



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

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

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

**MEDICA VETERINARIA**

**PRESENTADO POR**

**Bach. Chancafe Neciosup Grace Noelia**

**ASESOR**

**M.V. Fortunato Cruzado Seclen**

**Lambayeque – Perú**

**2019**

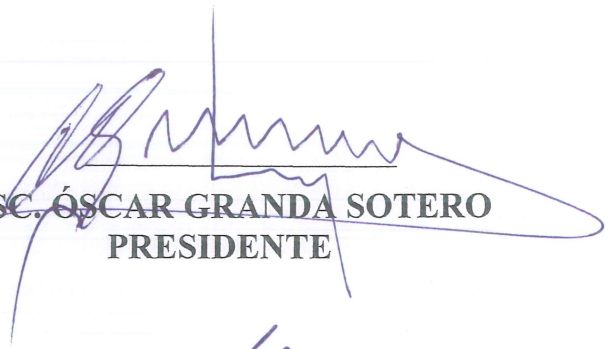
**“COMPARACIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA DEL  
CORAZÓN DEL CUY (*Cavia porcellus*) NACIDOS EN LA  
COSTA Y EN LA SIERRA”**

**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TITULO DE  
MÉDICO VETERINARIA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Chancafe Neciosup Grace Noelia**

**APROBADO POR:**



**M.SC. ÓSCAR GRANDA SOTERO  
PRESIDENTE**



**M.SC. 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° 00151

Siendo las 9:30 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° 165-2018-UI-FMV de fecha 27 de Diciembre de 2018, para recepcionar la tesis: "COMPARACIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA DEL CORAZÓN DEL CUY (*Cavia porcellus*) NACIDOS EN LA COSTA Y EN LA SIERRA", a cargo de la Bachiller Grace Noelia Chancafe Neciosup, aprobado con Decreto N° 036-2019-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 10:20 a.m. horas del mismo día. Por lo tanto la Bachiller Grace Noelia Chancafe Neciosup, está opta para recibir el Título de Médica Veterinaria.

  
MSc. Oscar Granda Sotero  
Presidente

  
MSc. Graciela Elsa Chavil Montalván  
Secretaria

  
MSc. Henry Rolando Ojeda Barturén  
Vocal

  
M.V. Fortunato Cruzado Seclén  
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA  
UNIDAD DE INVESTIGACION



**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Yo, GRACE NOELIA CHANCAFE NECIOSUP  
investigador principal, y FORTUNATO CRUZADO SECLÉN asesor  
del trabajo de investigación "COMPARACION ANATOMICA E  
HISTOLÓGICA DEL CORAZÓN DEL CUY (Cavia porcellus)  
NACIDOS EN LA COSTA Y EN LA SIERRA." ,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) GRACE NOELIA CHANCAFE NECIOSUP

Nombre del Asesor FORTUNATO CRUZADO SECLÉN

## DEDICATORIA

*DEDICADO A:*

*A DIOS, FORTALEZA MIA,  
A QUIEN AMO Y EN  
QUIEN CONFIO*

*A MIS PADRES,  
SATURNINA Y PATRICIO,  
POR SU AMOR, ENSEÑANZAS Y  
APOYO A LO LARGO DE MI VIDA Y  
CARRERA PROFESIONAL*

*A MI HERMANO,  
WILMER POR SU  
PRESENCIA Y COMPRENSION*

*A MI ESPOSO E HIJO,  
POR LA ALEGRIA  
QUE DAN A MI CORAZON  
E ILUMINAN MI VIDA.*

## AGRADECIMIENTO

*A mi asesor Fortunato Cruzado por dedicar  
Su tiempo y empujarme a lograr  
este proyecto de investigación.*

*A los doctores Elsa Chavil, Oscar Granda y Henry Ojeda,  
por la paciencia y dedicación que tuvieron  
ante mi persona para poder llegar a lograr mi meta.  
Sus enseñanzas me cultivaron a seguir  
adelante y nunca rendirme.*

