

# INSTITUTO DE BIOLOGÍA ANDINA

DIRECTOR : PROF. CARLOS MONGE M.

## MANIFESTACIONES PULMONARES DEL CONEJO DEL LLANO TRASPORTADO A LA ALTURA

POR EL DR. P. MORI CHÁVEZ

En nuestras experiencias en conejos del llano transportados a la altura sorprende la resistencia de estos animales a la descompresión barométrica, a alturas de 3,600 a 4,500 mts., mucho más si se tiene en cuenta, como lo hemos visto simultáneamente en nuestras experiencias con otro roedor, el cuy, la particular sensibilidad de este a la rarefacción del oxígeno, como se demuestra en nuestro anterior trabajo sobre las "*Manifestaciones pulmonares del cuy en el soroche agudo*".

Tenemos pues dos roedores cuyos pulmones presentan cierta semejanza estructural que, sin embargo, responden diferentemente a un mismo exitante, rarefacción del oxígeno, lo que para nosotros constituye una verificación interesante en relación con la *patogenia neuro-humoral del soroche*, que sostenemos como hipótesis de trabajo en nuestra tesis doctoral, ya citada.

Conceptuamos necesario por tal razón, precisar las semejanzas y diferencias estructurales entre el pulmón del conejo y el pulmón del cuy.

Anatómicamente poseen la misma conformación exterior y casi igual lobulación, salvo el lado izquierdo que en el conejo solo existen dos o tres lobos, en lugar de tres o cuatro que tiene el cuy, por ausencia en aquel del lobo inferior mediano izquierdo o lobo accesorio.

