revisando la totalidad de los cortes que nos interesaban para llegar a ella, y estereofotométrica con solo dos microfotografías, las más características (figuras 7 y 9), panorámicas representativas de cortes dados a distintas alturas (fig. 8) y una en detalle (fi-

Figura 8), que nos habla con más amplitud de los elementos integrantes y su desarrollo en este estadio embrionario. Las henes creído suficientes.

Examinando la microfotografía correspondiente a la figura 7, lo primero que salta a nuestra vista es la bifurcación bronquial, no apreciable en el embrión anterior y en este bien manifiesta (1 y 2).

Antes situaremos el plano, objeto de nuestro estudio, limitado en su parte posterior y central por la aorta (5) y las dos cardinales (5 y 7) representativas de las aórtas, a ambos lados de esta. En la parte central lo que será mediatino anterior (12) y en él, el esófago. A ambos lados de este, los neumogástricos (11 y 11'). La tráquea no aparece pues queda fuera del corte (fig. 5). Los brotes pulmonares con luces bronquiales (1, 1' y 2) perfectamente definidas, mesenquima y vasos (4, 4' y 12).

En la parte anterior, la cava superior (8) y seno cava-

nario 49). En cortes más inferiores no veremos corazón ni hígado. Lateralmente la cavidad pleuro pulmonar (10). Pues bien, estudiando los brotes pulmonares los vemos con las características ya conocidas; luces bronquiales (1 y 2) limitadas por varias capas de células apiladas, su basal y la capa limitante externa nuevamente compacta.

Encontramos vasos, perfectamente definidos (4 y 4') que por tratarse de vasos gruesos y principales son retrobronquiales, disposición esta que no abandonarán jamás, y otro vaso en pleno mesenquima (12), todos ellos con elementos sanguíneos libres en su interior.

El mesenquima está ocupado por multitud de células que tienden ligeramente a condensarse en la periferia.

En la figura 9, representativa de un corte $18\frac{1}{2}$, dado al embrión en la porción final del árbol bronquial, (fig. 6) ya en los bronquios basales, observamos una disposición semejante a la de la fig. 7 en cuanto a

los elementos que la integran, no así en la extensibilidad de las yemas pulmonares que se han reducido de tamaño, diferencia con el adulto, aún sin estar presionadas por los elementos que las circundan, pues se encuentra perfectamente delimitada la cavidad pleural (8). Por delante tenemos ya hígado (9 y 10) y por detrás, como antes, aorta (5) y cardinales (6 y 7).

La luz bronquial más externa del bronquio terminal izquierdo (2) tiende a perderse por condensación de sus capas celulares para terminar en fondo de saco, terminación esta que ha de persistir tanto en los embriones siguientes como en el adulto, pese a lo cual el epitelio bronquial mantiene su separación del tejido mesenquimatoso con su basal respectiva.

En la figura 8, microfotografía ampliada del brote pulmonar derecho representado en la fig. 7, vemos con más claridad los detalles apuntados anteriormente. Y volviendo sobre la fig. 6, donde hemos representado

la reconstrucción planimétrica de este embrión de 9 mm vemos un árbol bronquial formado en su parte inferior por la dicotomización (derecha e izquierda) de los bronquios basales; un poco por encima los ventrales, no representados en las microfotografías realizadas. Y a su vez por encima de estos dos bronquios (derecho e izquierdo) que les vamos a llamar laterales superiores y que no tienen aún clara identificación en el adulto.

FIGURA 7

Embrión de 9 mm. Corte 17-2-4.

- 1, 1' y 2.- Luces bronquiales.**
- 3.- Esófago**
- 4 y 4'.- Vasos situados retrobronquialmente.**
- 5.- Aorta.**
- 6 y 7.- Venas cardinales.**
- 8.- Cava superior.**
- 9.- Seno coronario.**
- 10.- Cavidad pleuro pulmonar.**
- 11 y 11'.- Neumogástricos.**
- 12.- Mediastino y en su porción central un vaso.**

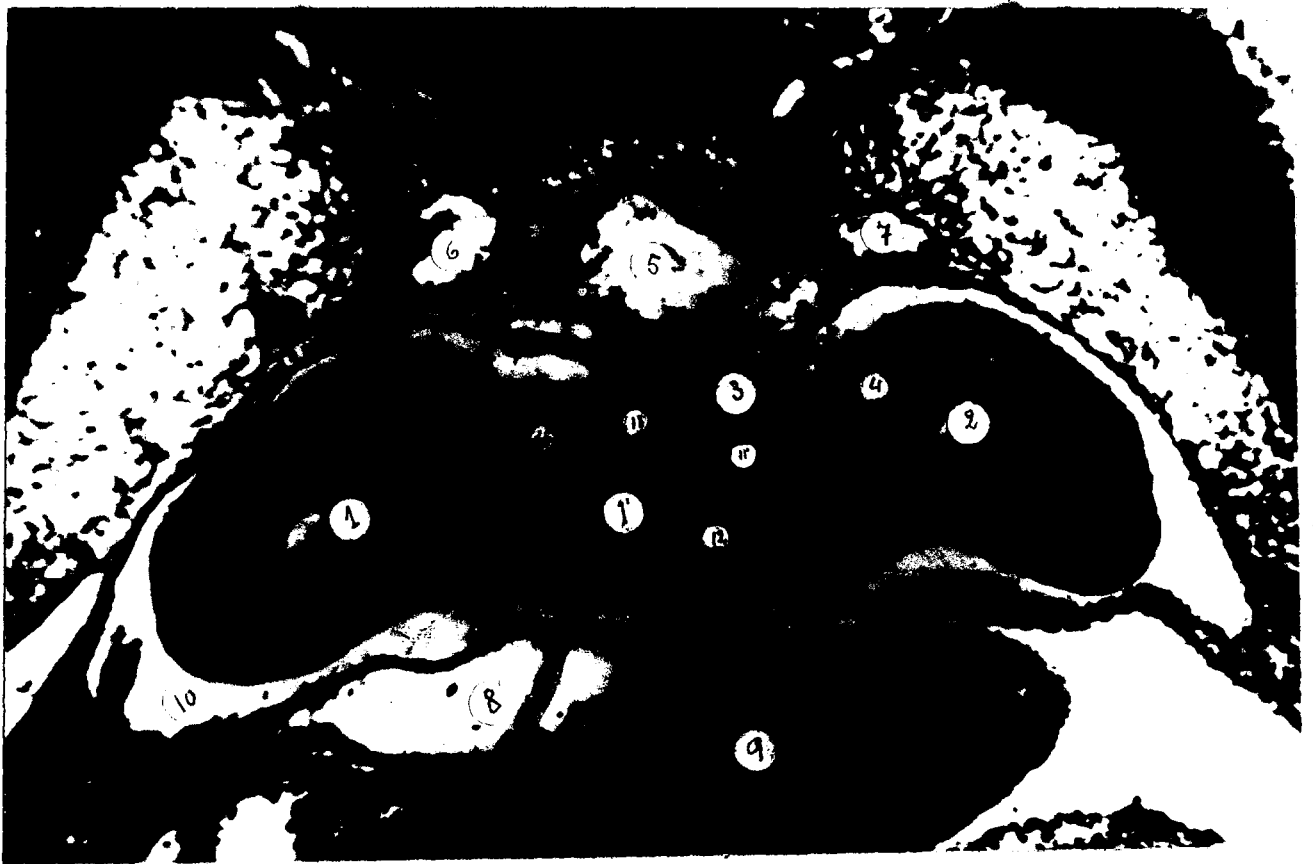


FIGURA 8

Embrión de 9 mm.- Corte 17-2-4.

1 y 1'.- Luces bronquiales con su disposición celular.

2 y 2'.- Vasos retrobronquiales, gruesos.

3.- Esófago.

4.- Vaso en mediastino anterior.

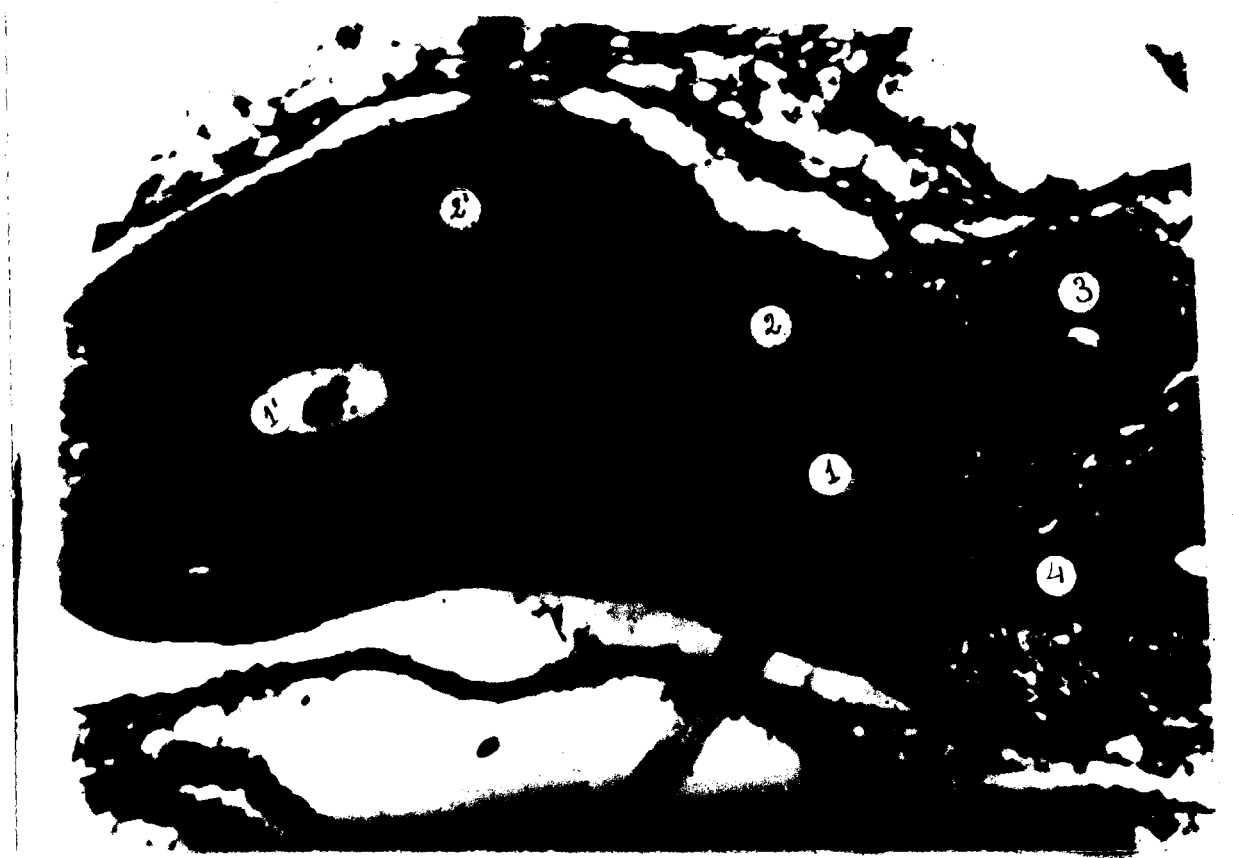


FIGURA 9

Embrión de 9 mm. Corte 18-2-3.

- 1.- Bronquio derecho.
- 2.- Terminación en fondo de saco del bronquio.
- 3.- Esófago.
- 4.- Vasos.
- 5.- Aorta.
- 6 y 7.-Cardinales.
- 8.- Cavidad pleural.
- 9 y 10.- Tejido hepático.
- 11 y 11'.- Neumogástricos.



EMBRION DE 14 MILIMETROS

Este embrión está fijado en formol, incluido en parafina y cortado a 11 micras de espesor, con un total de 1.200 cortes que han sido montados en 70 portas y teñidos por la hematoxilina-eosina.

En este embrión, ya de procedencia humana, hemos hecho una reconstrucción planimétrica (fig. 6) y esterofotométrica, tomando de esta última para nuestros estudios dos microfotografías (figuras 10 y 11) panorámicas de cortes realizados a distintas alturas y demostrativas de los detalles a examinar y otra de un campo pulmonar aumentado para su disección y examen más detenido (fig. 12).

Ya encontramos, examinando nuestra reconstrucción planimétrica de la fig. 6, una disposición bronquial que ha de seguir en los demás embriones de mayor tamaño e incluso en el adulto.

Observamos bronquios apicales, con la notable diferen-

-cía en el izquierdo de no tener su origen en el bronquio principal como ocurre en el derecho.

Los basales terminados en tres brazos y dos internos o cardíacos.

Una visión panorámica de la fig.10, nos muestra los dos brotes pulmonares situados a ambos lados del esófago(8) que está ocupando el mediastino anterior. En su parte posterior la aorta(12) y a ambos lados del esófago los dos neumoastriales(11 y 11'). En la parte anterior, la porción hepática(10 y 10') y lateralmente, por detrás y por delante, la cavidad pleural(8). El mesenquima lo encontramos ocupado por multitud de capas celulares entre las que discurren vasos finos (13) y otros, más gruesos y retrobronquiales(9) siempre estos últimos. Observemos que las luces bronquiales, perfectamente definidas(1,1') presentan una mucosa con dos o tres hileras de células menos que en los casos anteriores (fig.12,1 y 2).

La microfotografía de la fig.10 es reproducción de un corte embrionario $31\frac{2}{5}$, que tiene su representación planimétrica en la fig.5. Y así vemos en el pulmón izquierdo, el bronquio principal (1) e iniciación (e) del bronquio del lóbulo medio. La porción más externa (5) del ventral superior y en (c) el origen del cardíaco. Vasos finos en donde no vemos la luz vascular (13) y otros más gruesos (9) en los que se aprecia, identificándose a arterias.

