



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**Comparación anatómica e histológica de los  
pulmones del cuy (*Cavia porcellus*) nacidos en la  
sierra y en la costa**

**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE**

**MEDICO VETERINARIO**

**PRESENTADO POR**

**Bach. Castro Sánchez Luis Carlos**

**ASESOR**

**M.V. Fortunato Cruzado Seclen**

**Lambayeque – Perú**

**2019**

**COMPARACIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA DE  
LOS PULMONES DEL CUY (*Cavia porcellus*) NACIDOS EN  
LA SIERRA Y EN LA COSTA**


**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Luis Carlos Castro Sánchez**

**APROBADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**MV. MSc. ÓSCAR GRANDA SOTERO**  
**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**MV. MSc. ELSA CHAVIL MONTALVAN**  
**SECRETARIO**

  
\_\_\_\_\_  
**M.SC HENRY OJEDA BARTUREN**  
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**M.V. FORTUNATO CRUZADO SECLÉN**  
**ASESOR**



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA  
UNIDAD DE INVESTIGACION



Libro de Acta de Sustentación de Tesis

Folio: N° 00150

Siendo las 7:38 a.m. horas del día Miércoles 23 de Octubre del año 2019, se reunieron en el Auditorio "Luis Enrique Díaz Huamán" de la Facultad de Medicina Veterinaria, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, los miembros del jurado integrado por los siguientes docentes:

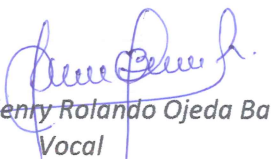
MSc. Oscar Granda Sotero	Presidente
MSc. Graciela Elsa Chavil Montalván	Secretaria
MSc. Henry Rolando Ojeda Barturén	Vocal
M.V. Fortunato Cruzado Seclén	Asesor

Designados con Decreto N° 164-2018-UI-FMV de fecha 27 de Diciembre de 2018, para recepcionar la tesis: "COMPARACIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA DE LOS PULMONES DEL CUY (*Cavia porcellus*) NACIDOS EN LA SIERRA Y EN LA COSTA", a cargo del Bachiller Luis Carlos Castro Sánchez, aprobado con Decreto N° 037-2019-UI-FMV, de fecha 18 de Marzo de 2019.

Finalizada la sustentación, los miembros del jurado procedieron a formular las preguntas correspondientes y luego de las aclaraciones respectivas, han deliberado y acordado aprobar el presente trabajo de tesis con el calificativo de BUENO.

Finalmente, se procedió a levantar la presente acta en señal de conformidad, siendo las 8:38 a.m. horas del mismo día. Por lo tanto el Bachiller Luis Carlos Castro Sánchez, está opto para recibir el Título de Médico Veterinario.

  
MSc. Oscar Granda Sotero  
Presidente

  
MSc. Henry Rolando Ojeda Barturén  
Vocal

  
MSc. Graciela Elsa Chavil Montalván  
Secretaria

  
M.V. Fortunato Cruzado Seclén  
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA  
UNIDAD DE INVESTIGACION



**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Yo, LUIS CARLOS CASTRO SÁNCHEZ  
investigador principal, y FORTUNATO CRUZADO SELÉN asesor  
del trabajo de investigación "COMPARACIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA  
DE LOS PULMONES DEL CUY (Cavia porcellus)  
NACIDOS EN LA SIERRA Y EN LA COSTA" ,declaramos bajo  
juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se  
demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende  
el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del Título o  
Grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 07 de Noviembre de 2019

Nombre Investigador (es) LUIS CARLOS CASTRO SÁNCHEZ

Nombre del Asesor FORTUNATO CRUZADO SELÉN

## DEDICATORIA

*A MIS PADRES POR SIEMPRE ESTAR  
CONMIGO APOYÁNDOME DESDE  
QUE INICIE ESTE LARGO CAMINO,  
POR SU GRAN APOYO, POR SU DEDICACIÓN,  
POR SU ESFUERZO A ELLOS LE DEBO TODO*

*A MIS HERMANOS  
POR SU APOYO EN ESTE CAMINO A RECORRER*

*A NOELIA POR ESTAR SIEMPRE  
CONMIGO AYUDÁNDOME, MOTIVÁNDOME  
PARA LLEGAR A UNO DE LOS TANTOS  
OBJETIVOS POR CUMPLIR Y POR SER  
MI COMPAÑERA EN ESTE LARGO CAMINO*

*A MI HIJO POR SER EL MOTIVO DE SEGUIR ADELANTE,*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por haberme permitido seguir adelante  
y por guiarme por el camino del bien*

*Al MV. Fortunato Cruzado Seclen  
por apoyarme en este trabajo de investigación*

*A mis asesores por la enseñanza que  
me brindaron en mi formación  
de mi carrera*

*a mis amigos que en una y otra manera  
nos ayudaron con sus consejos*

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1.ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2.BASE TEORICA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2.1. DEL CUY</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2.2. DESCRIPCION ZOOLOGICA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2.3. CUY MEJORADO DE RAZA PERU</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2.4. DE LA ANATOMIA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2.5. DE LA HISTOLOGIA</b> .....	<b>6</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1.UBICACIÓN Y DURACIÓN EXPERIMENTAL</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.MATERIALES Y EQUIPO DE LABORATORIO</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.1. MATERIAL BIOLOGICO</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.2. MATERIAL Y EQUIPOS DE LABORATORIO</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.2.1.MATERIALES DE OBTENCION DE MUESTRAS</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.2.2.MATERIALES DE LABORATORIO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3.1. SELECCIÓN DE INDIVIDUOS</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3.2. RECOLECCION DE MUESTRAS</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3.3. EJECUCION DE LA MUESTRA</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3.4. ESTUDIO MICROSCOPICO</b> .....	<b>13</b>
<b>3.4. RECOLECCION DE DATOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3.5. PRESENTACION DE DATOS</b> .....	<b>13</b>
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>14</b>

<b>V.</b>	<b>DISCUSION.....</b>	<b>21</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>24</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>26</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

1.- Comparación de pesos (g) del pulmón de la costa (con una elevación de 215 m.s.n.m) y de la sierra (con una elevación de 3.078 m.s.n.m).....	28
2.-Comparación del tamaño (mm) del pulmón de cobayos de la costa (con una elevación de 215 m.s.n.m) y de la sierra (con una elevación de 3.078 m.s.n.m).....	28

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

1.- Peso promedio del pulmón de cobayos de la costa y sierra.....	29
2.- Tamaño promedio del pulmón de cobayos de la costa y sierra.....	29

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó en los laboratorios de anatomía e histología de la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Se realizaron las comparaciones anatómicamente e histológicamente de cobayos de la sierra (Incahuasi distrito de Ferreñafe provincia de Lambayeque, con una elevación de 3.078 m.s.n.m) y de la costa (Chóchope distrito de Lambayeque provincia de Lambayeque, con una elevación de 215m.s.n.m).

El peso y tamaño del pulmón de los cobayos de altura fueron mayores que los de la costa. Se realizaron cortes histológicos de los pulmones de cobayos de la sierra y de la costa para observar microscópicamente sus estructuras pulmonares.

En el pulmón de cobayos de la sierra se observó mayor cantidad de alveolos debido al aumento de la ventilación pulmonar.

Palabras claves: pulmón, ventilación pulmonar, histología, hipoxia, mecanismo adaptativo.

## **ABSTRAC**

This research was carried out in the laboratories of anatomy and histology of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University Pedro Ruiz Gallo

Comparisons were made anatomically and histologically of guinea pigs of the sierra (Incahuasi district of Ferreñafe province of Lambayeque, with an elevation of 3,078 m.s.n.m) and of the coast (Chóchope district of Lambayeque province of Lambayeque, with an elevation of 215m.s.n.m).

The lung weight and size of the height guinea pigs were greater than those of the coast.

Histological sections of the lungs of guinea pigs of the sierra and of the coast were made to observe their lung structures microscopically.

In the lung of guinea pigs in the sierra, a greater number of alveoli was observed due to the increase in pulmonary ventilation.

Keywords: lung, pulmonary ventilation, histology, hypoxia, adaptive mec

## **I.- INTRUDUCCIÓN**

Los factores ambientales y genéticos influyen en el crecimiento y desarrollo de los cuyes. Los lugares que se encuentran a mayor altura sobre el nivel del mar se caracteriza no solamente por una presión barométrica y menor presión parcial de oxígeno inspirado, sino también por una menor temperatura ambiental, mayor sequedad de aire, mayores radiaciones solares, ultravioleta y cósmica ionizante y también por mayores precipitaciones pluviales. **(GONZALES, G., VILLENA, A. 1998)**

La aclimatación a las grandes alturas es el resultado de dos condiciones: La hipoxia, proveniente de la disminución de la presión parcial de oxígeno en el aire ambiental y la exposición al frío; la temperatura ambiental depende en parte de la latitud y de altura sobre el nivel del mar. **(BANCHERO, N. 1984- 1985)**

Los factores genéticos y ambientales influyen en el crecimiento y desarrollo de los individuos. De estudios realizados se deduce que la exposición a la altura resulta un factor limitante para el desarrollo corporal de los organismos.