*A mis Padres, hermano y mi hermosa familia,  
que siempre estuvieron aconsejándome  
para luchar ante toda presión y lograr una meta más.*

*A todos mis amigos(as) que me brindaron  
apoyo incondicional en la vida profesional.*

## INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE GRAFICOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRAC.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.....	2
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1 UBICACIÓN Y DURACION EXPERIMENTAL.....	21
3.2 MATERIALES Y EQUIPO EXPERIMENTAL.....	21
3.2.1. MATERIAL BIOLOGICO.....	21
3.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO.....	21
3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	22
3.3.1. SELECCIÓN DE INDIVIDUOS.....	22
3.3.2. RECOLECCION DE MUESTRAS.....	22
3.3.3. EJECUCION DE PRUEBAS O MUESTRAS.....	22
3.3.4. ESTUDIO MICROSCOPICO.....	23
3.4. RECOLECCION DE DATOS.....	23
3.5. PRESENTACION DE DATOS.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSION.....	25
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. RECOMENDACIONES.....	27
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	28
IX. ANEXOS.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

1.-Cuadro comparativo del tamaño (mm) del corazón 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).....	32
2.-Cuadro comparativo de pesos (g) del corazón 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).....	32



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

1.- Tamaño promedio del corazón de cobayos de la costa y sierra.....	33
2.- Peso promedio del corazón de cobayos de la costa y sierra.....	33

## **RESUMEN**

Se realizaron las comparaciones anatómicamente e histológicamente del corazón de cobayos de la sierra (Incahuasi- Sierra de Lambayeque, con una elevación de 3.078m.s.n.m) y de la costa (Chóchope – Lambayeque, con una elevación de 215m.s.n.m).

El peso del corazón fue mayor en cobayos de la sierra que los de la costa.

Debido al mecanismo de adaptación en el ambiente de altura, los cobayos de la sierra presentaron una hipertrofia ventricular

Se realizaron cortes histológicos de los corazones de cobayos de la sierra y de los de costa para comparar microscópicamente las 3 capas del corazón.

Se observó anatómicamente un corazón de mayor tamaño y mayor peso en los cobayos de la sierra que los de la costa.

Histológicamente hay un aumento de tamaño de las fibras musculares miocárdicas y mayor número de capilares en el corazón del cobayo de la sierra que los de la costa.

Palabras claves: corazón, anatomía, histología, hipoxia, mecanismo adaptativo.

## **ABSTRAC**

Comparisons were made anatomically and histologically from the heart of guinea pigs of the sierra (Incahuasi- Sierra de Lambayeque, with an elevation of 3,078m.s.n.m) and of the coast (Chóchope - Lambayeque, with an elevation of 215m.s.n.m).

The weight of the heart was greater in guinea pigs of the mountains than those of the coast.

Due to the adaptation mechanism in the high environment, the guinea pigs presented ventricular hypertrophy

Histological sections of the hearts of guinea pigs of the mountains and those of the coast were made to microscopically compare the 3 layers of the heart.

A heart of greater size and greater weight was observed anatomically in the guinea pigs of the sierra than those of the coast.

Histologically there is an increase in the size of myocardial muscle fibers and a greater number of capillaries in the heart of the guinea pig of the sierra than those of the

coast. Keywords: heart, anatomy, histology, hypoxia, adaptive mechanism.

## I. INTRODUCCION

Los lugares que se encuentran a mayor altura sobre el nivel del mar se caracterizan no solamente por una menor 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 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, ampliamos los conocimientos, comparando si hay diferencias en su anatomía e histología del corazón en cobayos adultos nacidos en la costa y la sierra, ya que la literatura no reporta medidas de tamaños del corazón de cobayos procedentes de la sierra, por eso surge la inquietud en saber si también existe diferencia en incremento en tamaño y peso del corazón del cobayo de la sierra con el corazón del cobayo de la costa para obtener un promedio.