En el brote pulmonar derecho, observamos el bronquio principal (1'), el del lóbulo medio (3) y un ventral (4). Vasos finos (13) y más gruesos y retrobronquiales (9). También vemos (14) la disposición celular en la porción terminal del bronquio, terminando en fondo de saco pero con su basal bien manifiesta y las cisuras (5 y 7) en el lado derecho.

La fig.11, imagen microfotográfica de un corte más inferior, que tiene su representación planimétrica en la

fig.6, porta 32 $\frac{1}{8}$, observamos una situación analoga a la figura 10 en lo referente a posición de los elementos, con el tubo digestivo(2) ocupando la porción central del mediastino y en ambos polos de él y rodeandole, los neumogástricos(11 y 11') formando un acúmulo tan extraordinario que dan lugar a una capa continua con irradiaciones hacia la masa pulmonar.

Por detrás, como siempre la aorta(3) y cavidad pleural (8) y por delante la porción de tejido que une el mediastino con el tejido hepático(10 y 10'). Lateralmente tambien las cavidades pleurales.

Bronquio principal(1) e izquierdo dorsal(1'), cardiacos(4 y 4') y terminales en (5').

La fig.12, nos muestra en detalle un campo pulmonar del lobulo superior del pulmon izquierdo de la fig.11 donde vemos la disposición celular del bronquio(1 y 2 vasos de paredes gruesas, identificandose a arterias(3) sangre acumulada dentro de paredes finas y elementos sanguineos sueltos(4 y 5, respectivamente).

FIGURA 10

Embrión de 14 mm. Corte 31-2-5.

- 1 y 1'.- Bronquios principales.
- 2 y 13.- Vasos finos.
- 3.- Esófago
- 4 y 4'.-Bronquios ventrales.
- 5.- Porción externa del ventral superior izquierdo.
- 6 y 7.- Cisternas.
- 8.- Cavidad pleural.
- 9.- Vasos gruesos con su luz visible.
- 10 y 10'.- Porción hepática.
- 11 y 11'.- Neumogástricos.
- 12.- Aorta.
- 14.- Porción terminal de bronquios en fondos de saco.
- 0 y 0'.-Origen del cardíaco y bronquio del lobulo medio.

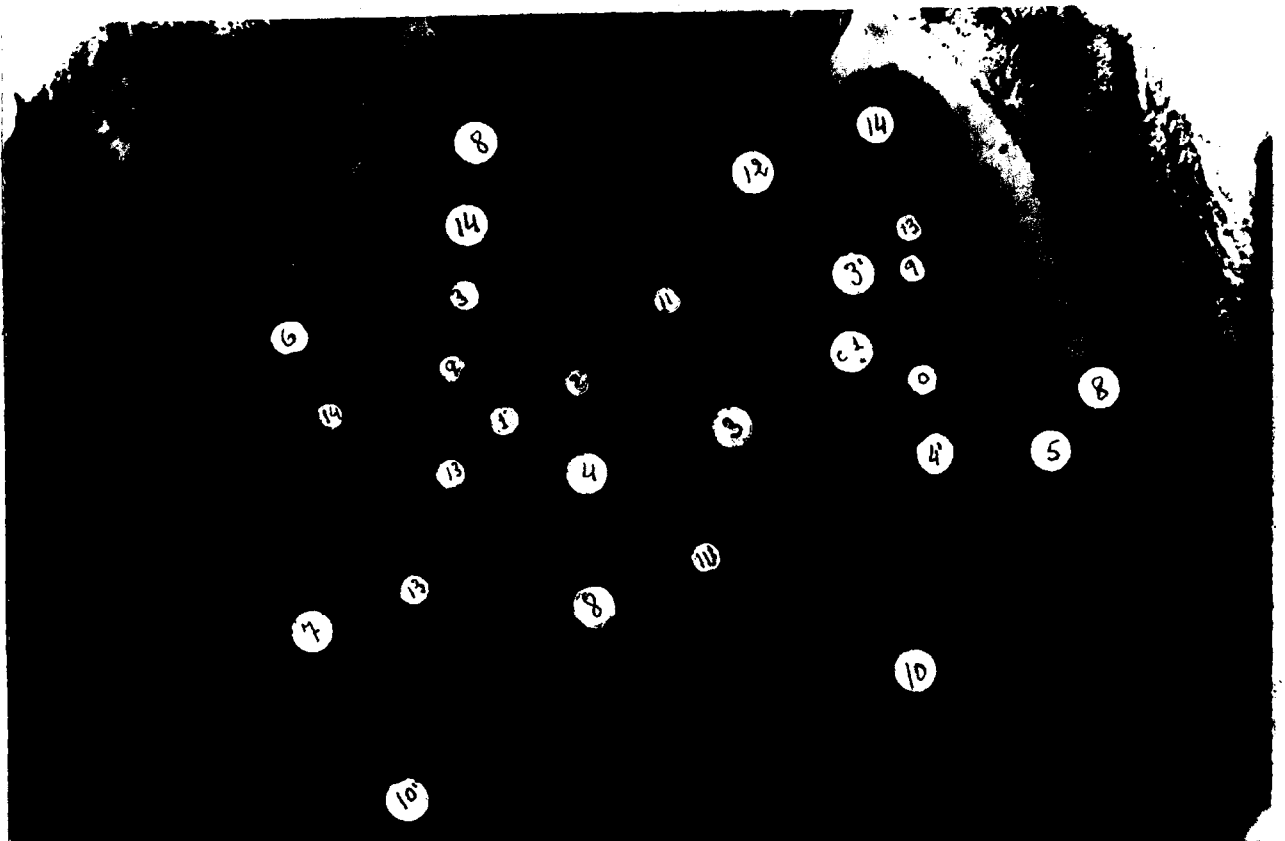


FIGURA 11

Embrión de 14 mm. Corte 32-1-3.

- 1 y 1'.- Bronquios principales.
- 2.- Tubo digestivo.
- 3.- Aorta.
- 4 y 4'.- Bronquios de la porción cardíaca.
- 5 y 5'.- Bronquios terminales.
- 6.- Basal posterior.
- 7.- Cisuras.
- 8.- Cavidad pleural.
- 9.- Vasos gruesos, retrobronquiales.
- 10 y 10'.- Hígado.
- 11 y 11'.- Neumonástricos.
- 12.- Vasos finos.

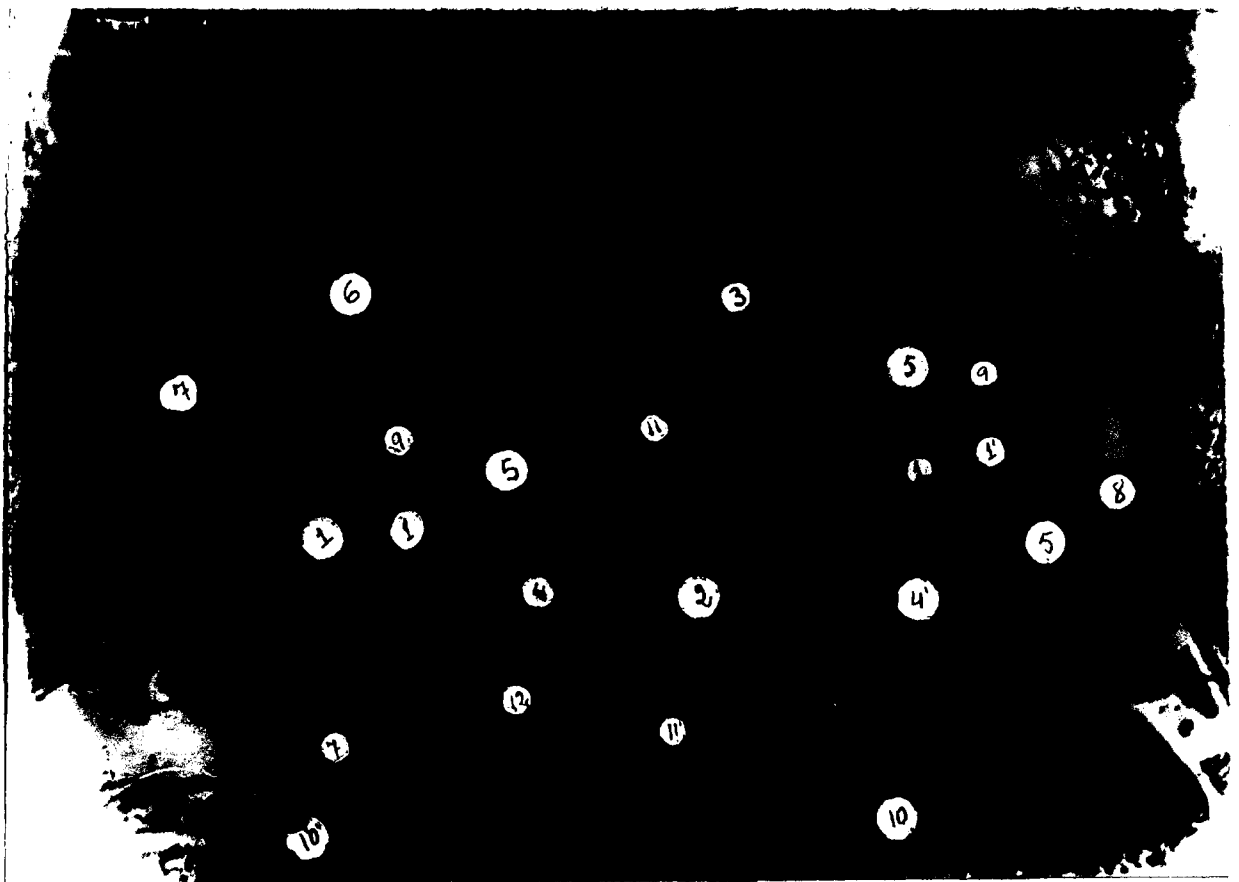
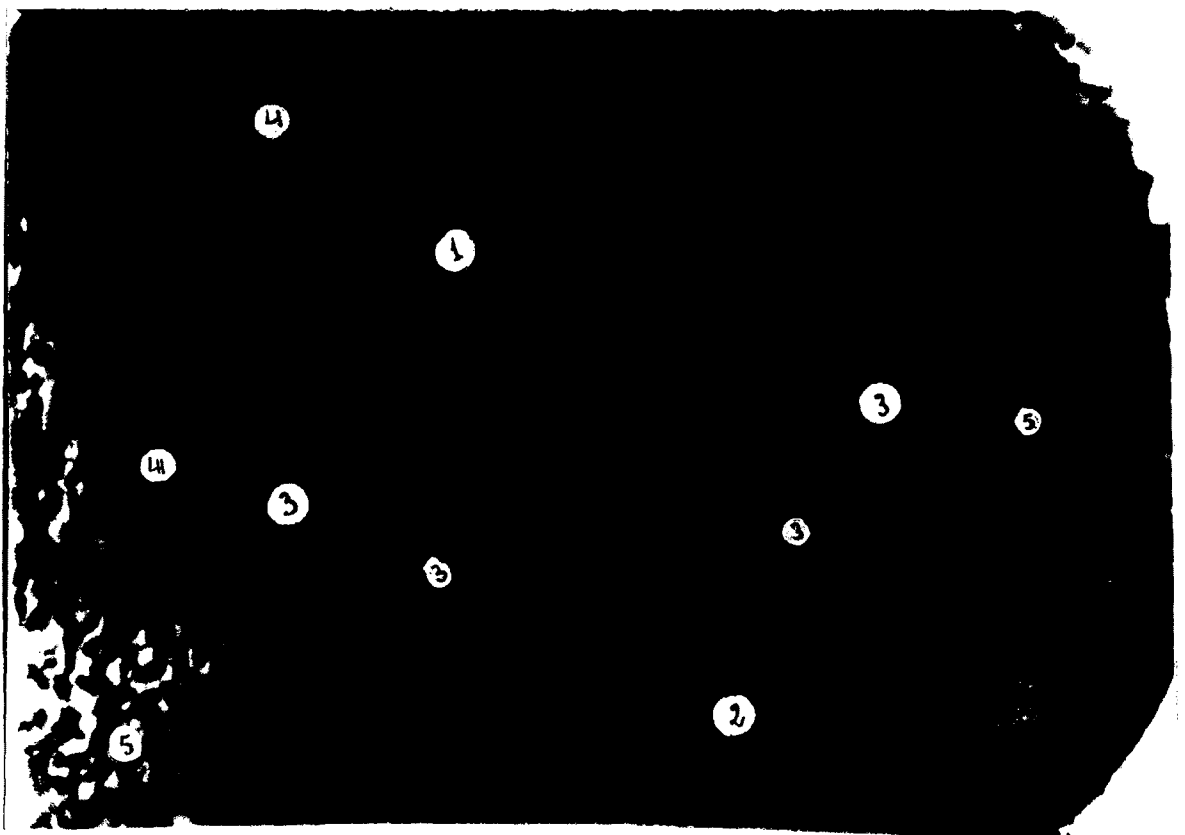


FIGURA 12

Embrión de 14 mm. Corte 31-1-3

- 1 y 2.- Disposición celular en bronquios gruesos.**
- 3.- Vasos de paredes gruesas, identificándose a arterias.**
- 4 y 5.-Elementos sanguíneos sueltos en pleno mesenquima.**



EMBRION DE 40 MILIMETROS

Este embrión que hemos necesitado para continuar nuestros estudios acerca del desarrollo bronco-vascular del pulmón, está fijado en formol e incluido en parafina y cortado a 30 micras de espesor con un total de 1.332 cortes, montados en 332 portas, que han sido teñidos por la hematoxilina-eosina.