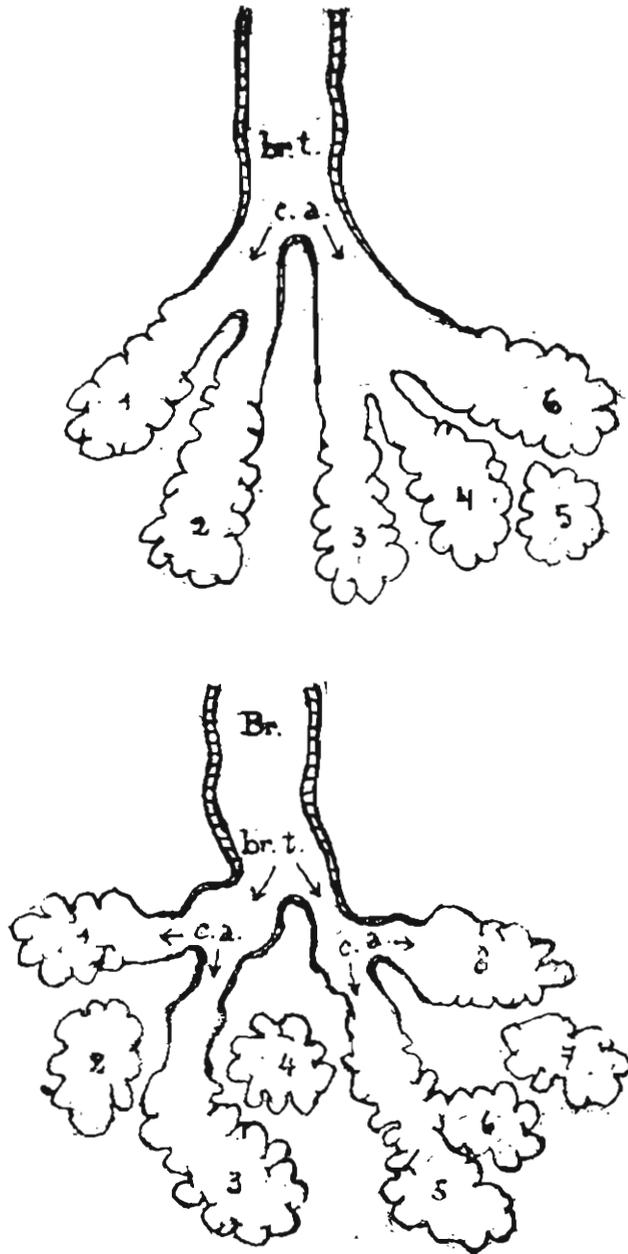


Figura 1

Esquemas comparativos del modo de división terminal de las vías respiratorias en el cuy (arriba) y en el conejo (abajo); nótese la disposición planifoliar en el primero y la división en planos diferentes en el segundo. —Br., bronquiolo intralobulillar, br. t., bronquiolo terminal, c. a., conductos alveolares o infundíbulos que rematan en los sacos aéreos (1 al 8).

Histológicamente los bronquios tienen la misma estructura, sobre todo en lo que a su musculatura lisa se refiere, que forma, en ambos, cordones anulares entre los cuales solo existen escasos fascículos musculares en la pared bronquial. El esqueleto cartilaginoso tiene parecido desarrollo en los dos animales. Las últimas ramificaciones, conductos alveolares o infundibulos y sacos alveolares, si presentan ligera diferencia en su modo de división: al bronquiolo terminal o bronquiolo respiratorio, generalmente amplio y de epitelio cúbico siguen los conductos alveolares, que en el cuy se continúan directamente con los sacos alveolares, siguiendo en su división una disposición flaveliforme, con digitaciones en ángulos muy agudos que rara vez se entrecruzan; en el conejo el epitelio cúbico del bronquio terminal se prolonga un poco en el conducto alveolar que se divide mono, di o tricopodicamente, siguiendo planos diferentes que se entrecruzan entre sí. (Figs. 1 y 2) La túnica media de las arterias intrapulmonares tiene, en ambos roedores desarrollo notable, potente, pero no afecta en el conejo la disposición en "*rodetes musculares*" sucesivos, moniliformes, tan *sui generis* del cuy. (Fig. 3) El sistema linfóide es muy desarrollado en ambos roedores y de gran aptitud reaccional, siendo esta mayor en el cuy. En lo demás son iguales.

De los protocolos de autopsia y exámen histológico de los pulmones de conejos, sacrificados bajo las mismas condiciones experimentales que los cuyes, se desprende que no existen alteraciones apreciables, y cuando mas se observa en ellos manifestaciones parciales, rara vez generalizadas de discreto aumento funcional, que así mismo no se manifiesta sino tardíamente, del tercero al quinto día de permanencia. Ni por excepción, en mas de 25 conejos experimentados, hemos visto un caso de muerte espontánea.

Los primeros días, en realidad se verifica una disociación de los dos factores principales de la función respiratoria: ventilación y circulación pulmonar, con exageración de la primera y disminución de la segunda.

La primera fase se caracteriza en efecto, por isquemia del pulmón, por vaso constricción capilar, paralela a la vaso constricción cutánea, que por regla general sucede igualmente en el hombre, que también lo hemos visto en tiempo breve en el cuy, siendo en el conejo relativamente prolongada. Coe-

táneamente se ve las vías aéreas brónquicas hasta sus últimas ramas muy dilatadas; la dilatación alveolar parcial, sucede luego, pero sin alcanzar como en el cuy grados notables que justifiquen la designación de enfisema verdadero. Este aspecto se repite monótonamente durante los dos o tres primeros días. (Figs. 4, 5 y 6).

Mas tarde, aparecen zonas de discreta actividad circulatoria, revelada por aparecer los capilares medianamente dilatados y con algunos hematíes, que solo excepcionalmente llegan, en algunas zonas, a ser numerosos o en hileras apretadas.

No se advierte exudación serosa en los alveolos, solamente en el conectivo peribronquial y en el conectivo perivascular que aparecen disociadas por el edema, con todo, de escasa consideración.