### **Objetivo general:**

- Realizar la comparación anatómica e histológica del corazón del cuy (*Cavia porcellus*) nacidos en la costa y en la sierra.

### **Objetivos específicos**

- Diferenciar y comparar anatómicamente e histológicamente el corazón de los cuyes nacidos en la costa y en la sierra.
- Describir histológicamente el corazón de los cuyes nacidos en la costa y en la sierra.

## II. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

### 2.1 Antecedentes

Los animales de altura presentaron un peso corporal significativamente mayor que los de nivel del mar. A 3300m los animales de altura no presentaron bajo peso corporal.

En el caso del peso de los órganos: los pulmones, el corazón, el hígado y los riñones de los cobayos de altura fueron significativamente mayores que los de nivel del mar. En el caso del pulmón y el corazón, estos resultan ser de mayores dimensiones en los de altura.

**Peso de corazón**

Nivel del mar	Altura	P
1,30 ± 0,19	1,60 ± 0,20	<0,005

Respecto al corazón, el aumento del trabajo cardiaco resulta en hipertrofia ventricular derecha, caracterizada por el aumento de las miofibras. **(BANCHERO, N., 1984)**

La hipertrofia ventricular se da en diferentes especies expuestas a ambientes de altura, así como en aves se ha encontrado que las relaciones ventrículo derecho /peso corporal y ventrículo total / peso corporal fueron mayores en los animales criados en altura que en los de nivel del mar. **(PEÑA, T., AYON, M. Y CUEVA S., 2001)**

En animales, la adaptación del sistema cardiovascular, se refiere a las particularidades morfológicas debido a la afiliación taxonómica, medio ambiente y actividad física **(COTOFAN; ET AL., 2007).**

Está claramente establecido que el corazón de los mamíferos comparte muchas similitudes, comenzando desde la evolución embrionaria del desarrollo, cuando el corazón es el primer órgano en formarse durante el desarrollo. **(KENT Y CARR, 2001. KIRBY 2002).**

En conejillos de Indias, el corazón ocupa un lugar relativamente gran espacio en la cavidad torácica, que se extiende desde el esternón a la columna vertebral y deja solo un espacio angosto para los pulmones a cada lado. Su base, orientada dorsocranealmente, se

encuentra en la línea media, a nivel de 2° a 4° espacio intercostal, el ápice caudoventralmente situado a 1cm de distancia del apéndice xifoides. (CRICK, ET AL., 1998)

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1.- HISTORIA Y SITUACION ACTUAL DEL CUY EN EL PERU**

El ancestro silvestre del cuy (*Cavia porcellus*), proviene de América del Sur, donde vivían en pequeños grupos en las pampas. En países de habla inglesa se le denomina guinea pig, probablemente del hecho de que en su momento eran vendidos por una guinea. (HARKNESS Y WAGNER, 1995).

Las primeras menciones del cuy las realiza el Inca Garcilaso de la Vega en los Comentarios Reales en 1591 en el cual se nombra al cronista Blas Valera quien los menciona como “el coy dentro del manso ganado indígena”. El cuy descende de una especie salvaje (*Cavis cutleri*). En los estudios estratigráficos hechos en el Templo del Cerro Sechín, se encontraron abundantes excretas de cuy y en la cultura Paracas, en su primer período denominado “cavernas”, entre los años 250 a 300 a. C, ya el hombre se alimentaba de la carne de este roedor. Según Julio C. Tello para el tercer periodo (1400 D.C) ya en todas las casas se contaba con un cuyero. Se han encontrado cerámicas, como los huacos Mochica y Vicus que muestran la importancia de esta especie en la alimentación humana (Crespo et al., 2012). Fue llevado a Europa en el siglo XVI, como animal ornamental por los conquistadores, donde se intensificó su crianza y de allí regreso a América. (CHAUCA, 1995).