La zona que hemos estudiado estaba contenida entre los portas 149 al 181, ambos inclusive, con un total de 129 cortes.

Hemos hecho de este embrión una reconstrucción planimétrica (fig. 5) y estereofotométrica, tomando de esta última para nuestro estudio tres microfotografías (figuras, 13, 14 y 15), panorámicas de cortes realizados a diferentes alturas que quedan indicados en la fig. 6 y que son representaciones de los detalles que más adelante hemos de describir, y otra (fig 15) de un campo pulmonar aumentado, correspondiente a la pro-

-ximidad del hilio izquierdo de la fig.15, para su examen más detenido.

Nos encontramos, en la primera observación que hacemos sobre la fig.5 de nuestra reconstrucción planimétrica, el mayor desplazamiento o alejamiento de la tráquea y bifurcación bronquial, del bronquio apical izquierdo en comparación con el derecho. Observación que ya apuntamos en el E.H. de 14 mm y que es debida al mayor aumento de la aorta izquierda sobre la derecha, que obliga a este rechazamiento bronquial. Tan es así, que si nos fijamos detenidamente, veremos como el bronquio apical izquierdo no nace directamente del bronquio principal como ocurre en el derecho, sino más bien del ventral (fig.5, E.H. de 40 mm, letra a).

El resto del examen de la reconstrucción planimétrica no ofrece ninguna otra característica notable, pues la disposición bronquial, aunque aquí no hemos representado la totalidad de los bronquios existentes, es

la que ya ha de ser definitiva; es decir, con los tres grandes trenes bronquiales:

PULMON DERECHO.- Bronquio del lóbulo superior, que comprende:
Bronquio apical con su segmento.
Bronquio posterior con su segmento.
Bronquio anterior con su segmento.

Lóbulo medio, que comprende:

Bronquio interno con su segmento.
Bronquio externo con su segmento.

Lóbulo inferior, que comprende:

Bronquio apical con su segmento.
Bronquio cardiaco con su segmento.
Bronquio basal anterior con su segmento.
Bronquio basal lateral con su segmento.
Bronquio basal posterior con su segmento.

PULMON IZQUIERDO.- Bronquio superior, que comprende:

Division superior, en la que se hallan

Bronquio apico posterior.
Bronquio apical con su segmento.
Bronquio posterior con su segmento.
Bronquio anterior con su segmento.

Division inferior (Bronquio de la lingula), con

Bronquio superior con su segmento.
Bronquio inferior con su segmento.

**Bronquio inferior, correspondiente al lóbulo inferior
que comprende:**

Bronquio apical con su segmento.
Bronquio basal anterior con su segmento.
Bronquio basal lateral con su segmento.
Bronquio basal posterior con su segmento.

según la nomenclatura oficial e internacional determinada por la Thoracic Society de la Gran Bretaña y aceptada por la Comisión Internacional de Otorrinolaringología.

Volviendo sobre nuestras microfotografías, observamos en la fig. 13, representativa del corte dado a mayor altura, los gruesos troncos bronquiales y principales (1, 1') y bronquios hiliares (2 y 2') que aún no han tomado contacto con los principales. El mesenquima pulmonar está ocupado por una enorme cantidad de bronquios, más finos y pequeños que nos explica la red espesa que se ha formado ya, apreciándose en unos (3 y 3'), posiblemente apicales, su luz perfectamente y otros (5 y 5')

la terminación en fondo de saco, ya clásica y demostrada anteriormente, como así mismo las paredes con sus tres capas de células. Los vasos (6 y 6') discurren por entre los bronquios y también en las proximidades del hilio pulmonar (7 y 7') en los que difícilmente se observan elementos libres en su interior. El resto de los elementos que limitan el campo pulmonar, son: Por detrás el cuerpo vertebral (8) y cavidad pleural (9); la parte central ocupada por el mediastino y en él, el esófago (10), aorta izquierda (11) y aorta derecha (12).

En la fig. 14, microfotografía de un corte que tiene su representación en la fig. 5 y que corresponde a la preparación 2ª del porta n° 158, observamos como el bronquio principal izquierdo (1') ha tomado contacto con el de la linxula (2') donde previamente ha desembocado el apical (3'), desembocadura no representada en la microfotografía.

En el campo pulmonar derecho, el bronquio principal (1) y los del lóbulo medio (2) y apicales (3), aún sin reunirse. Además sorprendemos un grueso tronco (4) basal o terminal. Vasos gruesos (5 y 5') y otros más finos (6) y alguna vena gruesa (7). Los demás detalles accesorios como en la fig. anterior.

En la figura 15, microfotografía de un corte dado a una altura más inferior y cuya representación planimétrica la encontramos en la fig. 5, preparación 3^a del porta n° 170, sorprendemos solo bronquios basales (1, 1') y el resto del mesenquima ocupado por pequeños bronquios, ramificaciones de estos basales principales y de algunos apicales más altos. Venas gruesas (2 y 2') buscando los espacios cardiacos y vasos arteriales (3 y 3') y otros finísimos y poco demostrables. El resto como en la fig. anterior.

Una visión detenida de la fig. 15, detalle microfotográfico aumentado del campo pulmonar izquierdo de la

fig.15, nos muestra la estructura clásica del bronquio (1) con sus paredes compactas, una zona más clara (2), que es solo arteficio de técnica y en la que vemos separación del bronquio, no del tejido pulmonar (3), sino del submucoso (4) existente. Mesenquima apretado con elementos de poca diferenciación (5), sanguíneos probablemente, lo que nos hace pensar que el proceso de formación de vasos continúa en el seno del mesenquima y también mesenquima de anchas mallas (5) con algunos elementos contenidos (7) y el resto de las luces que vemos, consideramos que son bronquios (8).

FIGURA 13

Embrión de 40 mm. Corte 151-2

- 1 y 1'.- Bronquios principales.
- 2 y 2'.- Bronquios biliares.
- 3 y 3'.- Bronquios de origen apical con sus capas celu
- 4.- Mediastino anterior.
- 5 y 5'.-Bronquios con su terminación en fondo de saco.
- 6 y 6'.-Vasos.
- 7 y 7'.- Vasos proximos al hilio.
- 8.- Cuerpo vertebral.
- 9.- Cavidad pleural.
- 10.- Esófago.
- 11 y 12.- Aortas.



FIGURA 14

Embrion de 40 mm. Corte 158-2

- 1 y 1'.- Bronquios principales.**
- 2.- Bronquio del lobulo medio derecho.**
- 2'.- Bronquio de la linzula.**
- 3 y 3'.- Bronquios apicales.**
- 4.- Bronquio basal derecho.**
- 5 y 5'.- Vasos gruesos.**
- 6.- Vasos mas finos.**
- 7.- Vena.**



FIGURA 15

Embrión de 40 mm. Corte 170-3.

- 1 y 1'.- Bronquios basales.**
- 2 2'.- Venas cruzadas.**
- 3 3'.- Vena arteriales.**
- 4.- Tubo digestivo.**
- 5.- Aorta.**
- 6.- Cuerpo vertebral.**

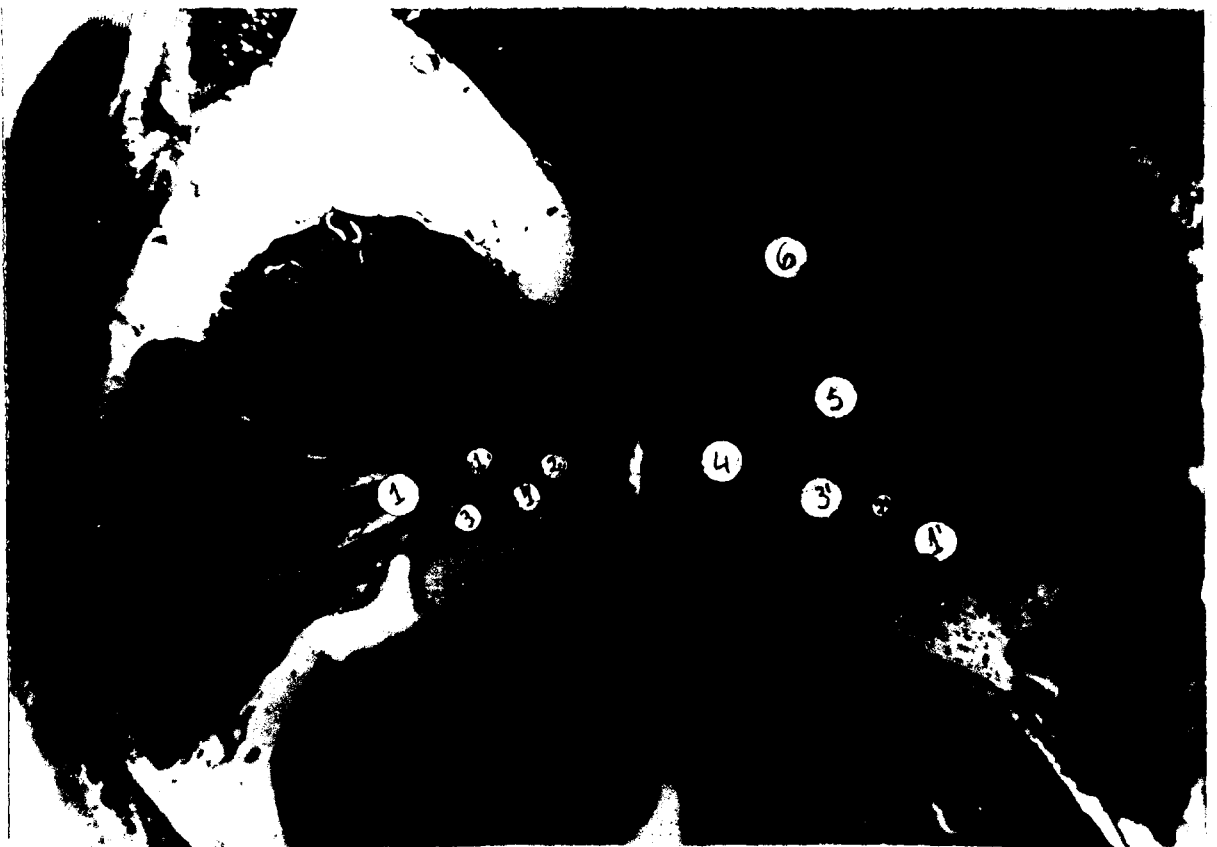
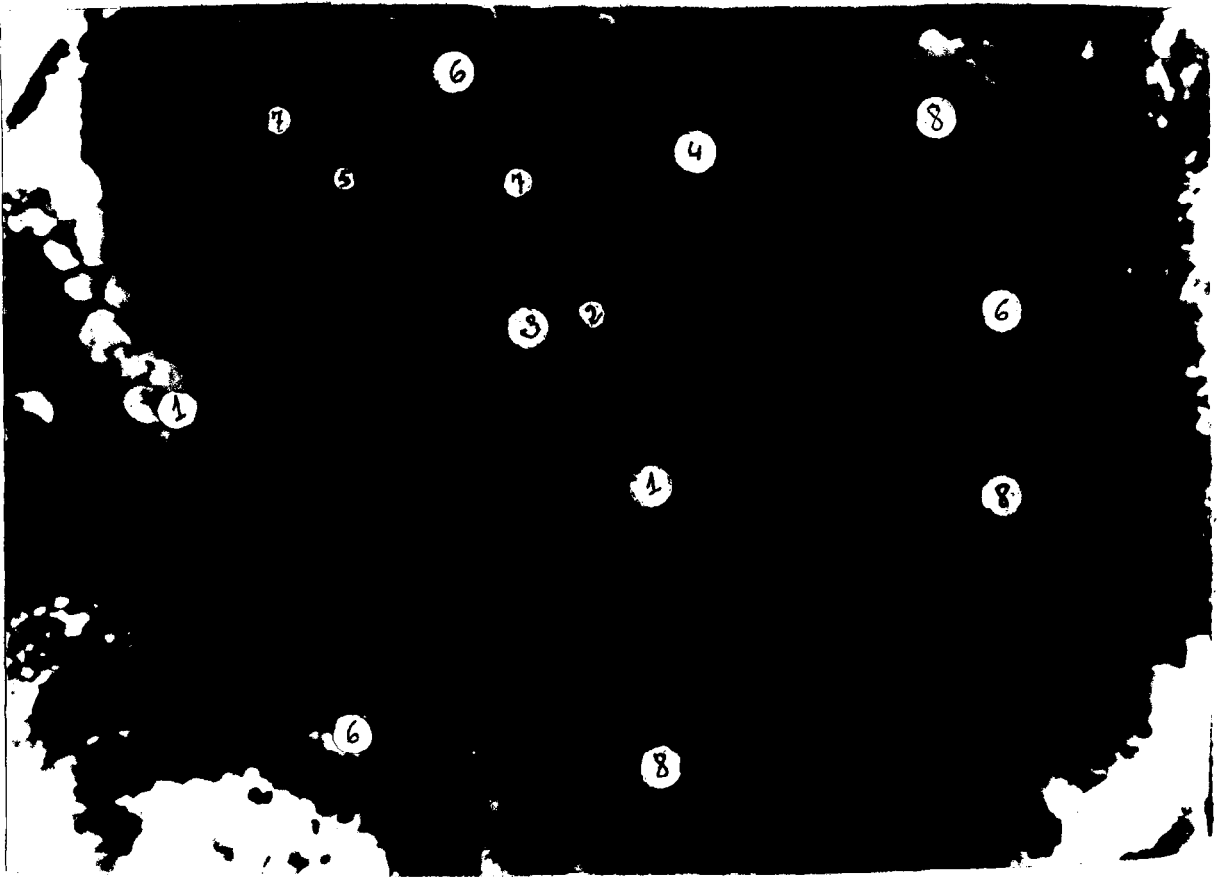


FIGURA 15

Embrión de 40 mm. Corte 170-2.