Hay órganos que cumplen roles importantes en la adaptación a ambientes con la presión parcial de oxígeno atmosférico reducido, destacándose al corazón y los pulmones. **(CLEGG, E. J. 1971)**

Por lo expuesto, ampliaremos los conocimientos, comparando las diferencias en su anatomía e histología de los pulmones en cobayos adultos nacidos en la costa y en la sierra, ya que la literatura no reporta medidas de tamaños del pulmón de cobayos procedentes de la sierra y de la costa, por eso surge la inquietud en saber si también existe diferencias en incremento en tamaño y peso del pulmón del cobayo de la sierra con el pulmón del cobayo de la costa para sacar un promedio.

Por todo lo expresado se llevó a cabo el presente trabajo de investigación teniendo como objetivos:

**OBJETIVO GENERAL:**

- Comparación anatómica e histológica de los pulmones del cuy (*Cavia porcellus*) nacidos en la costa y en la sierra

**OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir anatómicamente los pulmones de los cuyes nacidos en la costa y en la sierra
- Describir histológicamente los pulmones de los cuyes nacidos en la costa y en la sierra
- Describir la Comparación anatómica e histológica de los pulmones de los cuyes nacidos en la costa y en la sierra.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES.

**Banchero, N. 1984 -1985.** Los estudios realizados resultan en aceleración del crecimiento normal de los pulmones del cobayo y además en un aumento significativo en el área de la membrana alveolo capilar (en hipoxia, frío y en la combinación de ambos, en una elevación de 1610 m). sin embargo, el incremento en el volumen pulmonar y en la superficie de la membrana alveolo capilar fue transitorio, alcanza su valor máximo aproximadamente a las 3 semanas de exposición, (después del destete) y disminuye progresivamente, desapareciendo entre las 14 y 18 semanas de aclimatización dependiendo del estímulo climático

**Sekhon y Thurlbeck (1995)** sugieren que el crecimiento del pulmón es incrementado en condiciones hipóxicas. Esta respuesta adaptativa del pulmón ocurre mediante cambios hipertroficos

### 2.2 BASES TEÓRICAS.

#### 2.2.1 DEL CUY

**Chauca, (1997).** Manifiesta que el cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. En el Perú, país con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16 500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos. Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4 500 metros sobre el nivel del mar y en zonas tanto frías como cálidas. Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos.

### 2.2.2 DESCRIPCIÓN ZOOLÓGICA

- Reino : Animal ·
- Phylum : Vertebrata
- Subphylum : Gnathostomata
- Clase : Mammalia (Mamífero, sangre caliente, piel cubierta de pelos)
- Subclase : Theria (Mamífero vivíparo) ·
- Infraclass : Eutheria ·
- Orden : Rodentia
- Suborden : Hystricomorpha ·
- Familia : Caviidae (Roedor con 2 mamas, 4 dedos ant. y 3 post.)
- Género : Cavia ·
- Especie : Cavia aperea aperea Erxleben, Cavia aperea aperea Lichtenstein Cavia cutleri King, Cavia porcellus Linnaeus ,Cavia cobaya.

**FUENTE:** (Gade 1967, Cabrera y Yopez 1960, Cabrera 1953, Ellerman 1940)

### 2.2.3 CUY MEJORADO DE RAZA PERÚ

**Aliaga y Col (2009).** Los cuyes de la raza Perú fueron generados en el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), a partir de una colección realizada a nivel nacional realizada entre 1965 y 1966. Para el inicio del “Programa de Mejoramiento Genético” se contó con el financiamiento del Ministerio de Agricultura del Perú y con el apoyo de la Universidad de Carolina del Norte. Fue a partir de 1970 que se inaugura el proyecto de “Mejoramiento por Selección del Cuy o Cobayo Peruano”, dentro del cual se inicia la selección de animales por su mayor peso a la edad de comercialización. Durante 16 años se consideró los 91 días como la edad de selección, a medida que se avanzó en el proceso de selección se consideró un peso intermedio a los 56 días. En las primeras generaciones se logró 500 gramos a los tres meses, peso que se duplicó en relativamente corto tiempo. El siguiente paso fue disminuir la edad de saca, buscando precocidad y se fijó como meta lograr un kilo a los dos meses de edad. A partir de 1986, con el



proyecto Sistemas de Producción de Cuyes INIA-CIID (1986-96), se pudo iniciar la validación del comportamiento productivo y reproductivo de la línea en el medio rural en crianzas familiares, familiares-comerciales y exclusivamente comerciales. Para su formación como línea pura en INIA (sede central) se contó con el registro de más de 36 mil individuos seleccionados en el programa de Mejoramiento Genético. Considerando los estudios de cruzamiento, esta línea ha sido entregada a nivel nacional a las Estaciones Experimentales del Instituto y a productores beneficiarios de la Costa Central, Sierra Norte (Cajamarca) y Sierra Centro (Ayacucho)

#### **2.2.4 DE LA ANATOMÍA**

**Sisson y Grossman (2001).** La anatomía debe ser considerada como la piedra fundamental del arte de la medicina y su preámbulo esencial, hay que tener también en cuenta que la anatomía introduce al estudiante en un amplio campo de la terminología médica. La anatomía es la rama de la ciencia biológica que trata de la forma y estructura de los organismos. Se halla en íntima relación con la fisiología que trata de las funciones del cuerpo

Los pulmones están subdivididos en porciones relativamente grandes, llamadas lóbulos pulmonares, mediante fisuras del borde ventral. Un lóbulo pulmonar puede ser definido como una gran porción de tejido pulmonar que esta ventilada por un bronquio mayor, el cual surge de cualquiera de los bronquios principales o de la tráquea, y que está separado del lóbulo adyacente por una fisura interlobular. Las extensiones en la que se desarrollan la fisura varia con las distintas especies y, aunque el modelo observado en cualquier especie es relativamente constante, pueden ocurrir variaciones individuales.

**Martin, Marin, Gonzales (2004)** Los pulmones son voluminosos con gran número de lóbulos, el pulmón derecho es característico en cuanto al número de lóbulos: uno craneal, uno medio, uno caudal y el accesorio. El pulmón izquierdo presenta un lóbulo craneal, dividido por una larga fisura dejando dos porciones muy marcadas, una craneal y otra caudal más un lóbulo caudal. Como característica diferencial, este pulmón cuenta con un lóbulo accesorio algo más pequeño que el del pulmón derecho

**Breazile y Brown (1976)** El pulmón derecho tiene cuatro lóbulos (craneal, medio, accesorio y caudal) separados por una profunda fisura. El pulmón izquierdo tiene tres lóbulos: craneal, medio y caudal.

**Martin, Marin y Gonzales (2004)** Los pulmones son voluminosos, con gran número de lóbulos. El pulmón derecho es característico en cuanto al número de lóbulos: uno craneal, uno medio uno caudal y el accesorio.

El pulmón izquierdo presenta un lóbulo craneal dividido por una larga fisura dejando dos porciones muy marcadas una craneal y otra caudal más un lóbulo caudal. Como característica diferencial este pulmón cuenta con un lóbulo accesorio algo más pequeño que el del pulmón derecho

## **2.2.5 DE LA HISTOLOGÍA**

**Donnelly, (1990)** Al ser animales de escaso peso corporal presentan demandas de oxígeno más elevadas que los mamíferos de mayor tamaño. Este aumento de toma de oxígeno se ve facilitado, no por la existencia de grandes pulmones, sino por otro tipo de modificaciones. Los conejos y roedores presentan una gran distensibilidad de la caja torácica, un gran rendimiento vital y una capacidad pulmonar residual baja. Esto les permite expandir bien sus pulmones para inspirar más oxígeno y expulsar una mayor cantidad de aire en cada espiración. También presentan mayor número de alveolos de diámetro más pequeño que les permiten un intercambio máximo de oxígeno. Por ejemplo, el diámetro de los alveolos del hámster de Siria es de 35- 75  $\mu\text{m}$ , a diferencia de los 200 en el gato y 400 en el sedentario perezoso. También incrementa la toma de oxígeno la existencia de vías de aire más cortas y de tasas respiratorias más altas