En este estadio las vías respiratorias intrapulmonares persisten mas o menos dilatadas, muy rara vez se encuentra algun bronquio ligeramente contraído; recordamos que (*con idéntica técnica de fijación in situ de los pulmones*),\* en el cuy se observa notable tendencia a la bronco-constricción. La mucosa bronquial sí muestra mayor tendencia secretoria, por el aumento notable de las células mucíparas y la turgencia de las mismas, pero a pesar de ello nunca llega a una producción catarral que ocupe siquiera parcialmente la luz.

La reacción del sistema linfoide y en general del sistema retículo-endotelial del pulmón del conejo es igualmente muy discreta, mínima, pero constante, sin alcanzar jamás los grados de fuerte infiltración septal, perivascular y peribronquial que hemos señalado en el cuy, ni tampoco presentar en sus nódulos y acúmulos linfoides el tipo reaccional. La presencia de histiocitos siderófilos es así mismo rara, y más aún la existencia de células siderófilas fusionadas en plasmodios, que con tanta prodigalidad se revelan en el pulmón del cuy, en relación indudable con las manifestaciones de éxtasis sanguíneo. En cambio los eosinófilos o los pseudoeosinófilos (?) —cuyo origen verdadero es tan discutido, inclinándonos por el origen histioide, y que existen normalmente en gran cantidad en el pulmón del conejo en la adventicia de los bronquios y en los septa—se encuentran muy aumentados y muchos de ellos se ven libres en los alvéolos. (Figs. 7).

\* Véase nuestro trabajo anteriormente citado.

La acción del bloqueo local con el carmín lítico, inyectado intratraquealmente, determina siempre fuerte reacción congestiva y exudativa, que va hasta la producción, en los territorios en que ha penetrado la sustancia, de focos de infarto y exudación celular de macrófagos y en especial de leucocitos polimorfonucleares, apareciendo siempre en gran cantidad los eosinófilos. Con todo no nos ha sido posible establecer diferencias en la acción del bloqueo en la costa y la altura, pues semejantes lesiones se producen también en el llano. (Fig. 8)

La permanencia mas prolongada de los conejos en la altura —hasta 25 dias— no influyó mayormente para determinar cambios estructurales como los apreciados en el cuy. Histológicamente casi no se aprecian modificaciones, a lo mas una mayor dilatación de las vías aéreas bronco-pulmonares, sin que pueda hablarse, en rigor, de aumento circulatorio notable. (Fig. 9)

### Resumen y conclusiones :

Como acabamos de ver hay un hecho saltante en el estudio de los pulmones de conejos del llano transportados a la altura, y es que no revelan alteraciones que indiquen una influencia marcada del enrarecimiento del oxígeno sobre dicho órgano, lo que tiene para nosotros gran importancia como ya lo dijéramos en relación con la patogenia del soroche, pues hace pensar que, bajo la nueva peristasia, los mecanismos reguladores, vale decir compensadores, en el conejo actúan equilibradamente, lo que no sucede en el cuy, que de modo indudable revela una irritabilidad o susceptibilidad particular frente a múltiples estímulos y entre los cuales el de la altura desencadena perturbaciones notables que se verifican, aunque en grados variables, con marcada constancia en todos, como creemos haberlo demostrado en nuestro anterior trabajo.

Esta *irritabilidad o susceptibilidad de especie* (de la especie *caviai cobaya*) condiciona pues, en nuestro concepto, de manera fundamental la patogenia del "soroche", así como *en el hombre es la susceptibilidad o irritabilidad individual* la que hace a unos mas lábiles que otros para sufrir dicho mal.

La estructura del pulmón del conejo, como lo hemos explicado, guarda gran similitud con la del cuy, luego podría suponerse, *a priori*, que su modalidad reaccional frente a diferentes estímulos fuera semejante, lo que no ocurre, indicando con ello que la estructura del órgano, siendo tan importante, no basta por si sola para explicar su modalidad reaccional, y frente al hecho patológico surge a nuestra mente, la posibilidad *de intervención de mecanismos reguladores totales, por lo tanto neuro-humorales*, que sufren desviaciones o perturbaciones en su forma y capacidad de acción.