- 1.- Luz bronquial
- 2.- Zona que lo separa del tejido pulmonar.
- 3.- Tejido pulmonar.
- 4.- Tejido submucoso existente.
- 5.- Elementos sanguíneos de poca diferenciación.
- 6.- Mesenquima de anchas mallas.
- 7.- Elementos contenidos en el mesenquima.
- 8.- Bronquios.



EMBRION DE 45 MILIMETROS

Este embrión, que también hemos necesitado para continuar nuestros estudios, está fijado como los anteriores en formol, incluido en parafina y cortado a 30 micras de espesor, con un total de 724 cortes, montados en 181 portas, que han sido teñidos por la hematexilina-eosina. La zona que hemos estudiado estaba comprendida entre los portas 82 y 117, ambos inclusive, comprendiendo un total de 140 cortes.

Hemos realizado dos microfotografías, una la fig. 17 que corresponde a la preparación n° 2 del porta 98 y otra la fig. 18, representativa de la fijación n° 2 del porta 98; ambas panorámicas en las que estudiaremos los elementos que las integran y disposición de los mismos en relación con nuestros trabajos. También hemos hecho otra (fig. 19), detalle aumentado del lobulo superior derecho de la fig. 17. Las hemos considerado

suficientes para la no interrupción de nuestros estudios y observaciones. Y así vemos, tanto en una figura como en otra, los campos pulmonares ocupados por una tupida red bronquial con la disposición y constitución característica y clásica.

En la fig. 17, tenemos esta constitución en los bronquios finos (5 y 5'), no así en los gruesos (1, 1') que constan de varios estratos celulares, apretados en una sola capa compacta. Vasos arteriales (2 y 2'), venas (3 y 3'), aorta (4) junto a esofago (5).

En la fig. 18, idéntica disposición, apareciendo ambos pulmones con sus cisuras (4 y 4'), bronquios principales con una sola capa, espesa (1, 1'), compuesta de varios estratos celulares; vasos (2 y 2'), esofago (3) y aorta (5).

En la fig. 19, observamos con más detalle las descripciones anteriores, apreciando como terminan en fondo de saco (2) los bronquios (1). El mesenquima surcado, en forma de punta de lanza terminal y ancho

por un grueso vaso(8) y elementos sanguíneos, libres (4) que nos afirma en que el proceso de formación vascular continúa. Elementos estos que unas veces están dentro de las mallas existentes en el mesenquima, engrosandolas por tanto y otras veces están libres dentro de las luces de esas mallas.

También sorprendemos en los bronquios pequeños que las paredes bronquiales se han adelgazado considerablemente.

FIGURA 17

Embrión de 45 mm. Corte 93-3.

- 1.- Bronquios principales derecho e izquierdo.**
- 1'.- Bronquios gruesos, con espesa capa celular.**
- 2 y 2'.- Vasos arteriales.**
- 3 y 3'.- Venas.**
- 4.- Aorta.**
- 5 y 5'.- Bronquios finos con su arquitectura clásica.**
- 6.- Esófago.**

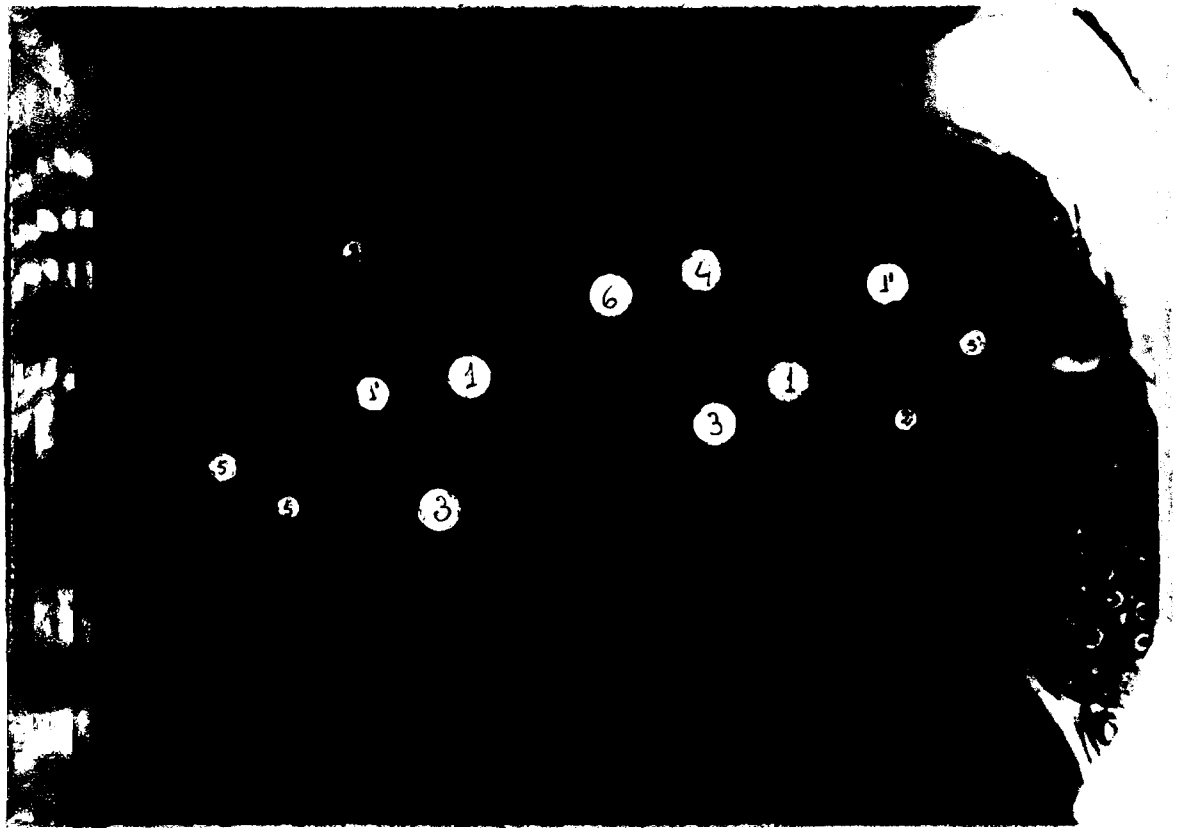


FIGURA 18

Fibrón de 45 mm. Corte 38-2.

- 1 y 1'.-- Bronquios principales con una sola capa cel**
- 2 y 2'.-- Vasos.**
- 3.-- Esófago.**
- 4 y 4'.-- Oesuras pulmonares.**
- 5.-- Aorta.**

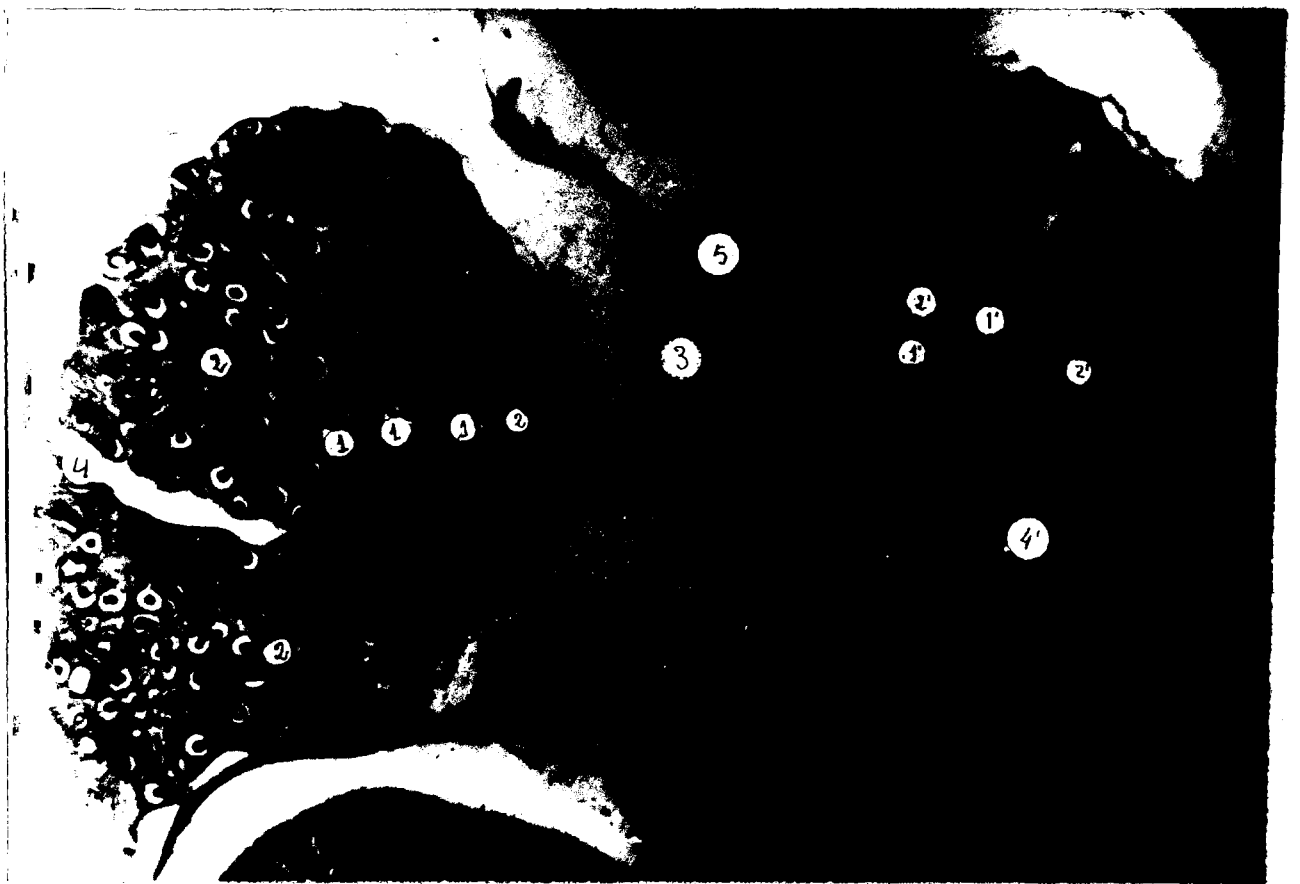
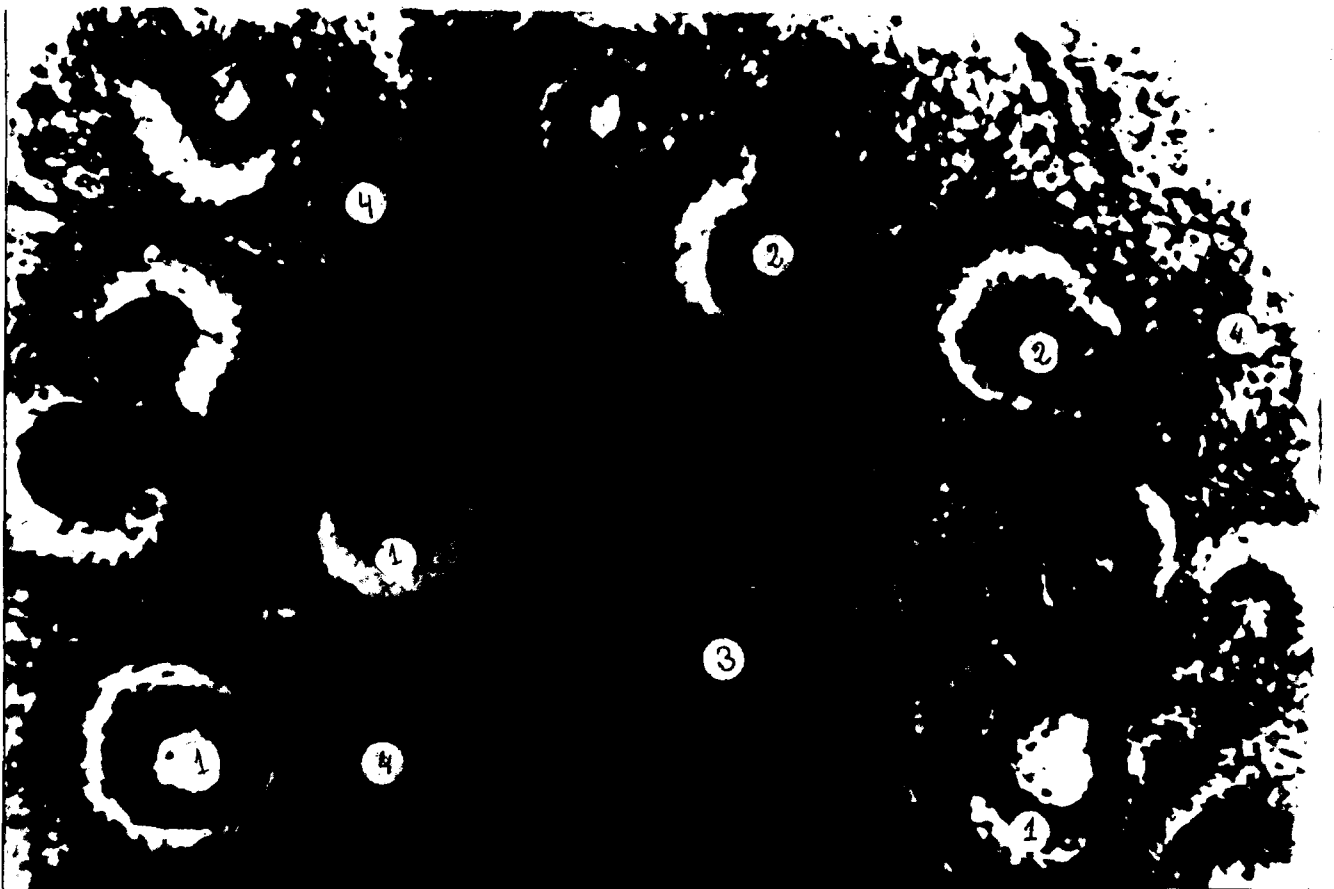


FIGURA 19

Embrión de 45 mm. Corte 93-2.