**Bacha, W. y Word, L. (1991)** Indican que en los mamíferos el aire fluye desde los orificios nasales siguiendo un sistema de conductos o pasajes hasta llegar a las superficies de intercambio gaseoso en los pulmones. A medida que el aire circula por este sistema, se calienta, se humedece y se libera de partículas contaminantes. Aquellas partículas que acceden a los alvéolos son fagocitadas por la barrera macrofágica alveolar. Los componentes del sistema de conducción son la cavidad nasal, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los diversos tipos de bronquiolos que finalmente conducen el aire a los pequeños alvéolos. Los

bronquios, están revestidos por un epitelio cilíndrico pseudo estratificado ciliado con células caliciformes. Sus células disminuyen de altura a medida que se reduce el calibre del bronquio; la lámina propia está rodeada por una capa de músculo liso cuyas fibras se orientan en sentido oblicuo; el tejido conectivo que rodea la muscular presenta glándulas mixtas y placas de cartílago hialino; en el gato el cartílago puede contener fibras elásticas. En los cortes histológicos la mucosa de los grandes bronquios posee algunos pliegues que se hacen más numerosos a medida que disminuye su calibre. Los bronquios más pequeños dan origen al los bronquiolos y los bronquiolos más pequeños (bronquiolos terminales) se ramifican en dos o más bronquiolos respiratorios; estos últimos, a su vez, originan sucesivamente a los conductos y sacos alveolares. Los bronquiolos carecen de cartílago y glándulas excepto en el gato donde las glándulas se observan también a nivel bronquial; por fuera de la mucosa se encuentra la capa muscular de tejido muscular liso cuyas células tienen una orientación oblicua o espiral. La cantidad de tejido muscular liso es proporcional al tamaño del bronquiolo; la mucosa de los bronquiolos mayores (bronquiolo propiamente dicho) está revestida por células cilíndricas ciliadas, mientras que en los más pequeños las células son cuboides ciliadas, en las porciones más distales el epitelio es cúbico ciliado (bronquiolos terminales). Los bronquiolos respiratorios están tapizados por un epitelio de células cúbicas que se vuelven planas hacia distal; estas fibras musculares lisas forman parte de la pared bronquiolar que se encuentra interrumpida por la apertura de los alveolos; los bronquiolos respiratorios están más desarrollados en los carnívoros. Los conductos alveolares se originan de los bronquiolos respiratorios y sus paredes delgadas están constituidas por alvéolos; en un punto donde un alveolo se abre en un conducto, existen fibras musculares lisas; la presencia de fibras musculares lisas a este nivel es responsable del borde protuyente del alveolo en los cortes histológicos. Cada conducto alveolar se ramifica para originar tres o más sacos alveolares; no se observan fibras musculares lisas en los sacos y por lo tanto los alvéolos que forman su pared no tienen sus bordes alveolares. Los alveolos están revestidos por células epiteliales extremadamente planas (neumocitos tipo I) estos están separados entre sí por una delgada capa de delicadas fibras colágenas y elásticas muy vascularizadas.

**Dieter Dellmann (1980)** Menciona que el sistema respiratorio está formado por la cavidad nasal, los senos paranasales, la nasofaringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones. Sobre una base funcional, es posible distinguir dos grandes subdivisiones: una parte conductora de aire que se extiende desde la nariz hasta los bronquiolos terciarios y una parte respiratoria que da lugar al intercambio de gases que empieza en los bronquiolos y termina en los alvéolos. La función principal del sistema respiratorio es indudablemente el intercambio de gases (eliminación del exceso de óxido de carbono y el suministro de oxígeno al organismo). Sin embargo, el sistema respiratorio realiza otras importantes funciones, como el calentamiento y humedecimiento del aire que penetra, la regulación de la corriente de aire, la olfacción, la eliminación de las partículas extrañas contenidas en el aire y el enfriamiento de todo el organismo. Además, este sistema actúa en la fonación.

**Dieter Dellmann (1994)** Aclara que la mayor parte de la cavidad torácica está ocupada por el pulmón derecho e izquierdo. Estudios microscópicos revelan que el pulmón de los mamíferos se puede dividir en 8 vías aéreas conductoras intrapulmonares, parénquima y pleura. Las vías aéreas intrapulmonares (bronquios y bronquiolos) ocupan aproximadamente el 6% de los pulmones. El parénquima, o área de intercambio gaseoso, está compuesto de los sacos aéreos y alveolos, lo cual totaliza el 85% del pulmón. Los bronquiolos están unidos a la zona de intercambio gaseoso a través de una zona de transición. El pulmón está encapsulado por una lámina de tejido conjuntivo y células mesoteliales denominada pleura visceral. Junto con la pleura, el tejido nervioso intrapulmonar y el tejido vascular (arterias, venas pulmonares y bronquiales) comprende el restante 9-10% del pulmón. Menciona que las características histológicas de un bronquio son similares a la tráquea variando solo en el grosor de sus capas.

Fernández y Lawzewitsch (1985) El aparato respiratorio de los mamíferos comprende tres partes funcionales, el sistema de conducción que además de conducir el aire, lo calienta, humedece y lo libera de partículas; integrado por: la cavidad nasal y senos paranasales, la rinofaringe o nasofaringe, la laringe, la tráquea, los bronquios intra y extrapulmonares y los bronquiolos propiamente dichos; en la porción respiratoria se produce el intercambio de gases; integrado por los bronquiolos respiratorios; conductos alveolares, sacos alveolares y

alvéolos y, el mecanismo de ventilación el cual permite la entrada y salida del aire en forma coordinada, integrado por la caja torácica costillas y músculos intercostales, diafragma, y fibras elásticas pulmonares

**Ross y Pawlina (2013)** Los pulmones se desarrollan en el embrión como una evaginación ventral del intestino anterior, en consecuencia, el epitelio de las vías respiratorias es de origen endodérmico. Este divertículo respiratorio inicial crece dentro del mesénquima torácico. Los cartílagos bronquiales, el, musculo liso y los otros elementos del tejido conjuntivo derivan del mesénquima torácico.

Dentro de los pulmones los bronquios principales, también llamados bronquios fuente, sufren una ramificación extensa para finalmente dar origen a los bronquiolos de distribución. Los bronquiolos intrapulmonares y los bronquiolos forman el árbol bronquial. La porción respiratoria es la parte de la via aérea en la cual se produce el intercambio gaseoso. Comprende secuencialmente las estructuras siguientes:

- Bronquiolos respiratorios.
- Conductos alveolares
- Sacos alveolares
- Alveolos

**Bacha y Bacha (2001)** En los mamíferos el aire fluye desde los orificios nasales siguiendo un sistema de pasajes hasta llegar a las superficies respiratorias de los pulmones. A medida que el aire circula por este sistema, se calienta, se humedece y se libera de algunas partículas de materia. Aquellas partículas que acceden a los alveolos por ultimo son fagocitadas por los macrófagos que controlan los pequeños fondos de sacos. Los componentes principales del sistema de pasaje de aire son la cavidad nasal, la faringe, la laringe, la traquea, los bronquios y los diversos tipos de subdivisiones más pequeñas del árbol bronquial que conducen el aire a los alveolos

**Di Fiori, (2001)** El sistema respiratorio está integrado `por las vías respiratorias principales y los pulmones, pero para su descripción se lo divide en dos sectores conocidos como parte conductiva y parte respiratoria que se basan en las propiedades funcionales de sus componentes, así la parte conductiva es responsable de la traslación del aire hacia la parte respiratoria y viceversa

(ventilación) y en la parte respiratoria se intercambian el O<sub>2</sub> del aire con el CO<sub>2</sub> de la sangre pulmonar(hematosis)

Leslie P. y James L. (1997) Nos dice que en los mamíferos el sistema respiratorio está integrado por los pulmones y por una secuencia de vías aéreas que los conecta con el ambiente. Tiene como función la de proveer con oxígeno y eliminar el dióxido de carbono de las células del organismo, para lograr esta finalidad requiere que ocurra los siguientes cuatro sucesos, que colectivamente se conoce como respiración:

- Movimiento del aire hacia adentro y hacia fuera de los pulmones (respiración o ventilación).
- Intercambio de oxígeno en el aire inspirado por el dióxido de carbono presente en la sangre (respiración externa).
- Transporte del oxígeno y del dióxido de carbono hacia las células y desde ellas (transporte de gases).
- Intercambio de dióxido de carbono por oxígeno en la cercanía de las células (respiración interna).

William.J. Banks (1996) Menciona que el pulmón puede considerarse una glándula tubuloalveolar compuesta que secreta bióxido de carbono a cambio de oxígeno. El tejido subseroso colágeno laxo es rico en fibras elásticas. El tejido conjuntivo interlobulillar también es laxo y rico en fibras elásticas; sus espacios intralobulillares o intersticiales se llenan con tejido conjuntivo reticular y fibras elásticas. Los bronquios extrapulmonares se continúan como bronquios intrapulmonares; su estructura es similar a la de la tráquea. Con base en sus ramificaciones, tamaño de la luz, grosor de sus capas y elementos; los bronquios intrapulmonares se dividen en primarios, secundarios y terciarios. Los bronquios intrapulmonares primarios son similares a los bronquios extrapulmonares primarios. En los bronquiolos no se observa cartílago, su lámina epitelial mucosa es epitelio cúbico simple o cilíndrico, y carece de células caliciformes. La lámina propia mucosa tiene fibras elásticas y colágenas finas. La lámina muscular mucosa es continua y el conjuntivo periférico es similar a la lámina propia pero no es

extenso. Los bronquiolos terciarios o terminales se dividen en varios bronquiolos respiratorios.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 HUBICACION Y DURACION EXPERIMENTAL**

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de anatomía de la facultad de Medicina Veterinaria de la UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO ubicada en la ciudad de Lambayeque.