La palabra cuy (*Cavia porcellus*), es la denominación más correcta porque proviene del quechua. Pero, aunque las cobayas tienen muchas características morfológicas en común con las ratas y ratones. (D' ERCHIA 1996 & WARNER, 1995)

La población de cuyes en los países andinos se estima en 36 millones de animales (FAO, 1997).

En el Perú y Ecuador la cría esta difundida en la mayor parte del país; en Bolivia y Colombia está circunscrita a determinados departamentos, lo cual explica la menor

población animal en estos países. Los principales departamentos productores de cuyes en el Perú son: Ancash, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad y Lima. **(MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2008).**

El hábitat del cuy silvestre según la información zoológica, es todavía más extenso. Ha sido registrado desde el Caribe y las Antillas en Centro América hasta el Sur del Brasil, Uruguay y Paraguay en Sudamérica. En Argentina se reconoció 3 especies del género *Cavia* que actualmente viven en el territorio andino. La especie *Cavia tschudii* se distribuye sobre los valles interandinos del Perú, Bolivia y Noroeste Argentino; la *Cavia aperea* posee una mayor distribución, va desde el Sur de Brasil, Uruguay hasta el Noroeste Argentino y la *Cavia porcellus* o *Cavia* cobaya que incluye a la especie domesticada, también se presenta en diversas variedades en Guayana, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador **(PULGAR, 1952)**

La gestación en el cobayo dura 68 días, son muy prolíficos, a veces hasta con ocho crías por parto. Las crías nacen con pelos, caminan y a las pocas horas de nacidas ya comen solas **(ALIAGA, 1996).**

El tamaño de la camada varía con las líneas genéticas y las prácticas de manejo. Igualmente depende del número de folículos, porcentajes de implantación, porcentajes de supervivencia y reabsorción fetal. Todo esto es influenciado por factores genéticos de la madre y del feto y las condiciones de la madre por efecto de factores ambientales. Las condiciones climáticas de cada año afectan marcadamente la fertilidad, viabilidad y crecimiento. El tamaño de la madre tiene gran influencia en el tamaño de la camada **(WAGNER Y MANNING, 1976; CHAUCA, 1997)**

Concluida la gestación se presenta el parto, por lo general en la noche y demora entre 10 y 30 minutos con intervalos de 7 minutos entre las crías (fluctuación de 1 a 16 minutos). La edad al primer parto está influenciada directamente por la edad del empadre. Las hembras empedradas entre la octava y décima semana de edad quedan preñadas más fácilmente en el primer celo. Las crías nacen maduras debido al largo período de gestación de las madres. Con los ojos y oídos funcionales, provistos de incisivos y cubierto de pelos. Pueden desplazarse al poco tiempo de nacidas. La madre limpia y lame a sus crías

favoreciendo la circulación y proporcionándoles su calor. Las crías inician su lactancia al poco tiempo de nacidas (**CHAUCA, 1997**)

Después del parto comienza el período de la lactación, en el cual la madre da de mamar a su cría como promedio 2 semanas desde nacimiento hasta el destete. Durante el inicio de este periodo dispone de calostro para darle inmunidad y resistencia a las enfermedades. Las crías comienzan a mamar inmediatamente después que nacen. El cuy nace en un estado avanzado de maduración por lo que se amamanta por un corto tiempo en comparación con otras especies y prácticamente toma alimento desde que nace preparando al ciego para sus funciones digestivas de adulto. Las crías pueden duplicar su peso entre el nacimiento y el destete, por lo cual se les debe proporcionar un buen alimento en calidad y en cantidad (**ORDOÑEZ, 1997**).