- 1.- Bronquios con sus luces perfectamente definidas.**
- 2.- Bronquios terminando en fondo de saco.**
- 3.- Vaso grueso que surca el mesenquima.**
- 4.- Elementos libres, sanguíneos.**



EMBRION DE 120 MILIMETROS

Este embrión ha sido preparado por nosotros, después de tenerlo conservado en formol y pasado al formol clorato lo teñimos por el método de GROSS ya descrito al hablar de los trabajos realizados.

De los cortes realizados y teñidos hemos escogido el más representativo y de él sacamos la microfotografía de la fig.20 que corresponde a un corte del embrión dado a nivel del lobulo medio del pulmo derecho, donde podemos observar claramente en primer término un grueso vaso (1) surcando el campo, con elementos libres, sanguíneos en su interior y más elementos sanguíneos en el interior de formaciones lacunares pequeñas (1'). Otros andan por el mesenquima repartidos (2) que aunque nos demuestran que el proceso de formación de vasos continúa, no están lo suficientemente explicitos en la microfotografía.

Existen luces bronquiales(3), correspondientes a bronquios gruesos y limitados interiormente por una gruesa y compacta capa celular cuyas células están distribuidas en varios estratos que se van aclarando a medida que se apartan de la luz bronquial, notando que cuanto más gruesa es la luz, existe en el bronquio menos separación de mucosa y submucosa, debida esta separación a artificios de técnica.

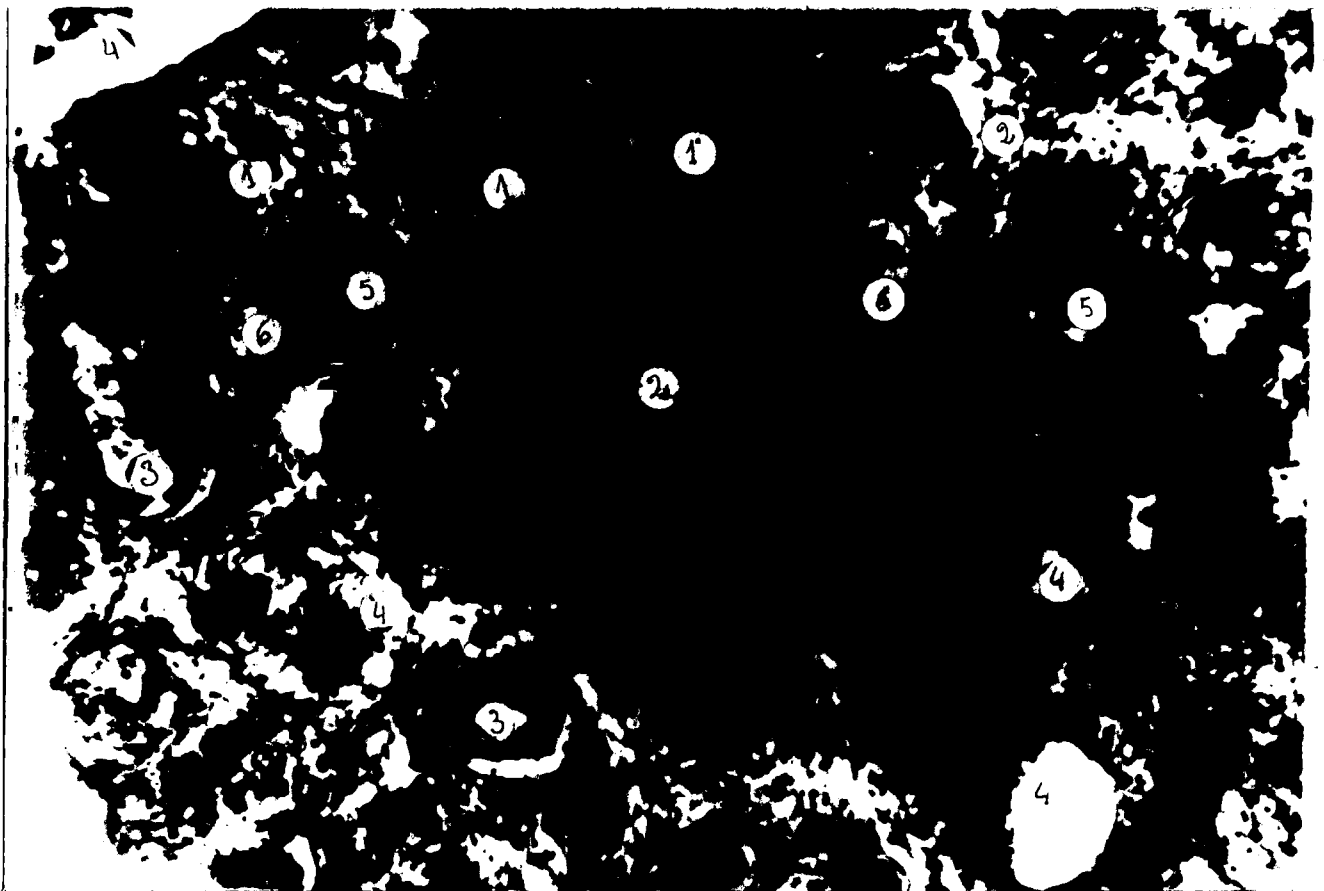
Sorprendentes espacios libres(4) sin contener elementos en su interior y bronquios(5) que se aproximan a su final característico en fondo de saco. Y el resto (5) trama lacunar.

Por tanto en este embrión de 180 mm vemos como los vasos continúan su proceso de formación, acompañando siempre a los bronquios.

FIGURA 30

**Embrión de 130 mm. Corte a nivel del hilio.
Tinción por el método de GROSS.**

- 1.- Vaso grueso surcando el campo, con elementos libres sanguíneos en su interior.**
- 2.- Elementos sanguíneos repartidos por el mesenquima.**
- 1'.- Formaciones lacunares pequeñas con elementos necrosos en su interior.**
- 3.- Luces bronquiales de bronquios gruesos.**
- 4.- Espacios libres sin nada en su interior.**
- 5.- Bronquios terminando en fondo de saco.**
- 6.- Trama lacunar.**



EMBRION DE 1.50 MILIMETROS

Este embrión, lo mismo que el anterior, ha sido preparado por nosotros previa conservación en formol y posteriormente pase al formol clorado para proceder a su tinción por el método de GROSS.

De los cortes realizados, una vez que los hemos tenido hemos escogido el más demostrativo con el que hicimos una reproducción microfotográfica, plasmada en la fig. 21.

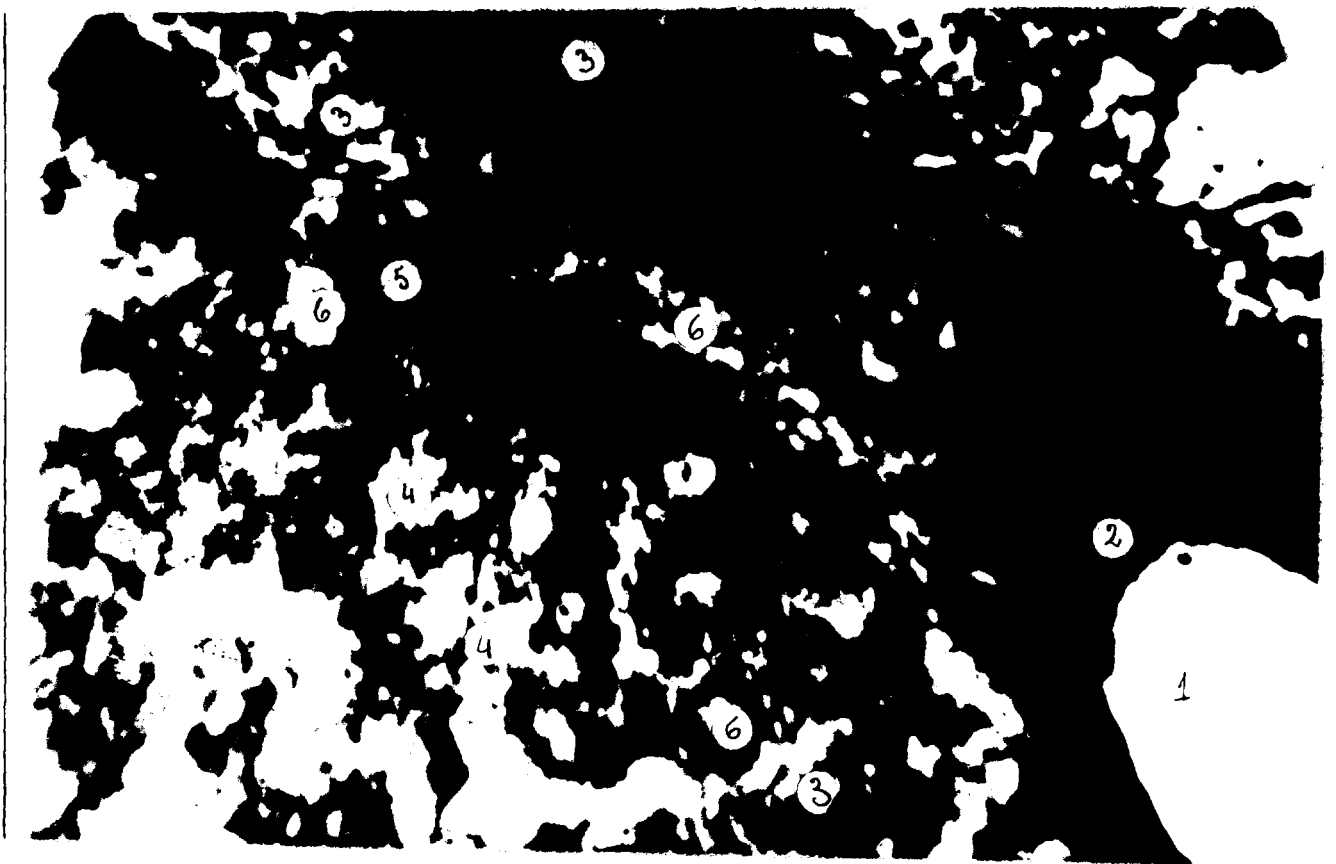
En ella podemos observar un bronquio grueso(1) principal e hilar, pues el corte fué dado a ese nivel, y en el que vemos una zona oscura(2) que le rodea y que es debido a las proximidades de la adventicia del árbol respiratorio.

Algunos vasos(3) y trama lacunar(4) más manifiesta y con elementos sanguíneos en las más pequeñas(5) y de provista de ellos en las más grandes(5).

FIGURA 31

**Embrión de 150 mm. Corte a nivel del hilio.
Tinción por el método de GROSS.**

- 1.- Bronquio grueso, principal e hilar.**
- 2.- Zona oscura que rodea al bronquio, debido a las proximidades de la adventicia del árbol respiratorio.**
- 3.- Vasos.**
- 4.- Trama lacunar.**
- 5.- Elementos sanguíneos contenidos en la trama.**
- 6.- Trama lacunar desprovista de elementos sanguíneos.**



F E T O A T E R M I N O

Este embrión, después de hallarse conservado en formol y haber pasado al formol clorato, fué como los dos anteriores teñidos por nosotros utilizando el método de GROSS.

Una vez teñidos los cortes y montados, escogimos para nuestro estudio uno de ellos, a nuestro juicio el más demostrativo, dado el nivel del hilio y del que conseguimos una microfotografía, plasmada en la fig. 22, panorámica del mismo y en detalle aumentado, fig. 23.

En la fig. 22, vemos que domina en el campo una trama vascular sanguínea; notemos las grandes luces (1) vasculares, llenas de sangre formando diversas ramificaciones. Observemos redes vasculares, que se van a anastomosar y que se hacen patentes, más que por la manifestación de sus paredes, por el contenido sanguíneo de las mismas. Otras, en cambio, sin contenido sanguíneo.

Y grandes luces correspondientes a los gruesos troncos bronquiales(8) por entre los que discurren nervios (4) bién manifiestos.

Examinando la fig. 28, vemos en detalle un campo pulmonar aumentado de un corte dado en un feto a término y a nivel del hilio; como los anteriores teñido por el metodo de GROSS.

Encontramos el campo casi ocupado en su extension por un predominio vasculo sanguineo, donde apreciamos grandes vasos(1) ocupados totalmente por elementos sanguineos, dando lugar a diversos vasos que se anastomosan. Sobre el trayecto de uno de ellos(A), cortado longitudinalmente, discurre un nervio(N) a lo largo de él. Estas luces vasculares, en las que no notamos limites exteriores en sus paredes(P), se nos hacen manifiestas gracias al contenido sanguineo que ofrecen(S) y que en unos está más agrupado(2) y en otros más libres(3). Los espacios claros existentes (4) son muy pequeños, pareciendose mucho a las lagunas alveolares.