El periodo experimental estuvo comprendido entre los meses de enero de 2019 hasta abril de 2019, teniendo una duración de 04 meses.

#### **3.2 MATERIALES EXPERIMENTALES**

##### **3.2.1 MATERIALES BIOLOGICOS**

Se seleccionaron 30 cuyes clínicamente sanos hembras y machos, de distintos pesos de raza criolla comprendida entre las edades de 1 a 2 años, que se seleccionaron al azar 15 cuyes de la costa y 15 cuyes de la sierra de crianzas familiares, de los distritos de Chóchope (costa) e Incahuasi (sierra)

##### **3.2.2 MATERIALES Y EQUIPO DE LABORATORIO**

###### **3.2.2.1 MATERIALES DE OBTENCION DE MUESTRA**

- Balanza de precisión en gramos
- Equipo de disección: pinzas, tijeras, estiletes, etc.
- Microscopio óptico
- Frascos rotulados con formol al 10%
- Riñonera
- Cámara fotográfica
- Guantes
- Mascarillas
- Cuchillos
- mandil

### **3.2.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO**

- Cuyes
- microscopio

### **3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

#### **3.3.1 SELECCIÓN DE LOS INDIVIDUOS, de acuerdo a ciertos parámetros**

- a. cuyes clínicamente sanos de 1 y 2 años aproximadamente
- b. se registró la información de los cuyes que participaron en la investigación, con el formato (anexo 1)

#### **3.3.2 RECOLECCIÓN DE LOS PULMONES**

##### **Se obtuvo:**

- a. A través del sacrificio de cuyes criollos de costa y sierra de aproximadamente 1 a 2 años de edad por degollamiento en el laboratorio de anatomía en la facultad de Medicina Veterinaria de la UNPRG
- b. una vez desangrado el animal, se procederá a la disección y separación de los pulmones.
- c. utilizando pinzas y tijeras extraer cuidadosamente el pulmón.
- d. una vez obtenida la muestra de pulmón se procede a identificar y comparar anatómicamente los pulmones de los cuyes de la costa y sierra.
- e. luego conservar las muestras en frascos rotulados con formol al 10%, Para ser llevados a procesar al laboratorio de patología del Hospital Regional-Chiclayo y obtener las muestras histológicas.

#### **3.3.3 EJECUCIÓN DE LA MUESTRA**

Una vez obtenidas las láminas histológicas; por microscopia óptica se realizó la lectura de los cortes en el laboratorio de Histología de la facultad de Medicina Veterinaria de la UNPRG para identificar, comparar las estructuras histológicas del pulmón de los cuyes de costa y sierra.

##### **Procedimiento:**

- a). las muestras se observaron en el microscopio con el lente 10X, 4X, 40X con el fin de observar si hay algún cambio histológico



### **3.3.4 ESTUDIO MICROSCÓPICO**

Se utilizó la tinción de hematoxilina- eosina para observar los tejidos en el Microscopio óptico

#### **ALVEOLOS A IDENTIFICARSE MICROSCÓPICAMENTE**

La identificación es histológicamente

Los alveolos son las unidades anatomofuncionales más pequeñas del sistema respiratorio. Su forma es poliédrica irregular

Existen unos 300 millones de alveolos y se estima que la superficie total de sus paredes sobrepasa los 100 m<sup>2</sup>. En ellas se produce el intercambio entre el O<sub>2</sub> del aire alveolar y el CO<sub>2</sub> de la sangre de los capilares interalveolares (hematosis)

### **3.4. RECOLECCION DE DATOS**

Se seleccionaron 15 cuyes adultos de costa (Chóchope) y 15 cuyes adultos de sierra (Incahuasi) al azar de crianzas familiares, se procedieron a pesar y a sacrificar por degollamiento para obtener las muestras de pulmón, luego de pesarlos y observarlos anatómicamente, se procedió a colectar las muestras en frascos, rotulando el peso y la procedencia de cada cuy, para enviarlos a procesar histológicamente.

### **3.5. PRESENTACION DE DATOS**

Después de tener las muestras de pulmón de los cuyes de costa y sierra se procedió a pesar y comparar anatómicamente, luego se pasaron a procesar en el hospital regional de Lambayeque para posteriormente observar y comparar microscópicamente, cuyos datos se presentaron en cuadro comparativo.(Anexo 2)

#### IV. RESULTADOS



Fig. 01. Anatomía del pulmón del cobayo de la costa (A) y la sierra (B). Se observa los lóbulos pulmonares y el corazón (L. Castro 2019. Lab. Anat. Vet. UNPRG)

En la figura 01 se observan los pulmones de la costa (A) y sierra (B), el pulmón de la costa es más pequeño que el de la sierra

El pulmón derecho tiene cuatro lóbulos (craneal, medio, accesorio y caudal) separados por una profunda fisura. El pulmón izquierdo tiene tres lóbulos: craneal, medio y caudal

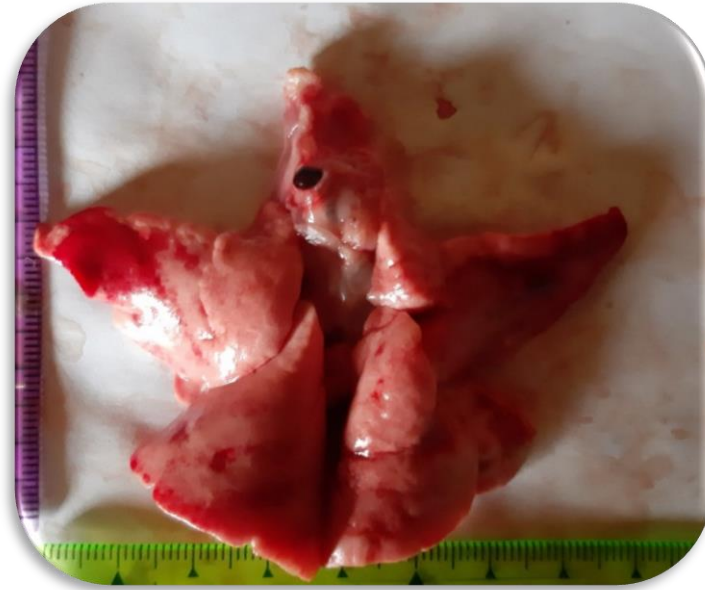


Fig. 02. anatomía del pulmón del cobayo Se observa los lóbulos pulmonares (L. Castro 2019. Lab. Anat. Vet. UNPRG)

El promedio de las medidas fueron las siguientes

En el pulmón de la costa: pulmón derecho 70 mm de largo x 60 mm de ancho

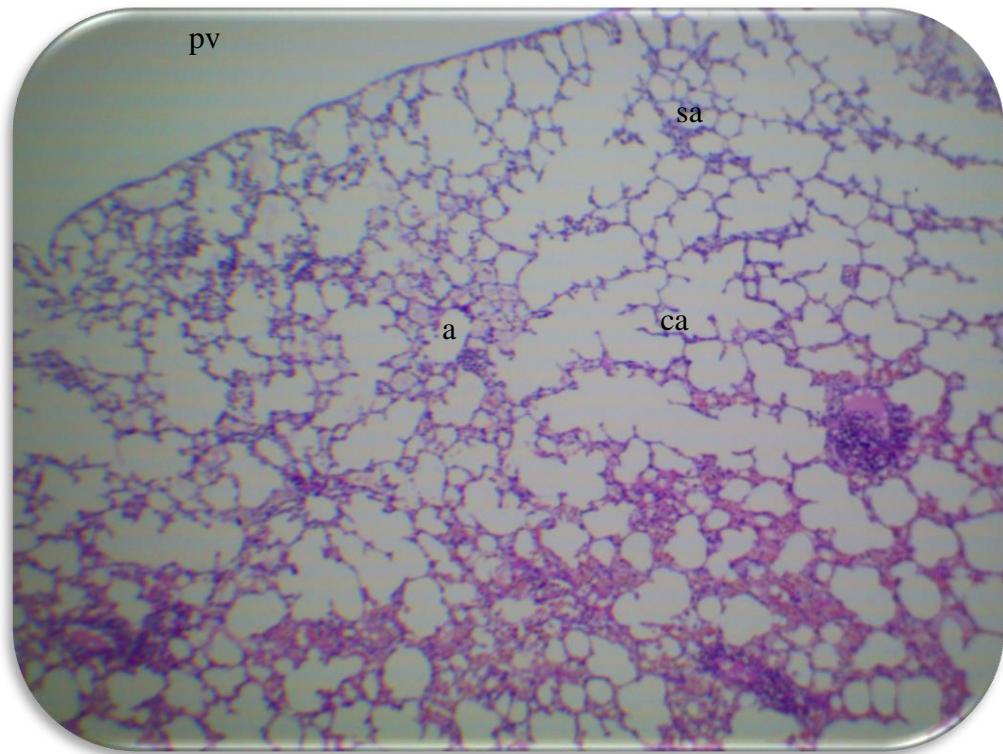
El pulmón de la sierra: pulmón derecho 75mm de largo x 65 mm de ancho