Cuando no se proporciona el alimento en cantidades adecuadas, las crías no tienen un rendimiento en peso adecuado. En esta etapa se requiere mucho cuidado, debido a que se puede elevar la mortalidad de las crías nacidas, las cuales son exigentes en protección (gazapera), alimentación y fuente de calor (**CHAUCA, 1997**)

En la actualidad el mayor consumo de la carne de cuy se halla en las ciudades y provincias de la sierra. Su aceptación se ha extendido hacia la costa y selva, por efecto de la migración de la población andina que ha llevado sus costumbres y tradiciones (**ESPINOZA, 2009**).

El cuy es un animal que no exige cuidados complicados y siendo su carne una de las más ricas y nutritivas por su alto contenido de proteína, se puede afirmar que es una buena alternativa para mejorar la calidad de vida de la población. Las ventajas de la crianza del cuy 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, entre las especies utilizadas para la alimentación del hombre andino, sin lugar a duda el cuy es el de mayor aceptación y popularidad (**CASTRO, 2002**)

A nivel mundial se le da la denominación de conejillo de India, precisamente por la costumbre que tuvieron los colonizadores españoles de darles los mismos nombres, pero



de manera peyorativa a las cosas que se asemejaban a las de su tierra natal. (VIVAS J., 2009).

## 2.2.2 Características generales del cuy

El cuy (*Cavia porcellus*) es un roedor domestico estrictamente herbívoro, originario de los Andes peruano- boliviano (CASTELO, 2012).

Puede permanecer en las alturas como en los valles, es una especie precoz, prolífica, de ciclos reproductivos cortos y de fácil manejo. Su crianza tecnificada puede representar una importante fuente permanente de alimento para la familia de escasos recursos y además una fuente de ingresos. El manejo técnico puede llegar a triplicar la producción a partir de una mejora en la fertilidad de las reproductoras, una mayor supervivencia de las crías y una mejora de la alimentación para un rápido crecimiento y engorde. (GUACHO, 2009; VELA, 2006)

### 2.2.2.1 Descripción zoológica

El cuy dentro de la escala zoológica se ubica de la siguiente manera:

Reino	Animal
Subreino	Metazoarios
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamífero
Subclase	Theria o placentarios
Familia	Cavidae
Genero	Cavia
Orden	Rodentra o Rodor
Suborden	Iiytricomorpha
Especie	Porcellus
Nombres comunes	Rata de América, sachá, conejillo de indias, conejo de América.

**Fuente: ESTUPIÑÁN E. 2003**

### 2.2.2.2 Tipos de cuyes

Cuando se habla de cuyes no se puede referir a razas debido a la diversidad de cruces que han tenidos estos animales desde hace muchos años de manera incontrolada. En el Perú los programas establecidos por el gobierno han obtenido nuevas especies de cuyes sin todavía definir razas. Por eso los cuyes se han clasificado por tipos, tomando en cuenta características como el pelaje y la conformación del cuerpo. (ESTUPIÑÁN E. 2003)

De acuerdo al pelaje hay cuatro tipos:

**TIPO 1:** De pelo corto, lacio y pegado al cuerpo pudiendo presentar un remolino en la frente. Este es uno de los tipos que presentan mejores características para producción de carne. Sus incrementos de peso son superiores a los de los tipos 3 y 4.

**TIPO 2:** De pelo lacio y corto pero dispuesto en forma de remolino o rosetas distribuidas en diferente grado por todo el cuerpo, lo que aumenta la apariencia del animal. Tiene buenas características para producción de carne, pero su rendimiento es menor al tipo 1.

**TIPO 3:** De pelo largo, liso, pegado al cuerpo y distribuido en rosetas. No es recomendable para producción de carne debido a que la mayoría de nutrientes los utiliza en el crecimiento de pelo. El abultamiento de pelo en la región de los genitales dificulta el apareamiento.

**TIPO 4:** De pelo ensortijado o chiroso y de una rara apariencia. Al nacer presentan pelo ensortijado, el cual va perdiendo a medida que se va desarrollando, formándose un pelo áspero y enrizado. Son de tamaño grande y abdomen abultado. De acuerdo a la conformación del cuerpo hay dos tipos:

**TIPO A.** Forma redondeada, cabeza corta y ancha, temperamento tranquilo. Son animales para la producción de carne que al cabo de tres meses alcanzan un peso ideal para el sacrificio.