### CONCLUSIONES :

En las manifestaciones pulmonares del conejo llevado a alturas de 3,600 a 4,500 mts. se comprueba :

1° Que el conejo posee una marcada resistencia al enrarecimiento del aire, no encontrándose ninguna alteración notable en sus pulmones.

2° Las únicas manifestaciones apreciables son la dilatación de las vías aéreas bronco-pulmonares, que supone aumento de la ventilación pulmonar, y una discreta vasodilatación capilar parcial, lo que supone una actividad circulatoria discretamente reforzada.

3° El sistema linfoide, y en general, el S. R. E., reacciona de un modo constante a la altura, aunque mucho menos intensamente que en el cuy.

4° La adaptación fácil, sin perturbaciones aparentes en el conejo, como histológicamente se demuestra, debe hacer pensar que los factores neuro-humorales actúan en dicho animal armónicamente sobre las diversas funciones somáticas y la respiratoria principalmente, para establecer el equilibrio compensador bajo la nueva peristasia.\*

---

\* Nota.—Recomendamos la lectura de nuestro anterior trabajo sobre "*Manifestaciones pulmonares del cuy en el soroche agudo*"; pues el presente no es sino su continuación, que será completada con otras dos comunicaciones sobre manifestaciones pulmonares en la paloma, y en otras especies animales, que formaron el material de experiencia en esta primera etapa de nuestras investigaciones histológicas sobre el problema de la altura.

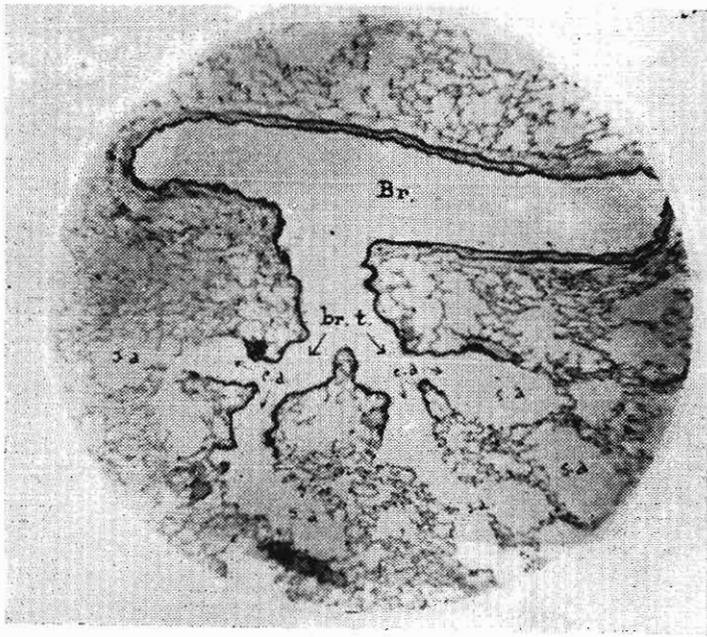


Fig. 2.—Microfot. de pulmón de conejo, que muestra una sección con un bronquio (Br), con una rama colateral que se divide en dos bronquiolos respiratorios o terminales (b. r. t.), que a su vez dan origen a los infundíbulos o conductos alveolares (c. a.) y los sacos alveolares (s. a.), seccionados en diferentes planos.