Fig. 03. anatomía del pulmón del cobayo de la costa Se observa los lóbulos pulmonares (L. Castro 2019. Lab. Anat. Vet. UNPRG)



Fig. 04. anatomía del pulmón del cobayo de la costa Se observa los lóbulos pulmonares (L. Castro 2019. Lab. Anat. Vet. UNPRG)



C  
O  
S  
T  
A

Fig. 05. Histología del pulmón del cobayo de la costa. Porción respiratoria. Corte longitudinal. H&E 4X (L. Castro 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)

Se observan la pleura visceral (pv), los sacos alveolares (sa), conductos alveolares(ca) y los alveolos(a)



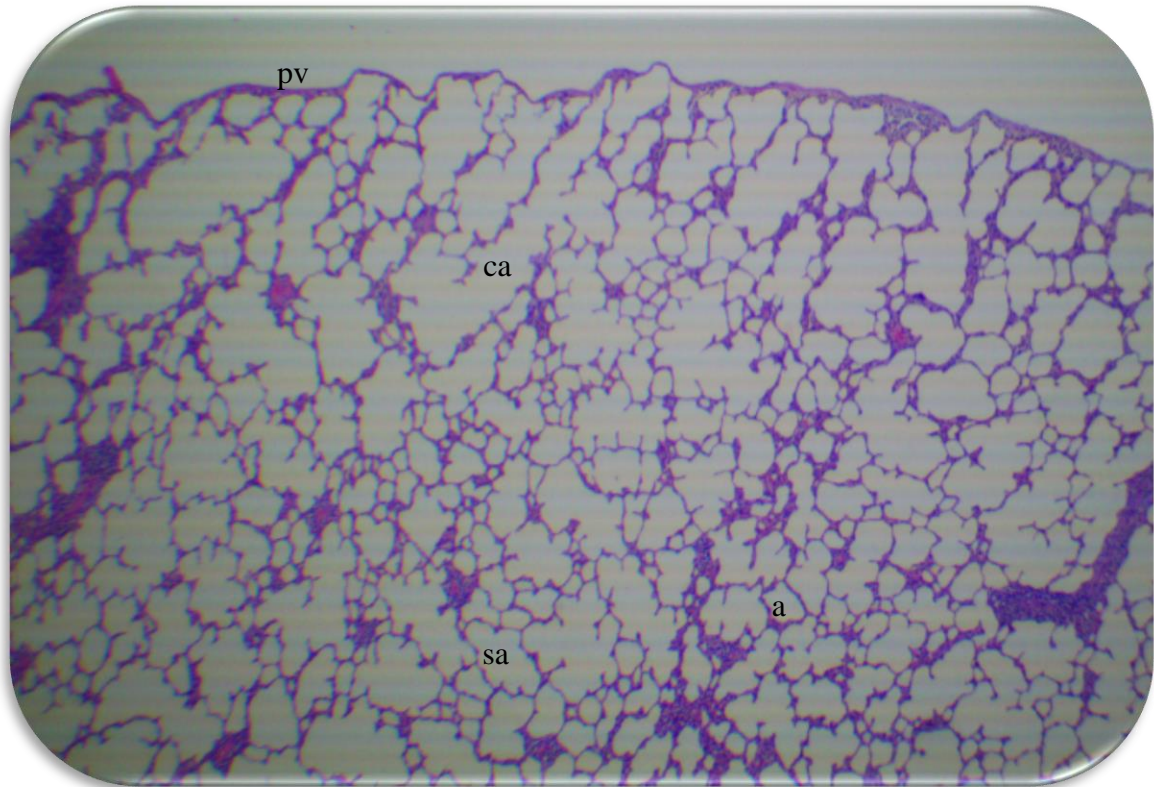
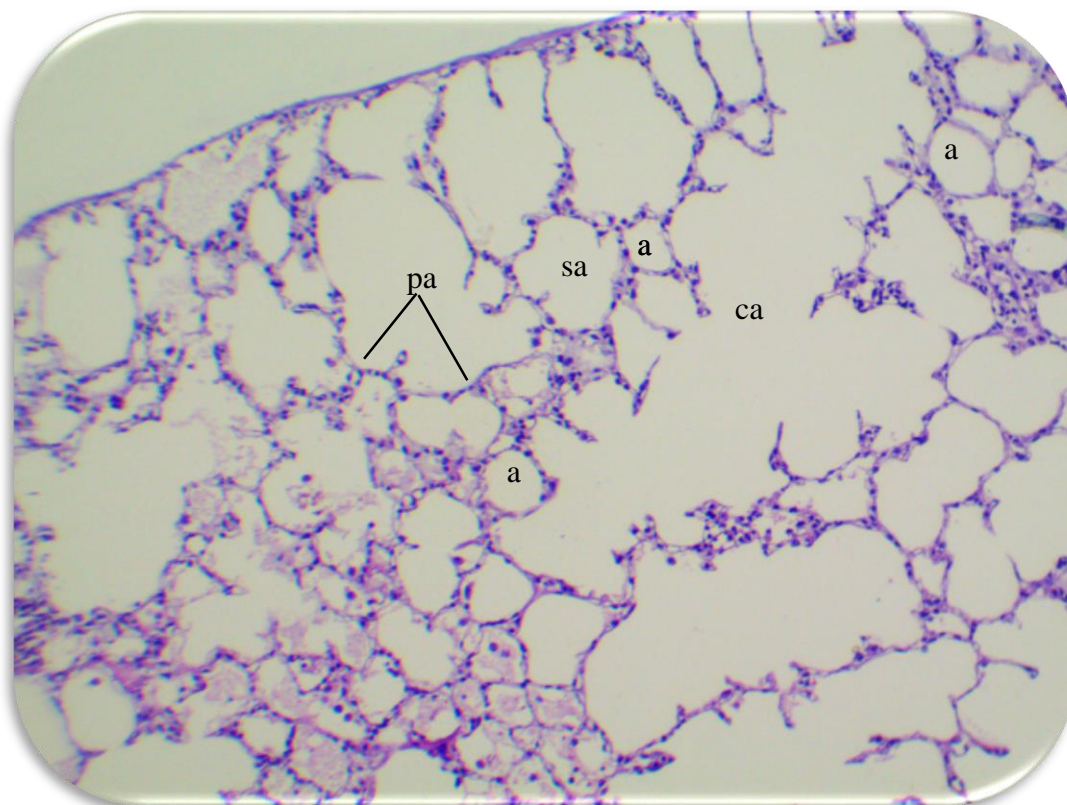


Fig. 06. Histología del pulmón del cobayo de la sierra. Porción respiratoria. Corte longitudinal. H&E 4X (L. Castro 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)

Se observan la pleura visceral (pv), los sacos alveolares (sa), conductos alveolares(ca) y los alveolos(a)

En este corte longitudinal se observa una mayor proliferación de alveolos a comparación de los de la costa



C  
O  
S  
T  
A

Fig. 07. Histología del pulmón del cobayo de la costa. Porción respiratoria. Corte longitudinal. H&E 10X (L. Castro 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)

Se observa conducto alveolar (ca), sacos alveolares, alveolos (a), pared alveolar (pa).