**TIPO B:** Tienen forma angular, cabeza alargada, temperamento nervioso, bajo incremento de peso y baja conversión alimenticia. En este tipo se clasifican a los cuyes criollos existentes en nuestro país. (USCA, MENDEZ, 1998)

### 2.2.2.3 Constantes fisiológicas

El cuy, por su naturaleza nerviosa, se estresa con mucha facilidad y es particularmente sensible a los cambios de la temperatura y a la postración por calor. El conocimiento de los valores fisiológicos del cuy nos permite determinar cuando existen variaciones que muestren problemas de metabolismo general. **(CALDERON Y CAZARES, 2008).**

Peso adulto de macho (g)	500 - 1200
Peso adulto de la hembra (g)	700 - 900
Peso del corazón del macho (g)	2.79
Peso del corazón de la hembra(g)	2.50
Temperatura rectal (°C)	37.2 - 39.5
Longevidad media (años)	4-5 (máximo 8)
Frecuencia respiratoria(movimientos/min)	90(69-104)
Frecuencia cardiaca (latidos por minuto)	275 (150-400)
Consumo de oxígeno (ml/gr/hr)	0,76-0,83

**Fuente: BOUSSARIE, 1996**

- **Termorregulación**

Su constitución compacta hace que las cobayas conserven bien el calor y que lo disipen escasamente, de modo que las temperaturas elevadas ocasionan postración por calor y muerte. Esto es especialmente problemático en las cobayas en estado avanzado de gestación. Las temperaturas ambientales entre 18° y 26° son las mejores. **(COOPER & SCHILLER, 1975)**

### **2.2.3. Anatomía y fisiología cardiovascular**

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.

La morfología o anatomía filosófica puede considerarse como la ciencia de las deducciones concernientes a las leyes generales de la forma y estructura derivadas de los estudios anatómicos comparativos.

La anatomía veterinaria, es la rama que trata de la forma y estructura de los órganos de los principales animales domésticos y su estudio se hace generalmente con un fin de necesidad profesional, por ellos su carácter es ampliamente descriptivo. Se suele utilizar fundamental tres métodos para su estudio: sistemático, topográfico y aplicado (**SISSON Y GROSSMAN, 2000**).

#### **2.2.3.1. El corazón**

Este órgano muscular es relativamente grande y compacto; y las cámaras están estrechamente unidas entre sí. Es muy similar al corazón de otros mamíferos. El saco pericárdico es la membrana delgada que mantiene al órgano en su lugar. La glándula del timo, por lo general bien desarrollada, se encuentra inmediatamente delante del corazón. (**ROSS Y PAWLINA, 2007**)

Toda la porción posterior del corazón consiste en dos ventrículos y forman un extremo inferior en forma de cono que es el vértice. La división entre los ventrículos derecho e izquierdo está marcada externamente por una línea o ranura indistinta que se extiende desde el lado izquierdo de la base oblicuamente hacia la derecha y termina a la derecha del ápice. Este surco, conocido como línea interventricular, contiene ramas de la arteria coronaria y la vena que irrigan la superficie del corazón.

En la parte anterior o base del corazón son las aurículas, que son mucho más delgadas que los ventrículos. Cada atrio, en su estado contraído, presenta un lóbulo, el apéndice auricular. Este lóbulo es relativamente suave en el conejillo de Indias, mientras que en el gato y algunos de los animales más grandes es bastante festoneado.

Extendiéndose oblicuamente de derecha a izquierda en el lado ventral de la parte anterior del ventrículo derecho es la arteria pulmonar, que se extiende sobre el lado izquierdo de la base del corazón, gira dorsalmente y luego se divide para ir a los dos pulmones. La aorta se extiende directamente hacia delante desde el ventrículo izquierdo y luego se

ramifica hacia las arterias anteriores, luego el arco aórtico se balancea hacia la izquierda y apunta en la dirección posterior como la aorta dorsal.