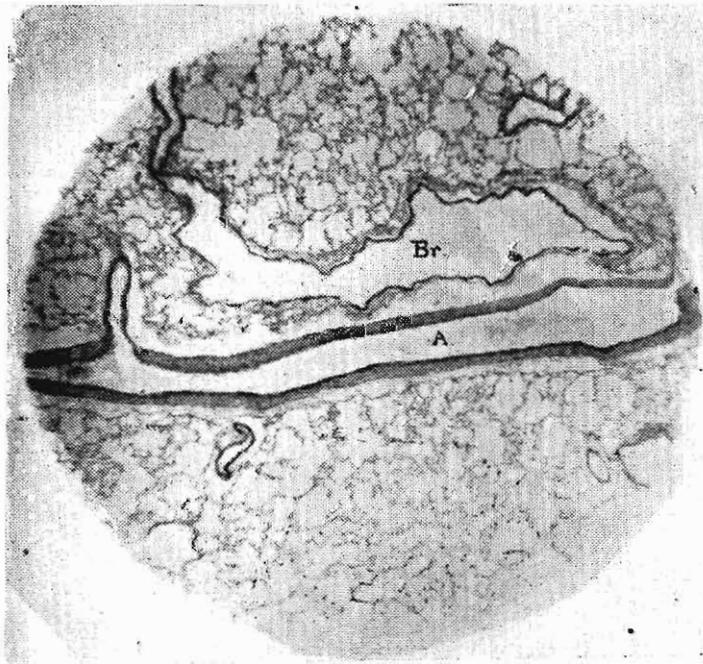


Fig. 3.—Sección longitudinal de un bronquio (Br.) y su arteria satélite, (A) rama de la pulmonar que, como se verá, presenta una desarrollada túnica muscular, aunque no afecta la disposición en rodetes moniliformes, como en el cuy.

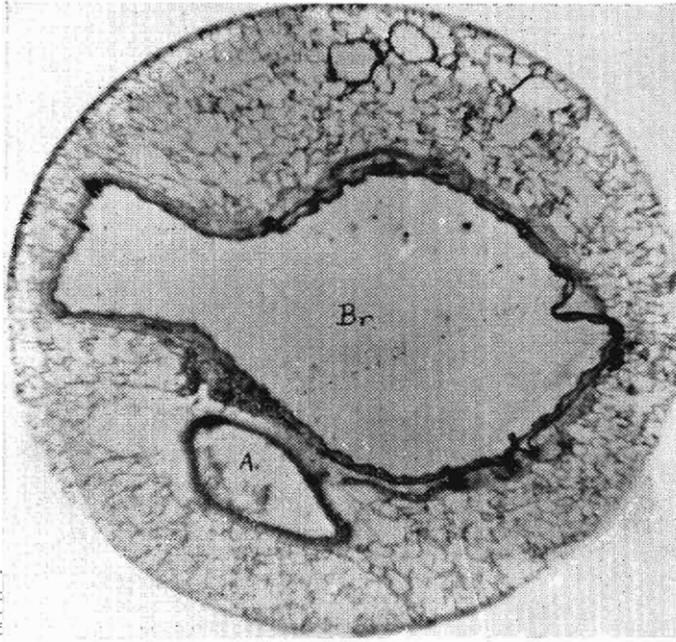


Fig. 4.— Corte de pulmón de conejo en los dos o tres primeros días de permanencia en la altura. Obsérvese la dilatación bronquial marcada por mostrar su mucosa casi desprovista de repliegues, debido a la distensión. (En el cuy, por el contrario, se nota desde el principio tendencia a la broncoconstricción; insistimos en recordar que en ambos se empleó idéntica técnica de fijación in situ; por lo tanto el aspecto no es imputable a una distensión mecánica).