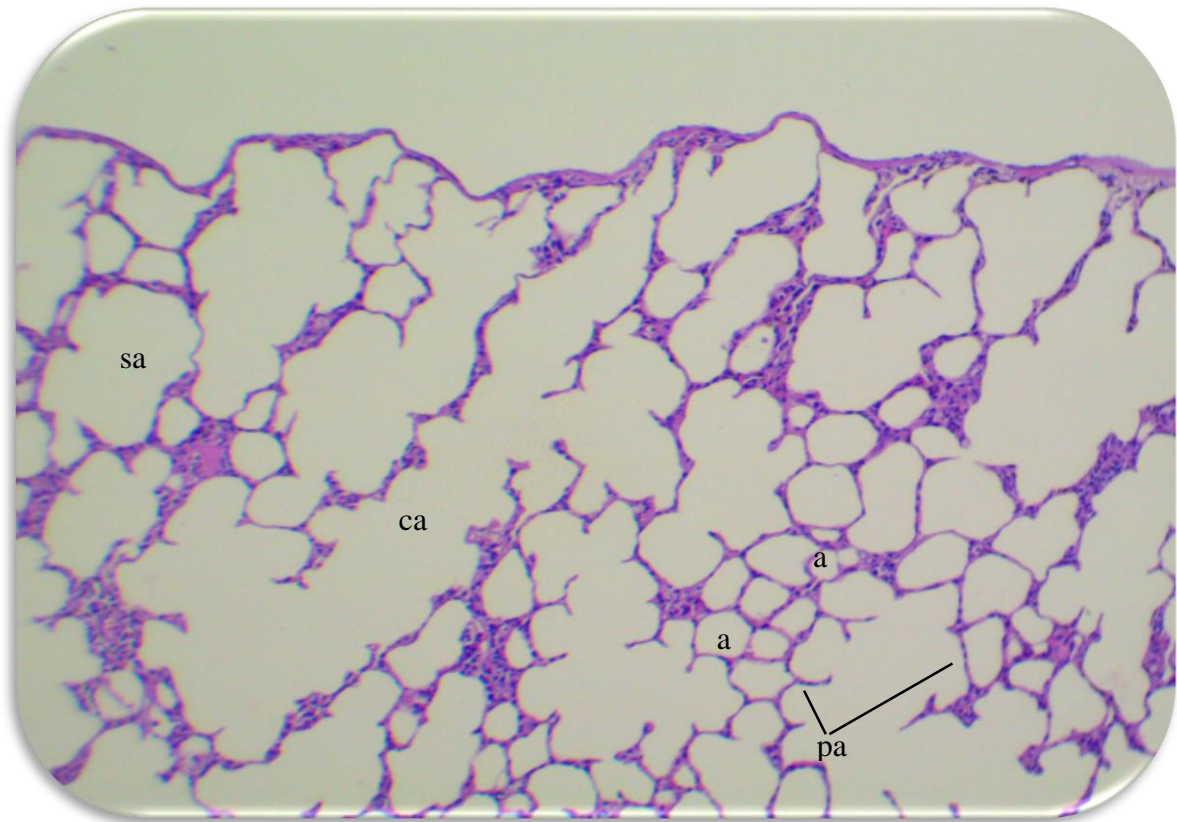
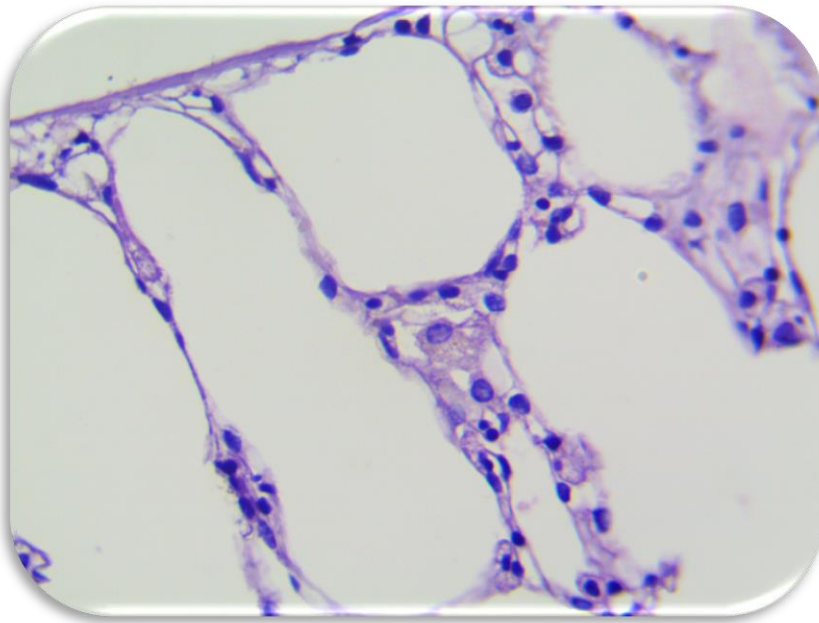


Fig. 08. Histología del pulmón del cobayo de la sierra. Porción respiratoria. Corte longitudinal. H&E 10X (L. Castro 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)

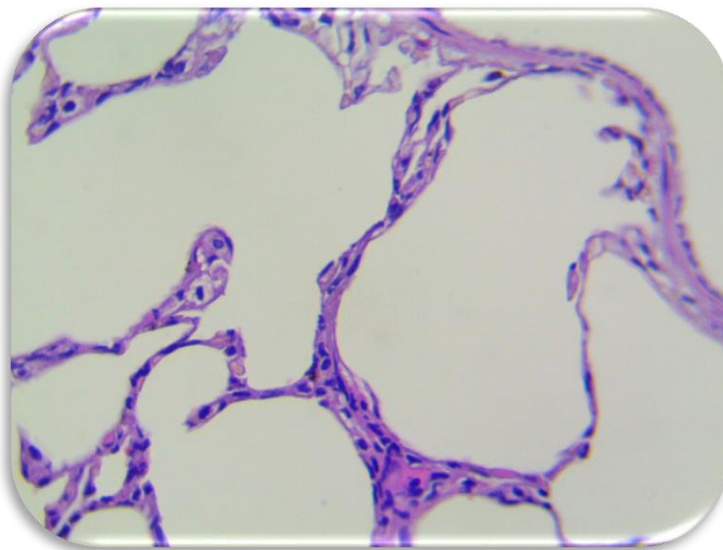
Se observa conducto alveolar (ca), sacos alveolares, alveolos (a), pared alveolar (pa)



C  
O  
S  
T  
A

Fig. 09 alveolo costa H&E 40X (L. Castro 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)

Se observan la pared alveolar (pa), capilares sanguíneos (cs), neumocitos tipo I(NI), neumocitos tipo II(NII).



S  
I  
E  
R  
R  
A

Fig. 10 alveolo sierra H&E 40X (L. Castro 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)

Se observan la pared alveolar (pa), capilares sanguíneos (cs), neumocitos tipo I(NI), neumocitos tipo II(NII), macrófagos y los alveolos



## V. DISCUSIÓN

El presente estudio, la comparación anatómica e histológica fueron realizados con 30 cobayos clínicamente sanos con buenas condiciones de crianza, tanto a nivel de la costa (Chóchope - Lambayeque) como en la sierra (Incahuasi - Lambayeque).

En esta investigación se encontró que los pulmones de los cobayos de la sierra presentan mayor tamaño y peso que los de la costa.

Los resultados guardan relación con SEKHON Y THURLBECK(1995) quien menciona que el crecimiento del pulmón es incrementado en condiciones hipóxicas. Esta respuesta adaptativa del pulmón ocurre mediante cambios hiperplásticos e hipertróficos

Los resultados guardan relación con BANCHERO (1985) quien sugiere que el crecimiento y peso del pulmón es incrementado en condiciones hipoxicas

Aquellos casos en los cuales ocurre una baja de peso y menor desarrollo del animal, se debe sospechar que esto deduce a otros factores especialmente al cuidado de los animales y buena alimentación

Histológicamente se observó una mayor proliferación de alveolos quien guarda relación con FRISANCHO (1992) quien menciona que el mayor volumen pulmonar está asociado con una mayor proliferación de unidades alveolares

## **VI. CONCLUSIONES**

Al comparar anatómicamente e histológicamente los pulmones de los cobayos de altura (Incahuasi- Sierra de Lambayeque, con una elevación de 3.078 m.s.n.m) y nivel del mar (Chóchope – Lambayeque, con una elevación de 215 m.s.n.m) podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. El peso de los pulmones de los cobayos de la sierra fue mayores que los de la costa
2. Anatómicamente se observa que los pulmones son de mayor tamaño y mayor peso en los cobayos de la sierra que en los de la costa
3. histológicamente se observan mayor proliferación alveolar en los cobayos de la sierra mejorando la ventilación pulmonar
4. fisiológicamente se concluye que un ambiente de baja presión está asociado con procesos compensatorios que facilitaran la difusión del oxígeno desde la sangre a los tejidos. La principal respuesta respiratoria a la hipoxia es el aumento en la ventilación pulmonar. Además, se desarrollan cambios en el volumen pulmonar, caracterizado por su mayor tamaño.

## **VII. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda:

1. Realizar un estudio morfométrico de los pulmones de los cuyes de la costa y sierra

## VIII BIBLIOGRAFIA

1. Aliaga Rodríguez, L., Moncayo Galliano, R., Rico, E. & Caycedo, A., 2009. *Producción de cuyes*, Lima, Perú. 808 pp.: Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.
2. Rosario Martin, O., Pilar Marin, G., & Juncal Gonzales, S., 2004. Atlas de anatomía de animales exóticos. Primera edición. Edit. Masson. Barcelona. 19-20 pag.
3. Bacha & Bacha (2001). Atlas color de Histología Veterinaria. Ed. Interamericana, Madrid
4. Bacha, William J. (1991). Atlas de color de histología veterinaria. Primera edición. Edit. Interamericana. México. 161-162 Pág.
5. Banchero, N. 1984 -1985. Aclimatación al frío y a la hipoxia en el cobayo. Archivos de Biología Andina. UNMSM, 13(1-4): 131-151.
6. Banks, William J. (1996). Histología veterinaria aplicada. Segunda Edición. Editorial el Manual Moderno S.A. 555-567 Pág.
7. Breazile, J. E., & Brown, E. M. (1976) Anatomy. In J. E. Wagner & P. J. Manning (eds.), *The biology of the guinea pig*. New York: Academic Press, pp. 53—62.
8. Chauca, de Z, (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria. La Molina, Perú.
9. CHINN K. Y HANNON J. 1969 Anatomy of the pig heart: comparisons with normal human cardiac structure. J Anat. 193, 105-119.
10. CLEGG, E. J. 1971. Weight changes in different organs of the mouse at two levels of reduced atmospheric pressure. Journal of Applied Physiology. 30(5): 764-767.
11. Dellmann, H. Dieter. (1994). Histología veterinaria. Editorial Acribia S.A. 164-174 Pág.
12. Di Fiori, (2001). Histología de Di Fiori, texto y atlas. Primera edición. Buenos Aires, 2001. Editorial El Ateneo. P 250
13. Donnelly, T. (1990) Rabbits and rodents. *Laboratory animal science, University of Sydney Proceedings 142: Anatomy and physiology*. Sydney, NSW: University of Sydney, pp. 369—381.
14. Fernández, J. y Lawzewitsch, I. (1984). Lecciones de histología veterinaria. Volumen 6. Editorial Hemisferio Sur. Argentina 58p