FIGURA 23

**Feto a término. Corte a nivel del hilio.
Tinción por el método de GROSS.**

- 1.- Grandes luces vasculares, llenas de sangre.**
- 2.- Vasos desprovistos de elementos sanguíneos.**
- 3.- Bronquios gruesos y principales.**
- 4.- Nervios que discurren a través de los bronquios.**

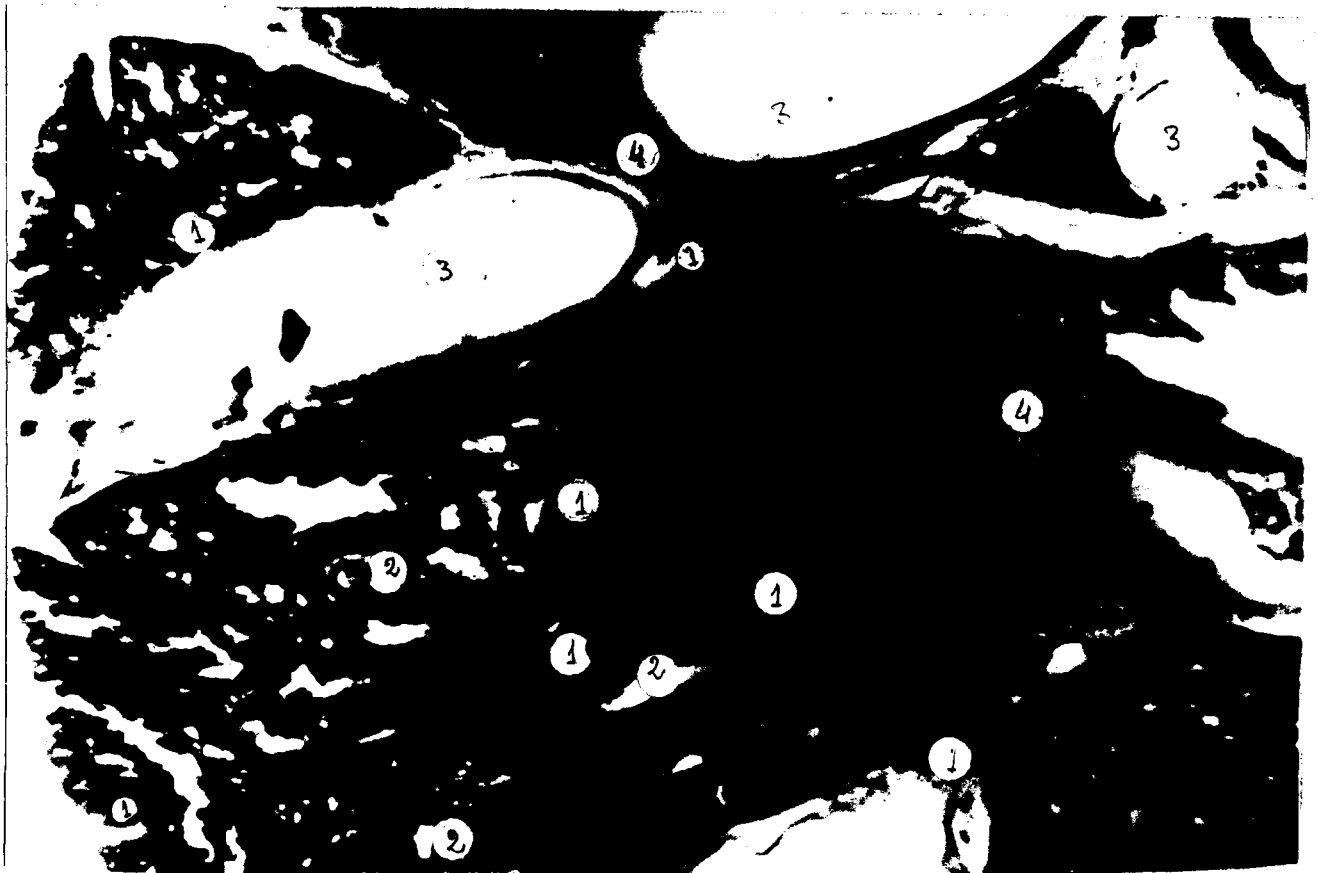
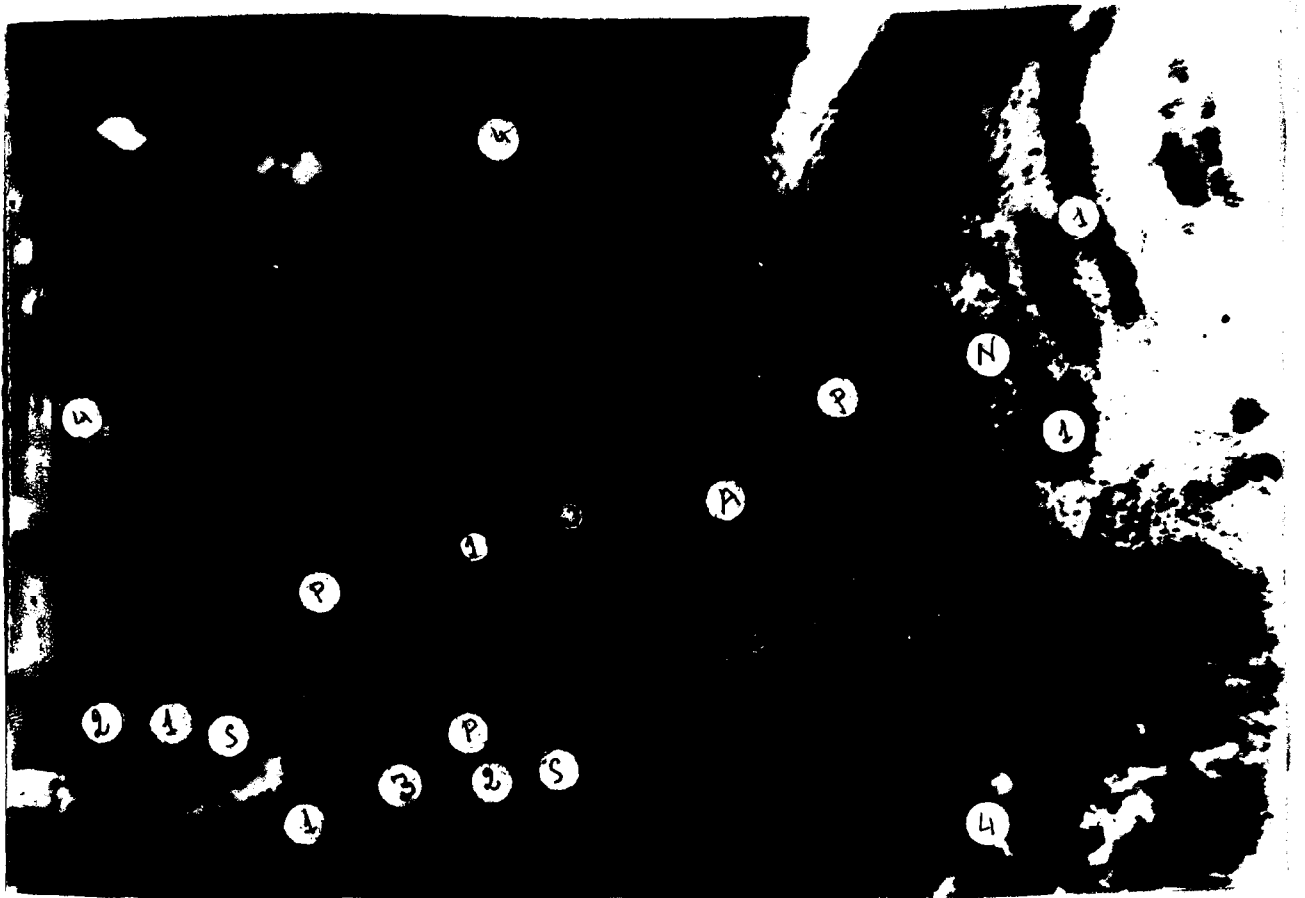


FIGURA 23

**Foto a término. Detalle de un corte.
Tinción por el método de GROSS.**

- 1.- Grandes vasos que se anastomosan, ocupados total
por elementos sanguíneos.**
- 2.- Elementos sanguíneos agrupados.**
- 3.- Elementos sanguíneos más libres.**
- 4.- Espacios claros parecidos a lagunas alveolares.**
- A.- Grueso vaso sobre el que discurre un nervio.**
- N.- Nervio sobre el trayecto de un vaso.**
- P.- Paredes vasculares.**
- S.- Contenido sanguíneo de los vasos.**



EMBRION DE CINCO MESES (90 mm)

Hemos alterado, de propósito, el orden embriológico y descriptivo seguido hasta ahora, debido a los trabajos de corrosión realizados en este embrión, repetido en el feto a término y de cuya técnica dimos cuenta en el momento oportuno al hablar de los trabajos realizados en nuestra tesis.

Ahora solo nos resta la descripción de la fotografía representada en la figura 24 y que corresponde a un modelo obtenido por corrosión del sistema bronquial en un feto de cinco meses, al que inyectamos solución celuloidea en acetona a consistencia glicerínosa y a 5 cm de presión.

En ella tenemos una imagen real y directa, con ligerísimos aumentos, del árbol bronquial completamente desarrollado en un embrión de cinco meses. Es esta la disposición que desde el embrión de 14 mm hemos venido observando e insistiendo en que había de ser la defi-

-nitiva, no sólo en la vida intrauterina, sino en el recién nacido y adulto.

Antes de comenzar nuestra descripción, queremos llamar la atención sobre la horizontalidad que presentan los bronquios apicales (A) y del lobulo medio (ventrales (V) del lado derecho, así como la proximidad del primero (A) a la bifurcación traqueal o carina (C) y su origen o nacimiento francamente del bronquio principal (2). Todo esto en contraposición con la mayor oblicuidad del bronquio principal izquierdo (2') y bronquio superior (V') así como la mayor distancia de este bronquio superior izquierdo desde su origen en V' a la bifurcación traqueal o carina (C).

También queremos señalar el nacimiento del bronquio apical izquierdo (A') que lo hace directamente del bronquio superior y no del principal.

Los basales (Bs) se encuentran en la misma posición que ya hemos venido observando en embriones de menor

tamaño e incluso apical con su segmento(Y) perteneciente al lobulo inferior derecho y apical con su segmento(V') perteneciente al lóbulo inferior izquierdo. Y todos ellos acompañados de las finas ramificaciones que les siguen por ser bronquios que nacen de ellos.

FIGURA 24

**Sistema bronquial de un embrión de 5 meses
obtenido por el método de corrosión (ESCOLAR, 1945).**

1.- Traquea.

C.- Carina.

2 y 2'.- Bronquio principal derecho e izquierdo, respectivamente.

A y A'.- Bronquio apical derecho e izquierdo, respectivamente.

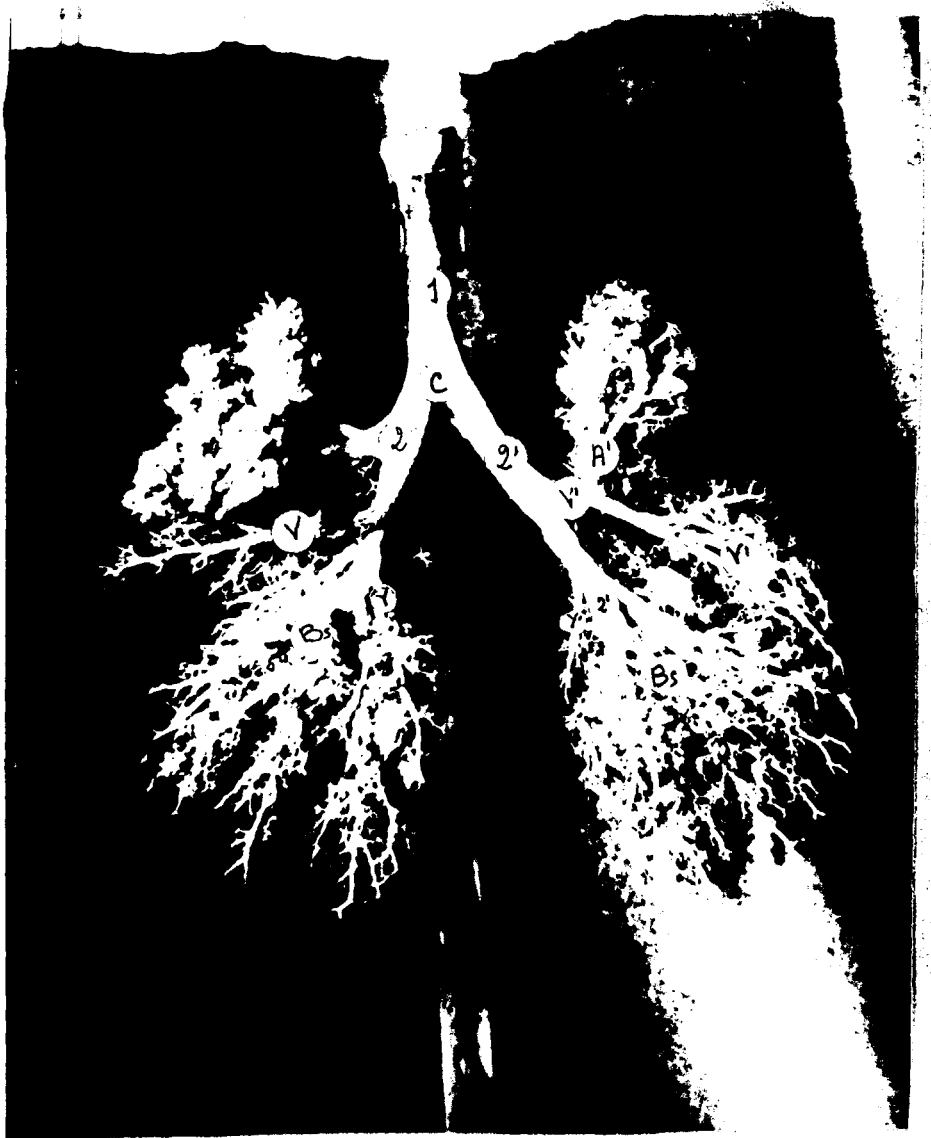
V.- Bronquio del lóbulo medio derecho.