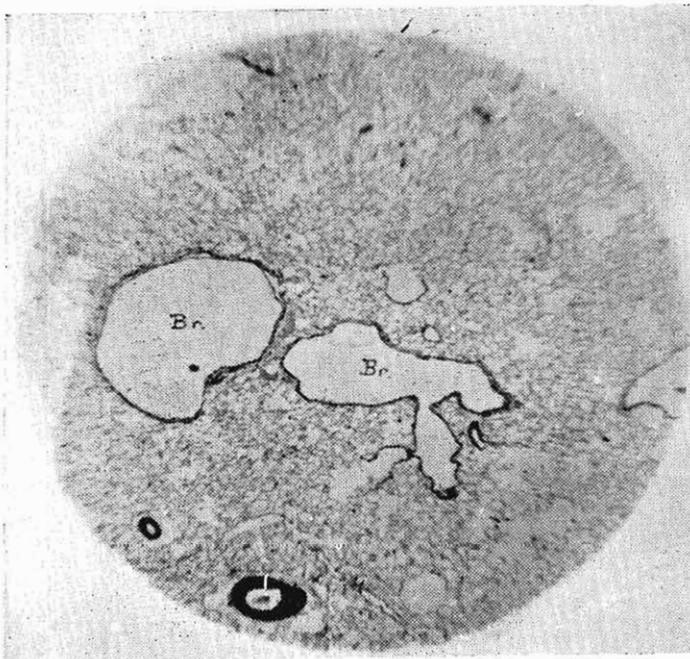


Fig. 5.— Microfotografía a pequeño aumento que muestra la gran dilatación de las vías aéreas bronquiales principales.

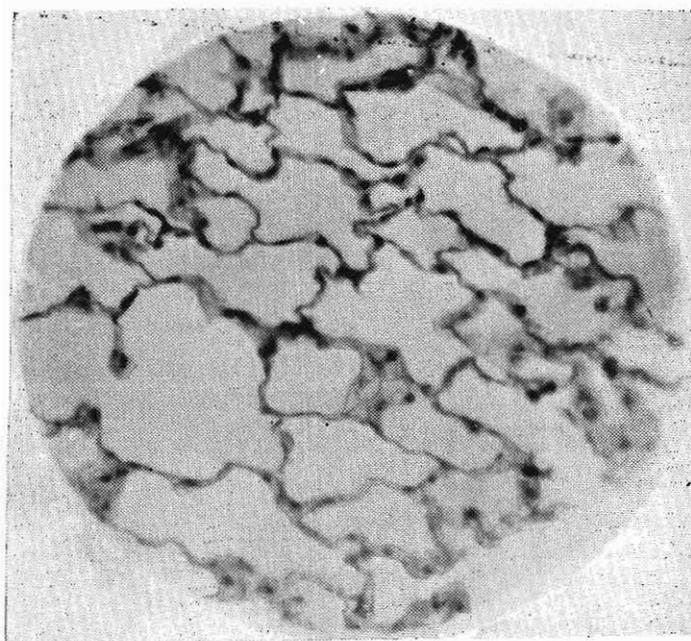


Fig. 6.— Corte a mediano aumento de pulmón de conejo en los primeros días de la ascensión. Nótese claramente la delgadez de los septa interalveolares; los capilares no exhiben casi su luz, y no se ven tampoco en ellos hematíes.

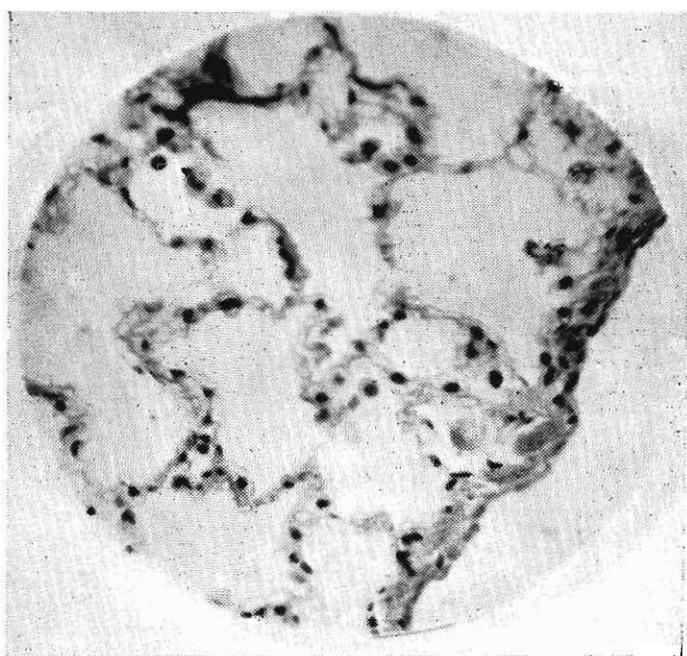


Fig. 7.— En esta microfotografía de un pulmón de conejo al 7<sup>o</sup> día de la ascensión se aprecia muy bien la vasodilatación capilar con presencia en su luz de numerosos hematíes y de células blancas. Bajo la pleura algunos histiocitos libres en los alvéolos que se ven un poco dilatados, pero sin engro-