15. Frisancho, A. 1992. Adquisición de la adaptación fisiológica a la altura. *Acta andina* 1(1): 17-20
16. Gartner Leslie, Hiatt James. (1997). *Histología humana texto y atlas*. Editorial McGAW. Hill. Interamericana. 301-317 Pág.
17. GONZALES, G., VILLENA, A. 1998. Aclimatación y adaptación a las grandes alturas. *Acta Andina*, 7 (1): 17-23.
18. Martin, Marin, Gonzales. 2004. “Atlas de anatomía de animales exóticos”. Editorial Mason S.A Pág 19-21
19. Michael H. Ross , Wojciech Pawlina. 2013. “Histologia, texto y atlas color con biología celular y molecular”. 6° Edición. Editorial Panamericana.
20. PEÑA, T. AYON M. Y CUEVA S. 2001. Hipertrofia cardíaca en pollos de carne tratados con L-arginina sometidos a hipoxia. *Rev. Inv. Vet. Peru* . suplemento 1: 442- 17. Lima- Peru.
21. Sekhon. H. and Thurlbeck, W. 1995. Lung growth in hypobaric normoxia, normobaric hypoxia and hypobaric hypoxia in growing rats. I. biochemistry. *Journal of Applied Physiology*. 78 (1): 124 – 131.
22. Sisson, S. y Grossman, J. 2000. *Anatomía de los animales domésticos*. Quinta Edición. Tomo I. Barcelona.

## IX ANEXO

### ANEXO 1: FICHA PARA TOMAR DATOS DEL CUY A TRABAJAR

<b>DATOS DEL ESPECIMEN A TRABAJAR:</b>	
<b>SEXO:</b>	<b>RAZA:</b>
<b>EDAD:</b>	<b>PESO:</b>
<b>CLIMA DE PROCEDENCIA:</b>	
<b>ALTURA ( )</b>	<b>NIVEL DEL MAR ( )</b>

### ANEXO 2: PRESENTACION DE DATOS

Nº DE CUY	COSTA/ SIERRA	PESO DEL PULMON (gr)	OBSERVACIONES ANATOMICAS	OBSERVACIONES HISTOLOGICAS

### ANEXO 3:

#### COMPARACIONES ANATÓMICAS E HISTOLÓGICAS

comparación anatómica de los pulmones		
	costa	sierra
peso	<	>
lóbulos pulmonares	<	>

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** El autor

comparación histológica de los pulmones		
	costa	sierra
alveolos	<	>
bronquios	=	=
bronquiolos	=	=

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** El autor

#### ANEXO 4- TABLA 1

##### 1. COMPARACION DE PESOS (g) DEL PULMÓN DE LA COSTA (CON UNA ELEVACIÓN DE 215 M.S.N.M) Y DE LA SIERRA (CON UNA ELEVACIÓN DE 3.078 M.S.N.M)

PESOS PROMEDIOS	MACHOS COSTA (n=8) ±	HEMBRAS COSTA(n=7) ±	MACHOS SIERRA (n=8) ±	HEMBRA SIERRA(n=7) ±
<b>PULMÓN (g)</b>	<b>6.34</b>	<b>6.14</b>	<b>8.44</b>	<b>8.24</b>

**Fuente:** investigación directa  
**Elaborado por:** el autor

#### ANEXO 5- TABLA 2

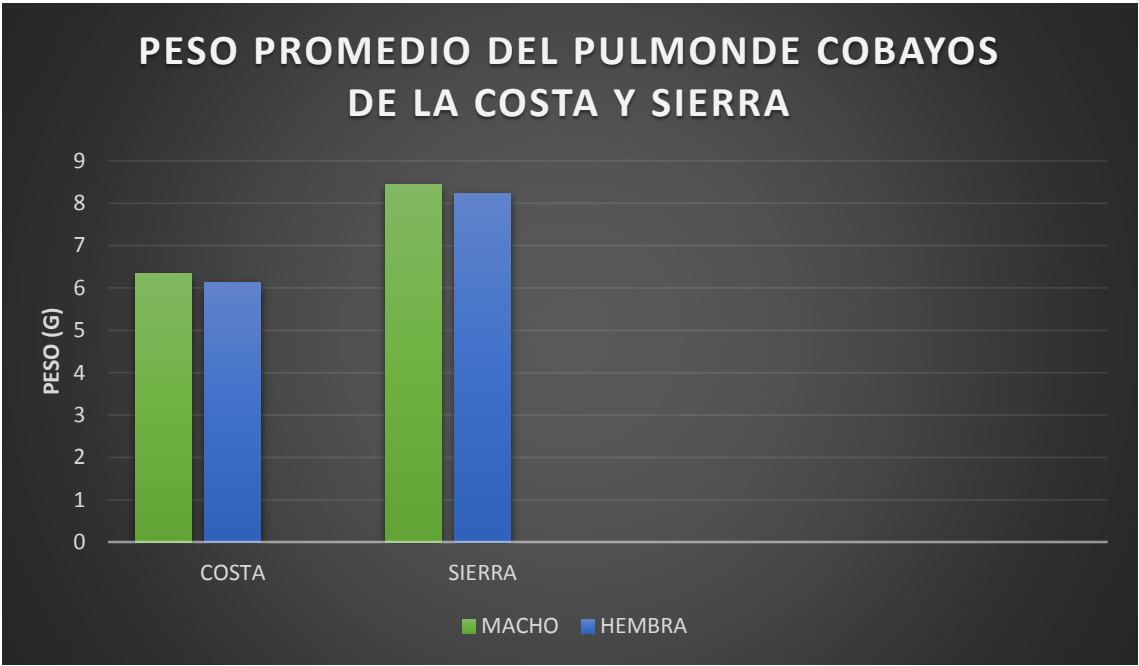
##### 2. COMPARACION DEL TAMAÑO (mm) DEL PULMON DE COBAYOS DE LA COSTA (CON UNA ELEVACIÓN DE 215 M.S.N.M) Y DE LA SIERRA (CON UNA ELEVACIÓN DE 3.078 M.S.N.M)

TAMAÑO PROMEDIO	COSTA (n=15) ±	SIERRA(n=15) ±
<b>pulmon (lxA)(mm)</b>	<b>70mmx60mm</b>	<b>75mmx65mm</b>