V'.- Bronquio superior izquierdo.

Bs.- Basales con sus segmentos.

Y.- Bronquio apical con su segmento, perteneciente al lóbulo inferior derecho.

Y'.- Bronquio apical con su segmento, perteneciente al lóbulo inferior izquierdo.



F E T O A T E R M I N O

Hemos hablado anteriormente del feto a termino para exponer nuestras observaciones histologicas que ahora completamos con la descripcion de nuestros trabajos de corrosión, lo mismo que en el capitulo anterior. Y asi tenemos representado en la fig.25 un modelo obtenido por corrosión del sistema bronquial en un feto a término. En él invertamos previamente solución celuloidea en acetona a consistencia triple de la glicerina y sin presión alguna.

Hemos llevado al estadio final referente al desarrollo bronquial y tenemos representado en la fig.25 el árbol bronquial completo que no va a sufrir más transformaciones relativas a disposicion y situacion del mismo.

Tenemos que insistir nuevamente en este árbol bronquial sobre la disposicion y origen diverso de los bronquios apicales en el lado derecho y en el izquierdo.

En el derecho vemos el ramo apical(A_s)que nace del bronquio principal(2) a una distancia menor de la bifurcacion traqueal o carina(C) que la existente en el lado izquierdo. Asi mismo, en este lado izquierdo, el bronquio apical(A_s') no nace directamente del bronquio principal(2') sino que lo hace del bronquio superior respectivo(V'), adoptando una mayor oblicuidad en el lado izquierdo el bronquio principal y superior que en el lado derecho.

Tenemos multiples ramos terminales(B y B') que tienen su origen en los grandes troncos basales y algunos apicales con sus segmentos, antiguos yustacardiacos, (Y, Y') mas ostensibles en el lado izquierdo.

Tambien observamos la terminación en fondo de saco en el final de las pequenísimas ramificaciones bronquiales(F y F').

FIGURA 25

**Sistema bronquial en un feto a término
obtenido por corrosión (ESPOLAR 1.945).**

1.- Traquea.

0.- Carina.

**2 y 2'.-- Bronquio principal derecho e izquierdo respec-
tivamente.**

A2 y A2'.-- Apical derecho e izquierdo, respectivamente.

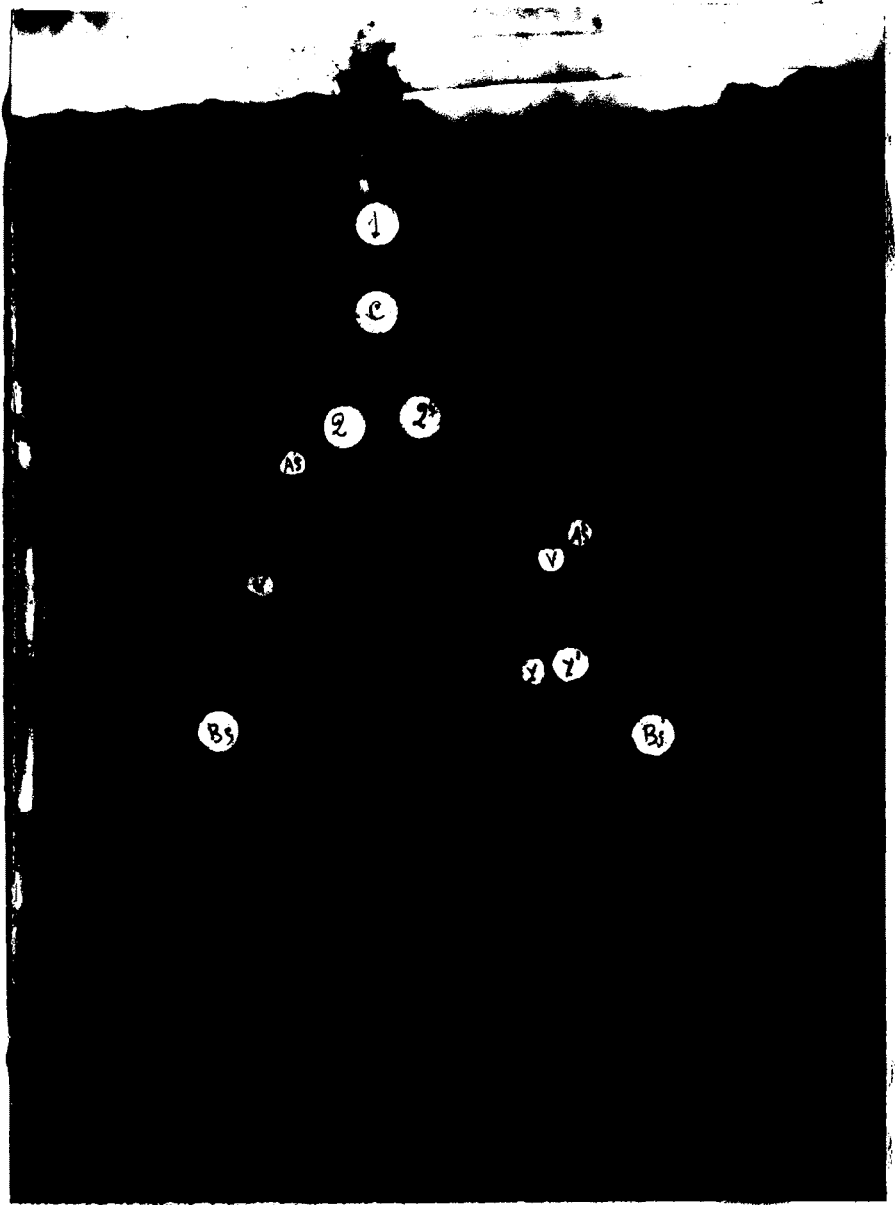
V.- Bronquio del lóbulo medio derecho.

V'.-- Bronquio superior izquierdo.

B y B'.-- Basales con sus segmentos.

**Y y Y'.-- Apicales (antiguos yustacardiacos) con sus seg-
mentos.**

**F y F'.-- Terminación en fondo de saco de las pequesísi-
mas ramificaciones bronquiales.**



RESUMEN Y CONSIDERACIONES SOBRE RESULTADOS OBTENIDOS

Los datos indicados en el capítulo anterior han sido descritos mirando siempre al desarrollo bronco-vascular del pulmón, comprendiendo que este estudio corresponde lo mismo a la parte macroscópica que nos muestra un árbol bronco-vascular visible directamente, cómo a la parte microscópica en donde todo esto está plasmado en estructuras y sobre todo referido en lo posible a la aparición del alveolo.

Estos dos diferentes puntos de vista de considerar el dispositivo bronco-vascular quedan convertidos en uno solo desde el momento en que estudiamos el desarrollo embrionario, pues en las primeras fases si bien vemos cosas microscópicas y estructurales, una parte de ella ha de hacerse visible al llegar al estado adulto.

Analicemos pues y resumamos las distintas fases comenzando en el orden cronológico por la más joven.

Notemos que en el embrión de 4 mm, la luz bronquial y vascular tiene ya su representación aunque en un estado rudimentario. El pequeño fondo de saco, recién iniciado, que forma el epitelio bronquial un poco engrosado

se tapiza de mesenquima denso y a su vez, este está envuelto por un epitelio celómico, siendo lo descrito la representación del pulmón en esta fase.

Recordemos que el mesenquima, de aspecto denso, tiene células un tanto fusiformes y otras más redondeadas que dan al tejido un aspecto poco definido. Y por estos datos hace pensar que las células redondeadas sean elementos sanguíneos libres y las células fusiformes lleguen a ser fijas y formen trama. Por este motivo esta capa mesenquimatosa, es la representación del tejido vascular; dispositivo que no está aún organizado anatómicamente, no obstante existiendo en este embrión arcos bronquiogénicos y un esbozo de los sextos arcos bronquiogénicos que se dirigen hacia ellos y que serán las futuras arterias pulmonares.

Más adelante, en el embrión de 5 mm y de 6 mm, las partes de nuestro estudio continúan diferenciándose. La parte bronquial perfectamente separada en dos surcos bronquiales, independientes y largos para cada lado, adquieren una estructura característica, pues notemos, recordando el capítulo anterior, que el bronquio tiene una mucosa dispuesta en tres o cuatro capas de células siendo la más periférica de tipo basal, muy neta y ordenada constituyendo este conjunto el epitelio mucoso del bronquio derivado de la luz endodér-

dermica como hemos visto en el caso anterior.

En cambio el corion mucoso y el arman bronquial no están aún aquí indiferenciados, pues el tejido que le rodea es el mesenquima difuso parecido al caso anterior. No obstante aquí hemos de distinguir dos partes diferentes: Una, que mira hacia el mediastino e interna en la que las mallas y luces mesenquimatosas se aclaran formando paredes, aunque no bien definidas, de células aplastadas que cada vez se van pareciendo más a trama. En cambio los elementos libres quedan en los recovecos de estas cavidades e bien repletándolas totalmente.

Algunas de estas cavidades van recordando a primitivos vasos, tanto más cuanto más nos acercamos al mediastino y a los sextos arcos bronquiales, ya bastante más desarrollados, con los que comunican.

La segunda parte corresponde al tejido externo que se encuentra comprimida por la pleura, notando que aquí el tejido mesenquimatoso tiene el mismo aspecto de densidad que el indicado en el embrión de 4 mm. Como es lógico entre la parte externa e interna podemos observar una zona de transición.

Notemos que en todo momento el epitelio bronquial indicado, está notament

separado mediante su basal del tejido mesenquimatoso que lo rodea, incluso en la misma parte final del bronquio.

Más adelante, en el embrión de 9 mm se nota un dispositivo bronquial, que si bien de idéntica estructura en todas sus partes al del caso anterior, ha progresado, apreciándose un árbol ramificado por cada lado de una manera similar. Un bronquio marcha en sentido lateral, horizontalmente; otro, descendiendo un poco, va hacia delante en sentido ventral; el otro descende más y dicotomizándose toma un aspecto basal.

Notemos que estas ramificaciones son las únicas lógicas que pueden existir visto el molde cavitario visceral del torax.

El dispositivo vascular se hace cada vez más manifiesto, pues ahora notamos que retrobronquialmente hay condensación de elementos sanguíneos bien claros y luces vasculares de epitelio bien formado que los rodean. Disposiciones vasculares que se encuentran retrobronquialmente procediendo de los sextos arcos bronquiales muy definidos, divididos en dos claros troncos. Hay por otras zonas tejidos lacunares como en el embrión anterior, bien vacíos ó con elementos sanguíneos y por último, también tenemos en la parte más distal, como siempre, el tejido mesenquimatoso apretado describe

en el embrión anterior que a veces forma acumulos constituyendo masillones nacizos. La parte vascular en este caso, ya tiene su individualidad, puesto que tenemos representaciones de las arterias que forman verdaderos vasos retrobronquiales llenos de sangre y comunicando con los sextos arcos bronquiales. Las representaciones venosas en cambio no podemos señalarlas, aunque pensamos a este propósito en las luces ensanchadas del tejido mesenquimatoso y en general en la masa densa todavía indiferenciada.

No dejemos de considerar el contacto de los vasos con el tejido pulmonar que se escapa hacia las yemas.

Siguiendo el desarrollo, en el embrión de 14 mm podemos ya hablar de individualidad de los fundamentales componentes broncovasculares, pues los bronquios tienen una mucosa muy parecida a la del adulto con dos o tres hileras de células menos que en los casos anteriores. La capa basal y sobre todo una condensación sub-basal del conjuntivo que ha de corresponder al corion mucoso, aparte de un mesenquima que se adapta a su alrededor de donde se ha de diferenciar el armazón todavía invisible. Bronquios que presentan dicha estructura a todo lo largo, incluso en los fondos de saco finales. Los vasos aquí forman paredes gruesas, sobre todo los situados retrobronquialmente, identificándose a arterias. No obstante, todavía quedan acumulos de sangre

dentro de cavidades finas de paredes epiteliales, aparte de que no deja de haber tampoco elementos sanguíneos sueltos en zonas mas o menos condensadas.

Los nervios neumogástricos que rodean al esófago forman un acumulo tan extraordinario que constituyen una verdadera capa continua con irradiaciones perifericas hacia la masa pulmonar. El arbol bronco-vascular aqui, pues ya diferenciados sus componentes, netemos que se dispone de una forma parecida al adulto, pudiendo aqui establecer la derivación de la fase anterior así: Como en esta fase el cuarto arco bronquigéneo izquierdo se engruesa considerablemente para formar el arco aórtico coincidiendo esto con la desviacion del corazon hacia la izquierda, y como por otra parte el cuarto arco bronquial derecho tiende a desaparecer, de aqui que el pulmon izquierdo tenga menos espacio para desarrollarse que el derecho y por eso el correspondiente arbol bronquial tiende en el lado izquierdo a concentrarse más y en el derecho por el contrario a separarse. Por eso veremos que el bronquio lateral y el ventral del lado izquierdo del embrion de 9 mm, en la fase que nos interesa, tiende a reunirse en un tronco comun, llamado tronco del lóbulo superior que en esta fase se forma.