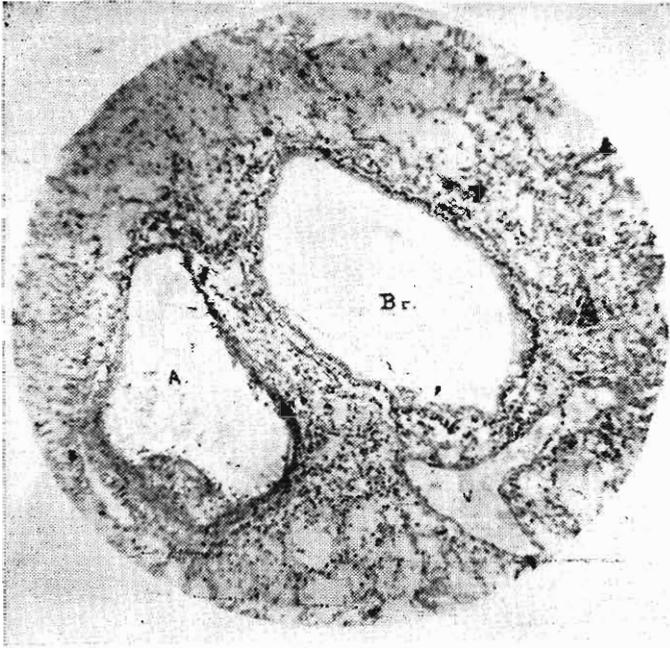


Fig. 8.— Microfot. de pulmón de conejo bloqueado en la altura con el carmín lítico, intratraquealmente. Obsérvese la fuerte exudación serosa y leucocitaria que ha inundado casi completamente los alvéolos. Un bronquio dilatado, con discreta exudación catarral, a pesar del bloqueo, difiriendo completamente del aspecto que revela, en condiciones semejantes el pulmón del cuy.

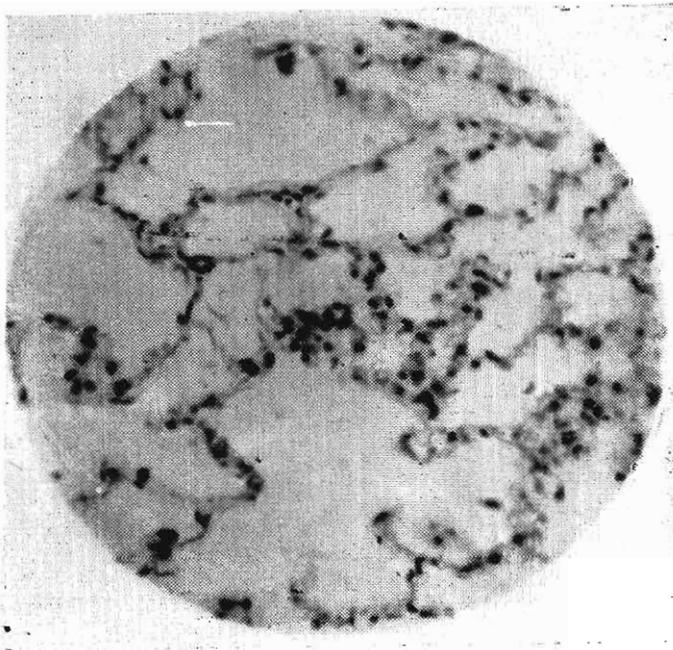


Fig. 9.— Corte de pulmón de conejo, después de 25 días de permanencia en la altura (4,500 mts.): Vasodilatación ca-