**Fuente:** investigación directa  
**Elaborado por:** el autor

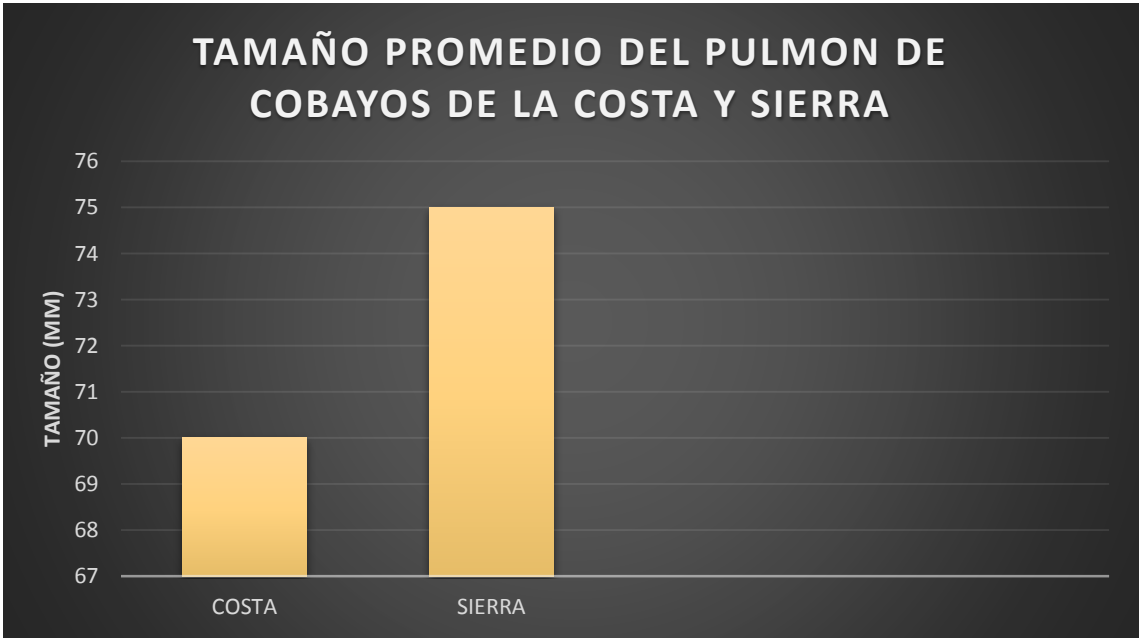


**ANEXO 6- GRAFICO 1**



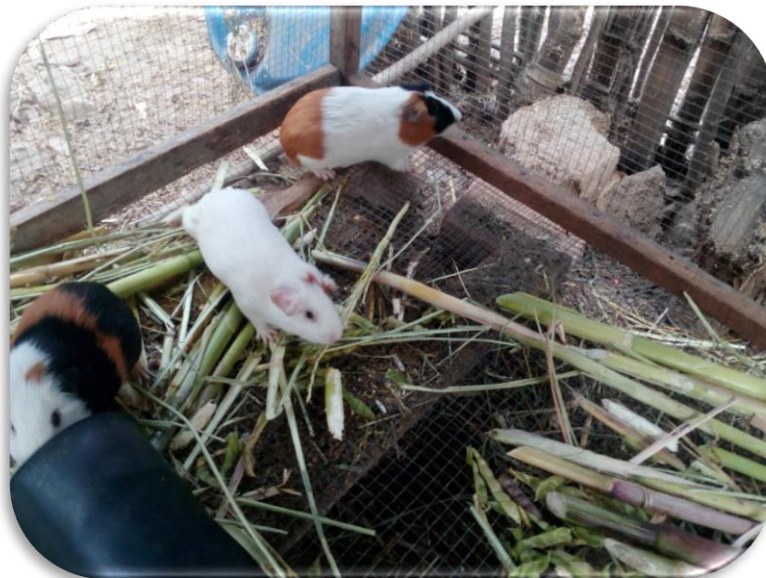
**Fuente:** investigación directa  
**Elaborado por:** el autor

**ANEXO 7- GRAFICO 2**



**Fuente:** investigación directa  
**Elaborado por:** el autor

**ANEXO 8: 1. Elección de cuyes al azar de la costa (Chóchope- Lambayeque) y la sierra (Incahuasi- Lambayeque)**



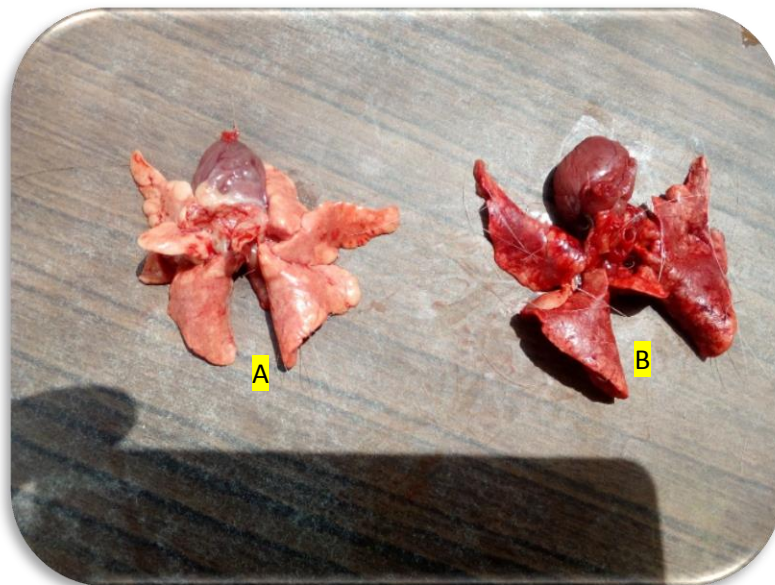
## 2. sacrificio por degollamiento







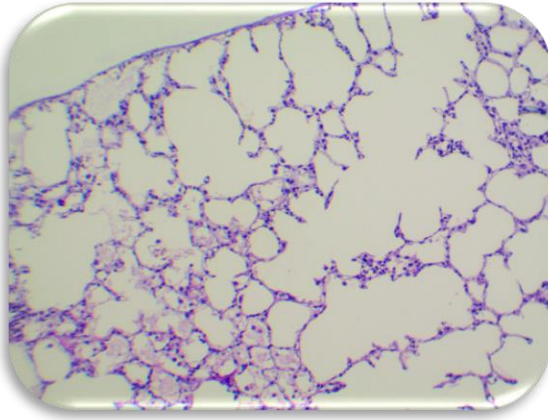
### 3. anatomía de los pulmones



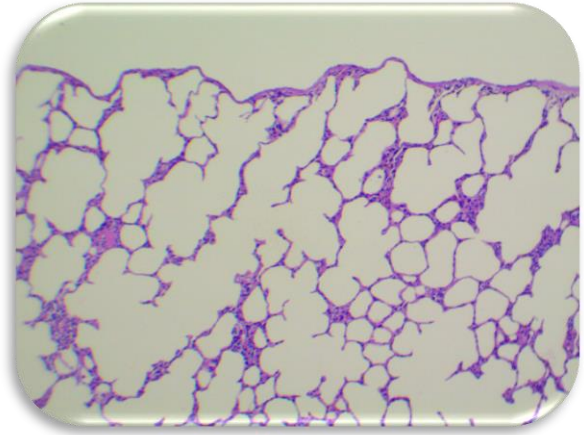
A: pulmón de la costa

B: pulmón de la sierra

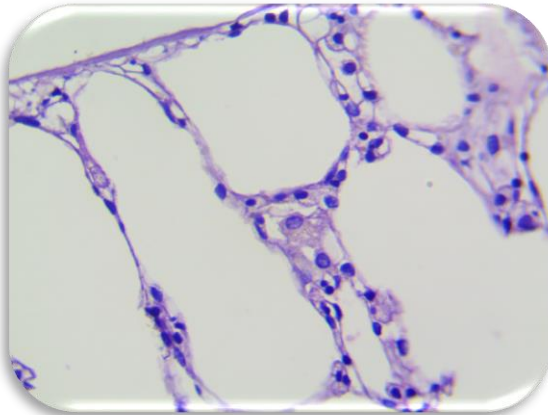
## 2. histología de los pulmones



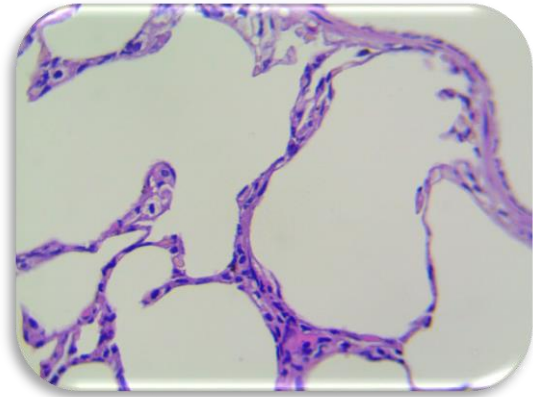
Pulmón de la costa 10x



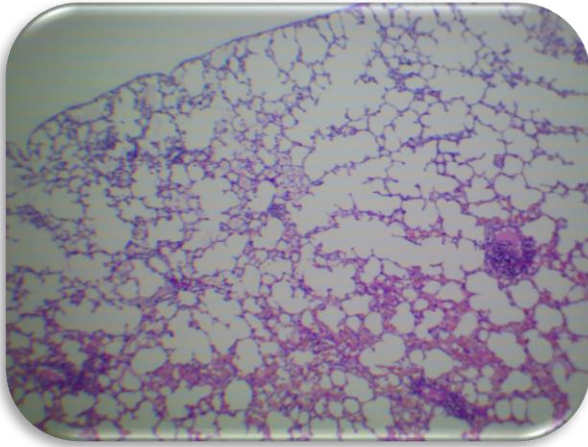
Pulmón de la sierra 10x



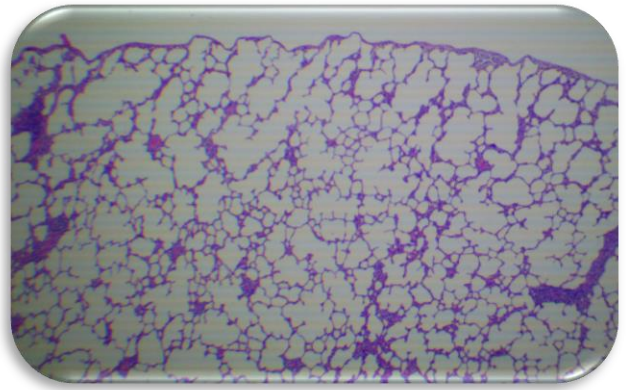
Pulmón de la costa 40x



Pulmón de la sierra 40x



Pulmón de la costa 4 x



Pulmón de la sierra 4 x