El resto tiende a concentrar sus ramas al mismo tiempo que crea otras nuevas, todas del lóbulo inferior, muchas de tipo basal y una de tipo apical con arreglo a la clasificación internacional adoptada actualmente.

Respecto del pulmón derecho en cambio, notamos que los bronquios al estar extendidos muestran independientemente muchos troncos y así tenemos el bronquio lateral derecho en el embrión de 9 mm que se puede identificar con el del bronquio del lóbulo superior del embrión de 14 mm. El bronquio ventral del embrión de 9 mm (lado derecho) con el bronquio del lóbulo medio del embrión de 14 mm, y respecto del basal encontramos una profusa ramificación de bronquios y el mismo apical que lo identifica con el del lóbulo izquierdo.

Más adelante en el embrión de 40 mm, encontramos el árbol bronco-vascular dispuesto en condiciones análogas al caso anterior no obstante las ramificaciones secundarias que le hace más profuso y a cuyo estudio nosotros hemos renunciado.

Aquí el árbol muestra estructuralmente bronquio, arteria y vena (hematoxilina-eosina). Pero el mesenquima intermedio que es el que vá quedando sin invasión bronquial y por lo tanto lo único que podemos llamar aún tejido

pulmonar propiamente dicho, vá mostrando a su vez zonas de tejido mesenquimatoso parecidas a las enumeradas en los anteriores embriones, como son:

Mesenquima apretado con elementos de poca diferenciación como decíamos en el embrión de 4 mm y mesenquima de anchas mallas con algunos elementos sanguíneos contenidos, aspecto que en el embrión de 45 mm queda bien definido y manifiesto pudiendo notarse que en esa zona mesenquimatosa de mallas, unos elementos sanguíneos están dentro de las luces de las mallas y otros elementos están en el espesor de la misma malla y en consecuencia la malla es más gruesa.

Notamos también que las paredes bronquiales, al hacerse estos bronquios cada vez más pequeños, van adelgazándose de tal manera que las terminaciones más finas presentan una sola capa de epitelio, además del basal que nunca falta, careciendo de condensación conjuntiva a su alrededor.

El dispositivo del tejido interbronquial que acabamos de indicar vá conservándose y acentuándose conforme se avanza en el desarrollo y así en el embrión de 130 mm y en el de 150 mm hay aspectos lacunares bastante bien formados, unos grandes sin apenas elementos sanguíneos y otros pequeños llenos de estos.

Por último en el feto a término notamos que los espacios lacunares vacíos se han hecho mayores; en cambio los macizos llenos de sangre tienden a correrse en el espesor de las mallas formando verdaderas redes sanguíneas que las engruesan, limitando así más la laguna vacía que tiene aspecto alveolar.

Los fondos de saco terminales del árbol bronquial continúan siendo finos, pero siempre encontramos una capa limitante de la luz y otra basal, algunas veces ambas muy próximas entre sí y el hecho de no encontrar pasos de comunicación entre estos fondos de saco terminales de los bronquios (futuros vestibulos) y las zonas lacunares alveolares de la periferia, le achacamos más a la técnica de observación histológica que a que en realidad no existan, pues la repleción del árbol bronquial de un pulmón ya de cinco meses con una solución celuloidea de acetona de consistencia mínima y sin presión, determina una repleción exagerada en el mismo mesenquima pulmonar, lo cual hace pensar que por esta fecha ya existan comunicaciones más o menos imprecisas, pero que la dilatación pulmonar las pone de manifiesto.

D I S C U S I Ó N

Las observaciones realizadas sobre el desarrollo bronco-vascular del pulmón correspondieron a técnicas constructivas, lo cual nos permitió seguir el desarrollo del árbol bronco-vascular en su aspecto macroscópico y de esta forma obtuvimos modelos al igual que los considerados clásicos de STREETER para embriones un tanto avanzados.

Sin embargo nosotros lo hemos procurado hacer en todas las fases seriadas. La observación histológica ha sido usada por nosotros sin pretender insistir en métodos especiales, por cuanto que el estudio de los cortes seriados nos obligaba a emplear la hematoxilina-eosina y únicamente en fases finales empleamos el método de GROSS con el fin de seguir nervios, cosa que conseguimos en el feto a término pero no en embriones algo más jóvenes que sometimos a este estudio, por cuyo motivo el estudio de los nervios no nos puede interesar en este trabajo por poseer solo datos fragmentarios, aparte de que ello nos llevaría fuera de nuestras directrices.

El método corrosión también se usó y se le dió la debida importancia, empleando embriones de ciertos tamaños. Fué usado un embrión de 50 mm, otro de 90

mm y otros a término. En el primero aún inyectando el líquido replectivo con la máxima fluidez y a una presión de 8 mm de Hg, solo se consiguió repletar una red bronquial con tope final en fondo de saco bronquiales. El embrión de 90 mm inyectando en las mismas condiciones, nos dió una figura tan profusa que por algunas venas se conglutinaba la sustancia replectiva en mazacotes densos. Por estos motivos se inyectó a cierta viscosidad y sin presión en otros embriones de talla parecida y se obtuvo una red bronquial precisa.

En el feto a término nos ocurrió algo parecido al de 90 mm.

Por estos motivos vemos que la corrosión es una técnica eficaz, que permite contribuir a saber cuando se forma los alveolos y cuando comunican estos con los bronquios.

Los detalles observados en el campo microscópico de algún caso embrionario aislado, se cita en la bibliografía, pero lo que no hemos encontrado ha sido el estudio de la serie y de la reconstrucción, por cuyo motivo presentamos las observaciones correspondientes a todas las fases embrionarias estudiadas.

Únicamente al observar la formación de vasos y cuando encontramos zonas condensadas o zonas lacunares, nos limitamos a decir: Elementos fijos de trama o elementos libres. Y solo el histólogo con sus métodos especiales y en un caso concreto, que nunca podría ser el del estudio que nosotros hacemos, llegaría a identificar los elementos correspondientes.

Recalcamos las observaciones de la segunda mitad del desarrollo que presentamos, en donde se aprecia la formación de islotes vasculares desarrollados a expensas de tejido mesenquimatoso condensado; dentro también hallamos formaciones lacunares más o menos pequeñas que se están formando totalmente libres de elementos o con algunos sueltos.

Formaciones vasculares que tienden a constituir red interlacunar sin apreciar paredes vasculares; red interlacunar que llegará a ser profusa, aún bastante antes de haber respirado normalmente en el período extrauterino.

C O N C L U S I O N E S

- 1°.- Hemos podido seguir el desarrollo bronco-vascular del pulmón desde el embrión de 4 mm hasta el feto a término, mediante los procedimientos embriológicos clásicos de reconstrucción, observación histológica y corrosión.
- 2°.- En la fase de 4 mm, los dos ligeros esbozos pulmonares existentes, muestran un pequeño fondo de saco bronquial, un mesenquima apretado e indiferenciado y un epitelio celómico que lo rodea.
- 3°.- Desde el embrión de 5 mm hasta el de 9 mm, apreciamos una sucesiva organización del epitelio bronquial y constitución de un árbol de tres ramas para cada lado; al mismo tiempo el mesenquima manifiesta también organización a partir del mediastino, donde se hace lacunar, apreciándose allí la formación de vasos como es clásico, muy activa hacia los sextos arcos aórticos ya existentes y por el contrario disminuyendo esta actividad hacia el brote pulmonar, donde el mesenquima continua condensado: existiendo, como es natural, aspec-

tos de transición entre ambas zonas donde el mesenquima empieza a distenderse y se amplían las lagunas, distinguiéndose una trama celular y elementos libres en el interior de algunas de ellas.

4°.- Desde el embrión de 9 mm en adelante, la triple ramificación bronquial se orienta simétricamente a cada lado; pero cuando el cayado aórtico se diferencia y desvía el corazón, las ramificaciones bronquiales del izquierdo se hacen más condensadas por falta de espacio, por lo que los tres troncos se resumen en dos.

La disposición arterial detrás de los bronquios y la venosa por delante se vá observando en el espesor del mesenquima.

5°.- En el embrión de 40 mm apreciamos un árbol del mismo aspecto proporcional que el adulto; no obstante queda abundante mesenquima intermedio indiferenciado que a partir de esta fase vá a pasar por aspectos de organización parecidos a las primeras fases, existiendo zonas condensadas y lacunares.

Las zonas lacunares pueden estar vacías o con algunos elementos libres en su interior. Las zonas condensadas corresponden a la trama

que limita la laguna, manifiesta en trabéculas finas o gruesas.

Si son finas, no suelen tener elementos libres en su espesor. Si son gruesas, existen algunos elementos libres en su interior y las más de las veces condensaciones vasculares en periodo de formación.

5°.- En las últimas fases del desarrollo intrauterino, las lagunas tienden a vaciarse y destacarse más. Las formaciones vasculares intermedias tienden a unirse en red interlacunar.

Por otra parte los fondos de saco de la red bronquial, muestran un adelgazamiento de su epitelio libre y basal que queda reducido prácticamente a una sola capa, pero sin manifestar histológicamente comunicación entre el vestibulo y la zona lacunar que formará los alveolos, aún en el mismo feto a término.

7°.- La comunicación entre alveolo y vestibulo, aunque histológicamente no la hemos apreciado, consideramos que existe a mitad del desarrollo embrionario según la técnica de corrosión.

Maximiliano Rodulfo Aguirre

UNIVERSIDAD DE LA LUISIANA DEL SUR

EXAMEN DE LA TESIS TITULADA:
La responsabilidad empresarial del
anfitrión en los juzgados
QUE ES AUTOR DON

OBTUVO POR UNANIMIDAD
MAYORIA

LA CALIFICACION DE (1)

Subsistente

Madrid, *27* de *ENERO* de 19*42*

El Presidente,

L. Prigón

El Vocal,

D. Arturo

El Vocal,

J. J. J.

El Vocal,

E. J. J.

El Vocal Srío,

J. J. J.

El aprobado, Notable, Subsistente.

B I B L I O G R A F I A

- APPLFTON A.B.- 1.949. Broncho-pulmonary segments. British Medical Journal, 4524 (437) Illus I. London.
- BAUER F. 1.949. Anatomisches Institut Wurzburg. Die Teilungssporne and den Bronchien. Zeitschrift Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Berlin. 114/3 (273-282) Illus 4.
- BERG. R.M. BOYDYN E.A. and SMITH. F.R. 1.949.- An analysis of variations of the segmental bronchi of the left lower lobe of fifty dissected and ten injected lungs. The Journal of Thoracic Surgery. 18/2 (216-235) Tables 11. Illus 10 S. Louis.
- BROCK, R. C. 1.945.- The Anatomy of the Bronchial Tree, Londres.
- CITALANO D. 1.949.- Istituto di Anatomia umana Normale dell'Università di Napoli. I bronchi dell'apice del lobo inferiore. Rassegna Internazionale di Clinica e Terapia. Naples. 29/7-8 (127-130) Illus 4.-

- OLARA, M. 1.935.- Vergleichende Histologie des Nierenglomerulus und der Lunnen alveole. Z. mikr.-anat. Forsch. 40, 147-200.
- WARDLE-NIEL J. and GILMOUR W. 1.949. Oto-laryngolog. and Patholog. Depts, Auckland Hosp., New Zealand. Broncho-pulmonary segments of the lung and their terminology. British Medical Journal. London. 4522 (309-310) Illus 5.
- HEIB, K. 1.935. Der Atmungs-apparat, Handb. mikr. Anat. de Menschen. 5
- JACKSON, CH. y JACKSON CHEVALIER. 1.945.- Diseases of the Nose, Throat and Ear. Philadelphia.
- LUCIEN. Le système porte pulmonaire. Revue Médicale de Nancy, 1950 75/Jan. (1-5).
- MAURO E. 1.947.- Dept de Anatomia da Universidade de São Paulo. Ramificação das artérias e formação da circulação collateral. Revista de Medicina, São Paulo, 31 (213-229).
- SMITH, F.R. and BOYDEN E.A. 1.949.- An analysis of variations of the segmental bronchi of the right lower lobe of fifty injected lung. The Journal of Thoracic Surgery, S. Louis. 18/2 (195-215) Tables 5 Illus. 11

- SMITH N.P.D. 1.949.- Univ.Coll. Dublin. The anatomy of the human bronchial tree and pulmonary blood vessels. The Irish Journal of Medical Science, Dublin. 282 (269-290) Illus 32.
- WETZEL, G: 1-4. 1936.- Die Luftrohre und die Lungen des Kindes. Handb. Anat. d. Kindes.

INDICE

	<u>Página</u>
Planteamiento del trabajo.....	8
Trabajos realizados.....	5
Resultados obtenidos. Embrión de 4 mm.....	11
Embrión de 5 mm.....	15
Embrión de 6 mm.....	17
Embrión de 9 mm.....	19
Embrión de 14 mm.....	24
Embrión de 40 mm.....	28
Embrión de 45 mm.....	35
Embrión de 130 mm.....	38
Embrión de 150 mm.....	40
Feto a término, M. GROSS.....	41
Embrión de 5 meses, per corrosión.....	43
Feto a término, per corrosión.....	45
Resumen, y consideraciones sobre resultados obtenidos..	48
Discusión de los resultados obtenidos y significado...	57
Conclusiones.....	59
Bibliografía.....	58