Cada uno de los colgajos tiene un grupo de fibras tendinosas unidas a su borde que se extienden a un pequeño músculo unido al músculo de la pared dentro del ventrículo. Estas fibras se llaman cuerdas tendinosas y los músculos pequeños se llaman músculos papilares. En ciertas áreas, los músculos en el interior del ventrículo se arrojan en crestas distintas, u ocasionalmente incluso en cuerdas, que se llaman trabéculas carnosas. La arteria pulmonar sale de la parte anterior del ventrículo. La apertura de este recipiente está protegida por una válvula semilunar. Esto consiste en tres bolsillos membranosos que se enfrentan lejos del corazón y atraparán o detendrán la sangre cuando intente fluir de regreso al corazón **(DI FIORE, 2001)**.

#### **2.2.3.2 transporte de la sangre por difusión**

En cada inspiración, el oxígeno (O<sub>2</sub>) contenido en el aire fresco atraviesa por flujo masivo a través de vías respiratorias cada vez más pequeñas, (tráquea, bronquios y bronquiolos), y finalmente entra en los alveolos. La pared de cada alveolo está recubierta por una red de capilares, capilares pulmonares por donde la sangre fluye muy cerca del aire que se encuentra en los alveolos. Esta sangre en un capilar alveolar acaba de regresar de los tejidos corporales, donde ha perdido parte de su oxígeno, de manera que su concentración en la sangre capilar pulmonar es inferior a la del aire alveolar, lo que permite la difusión de oxígeno desde el alveolo al capilar. En resumen, tanto la gran superficie alveolar como la proximidad del aire alveolar a la sangre de los capilares alveolares permiten una difusión de oxígeno eficaz. Esta sangre oxigenada fluye masivamente desde los pulmones hacia el corazón; este la envía a la aorta, desde donde, por medio de un complejo sistema de arterias, se distribuye a todo el cuerpo, incluido el cerebro y los músculos esqueléticos. **(CUNNINGHAM, 2014)**

#### **2.2.3.3 Circulación sistémica y pulmonar**

La sangre se bombea desde el ventrículo izquierdo hacia la aorta, que se divide y subdivide en otras arterias, las cuales distribuyen sangre fresca y oxigenada a cada órgano del cuerpo, excepto a los pulmones. Una vez que la sangre pasa por esos órganos a través

de los capilares, entra en las venas. Las venas pequeñas se van uniendo para formar otras de mayor calibre, hasta que toda la sangre fluye de manera progresiva hacia la aurícula derecha a través de las venas cavas superior e inferior. Los vasos sanguíneos situados entre la aorta y la vena cava (incluidos los de los órganos, excepto los pulmones) se denomina en conjunto, circulación sistémica. La sangre pasa de la aurícula derecha al ventrículo del mismo lado, el cual la bombea hacia la arteria pulmonar.

Esta se ramifica en arterias cada vez más pequeñas que distribuyen la sangre hacia los capilares alveolares (pulmonares), desde donde pasa a las venas pulmonares que la llevan a la aurícula izquierda, y de ahí regresa al ventrículo de ese mismo lado, completando el circuito. Los vasos sanguíneos pulmonares, incluyendo las venas y arterias pulmonares, forman la circulación pulmonar, que junto con el corazón son denominados circulación central. (CUNNINGHAM, 2014)

#### **2.2.3.4 Ciclo cardiaco**

En una de las etapas del ciclo cardiaco el corazón esta relajado. En este momento, la sangre fluye desde las venas cavas hacia la aurícula derecha relajada, y de esta al ventrículo también relajado, a través de la válvula tricúspide abierta. Al mismo tiempo, la sangre de las venas pulmonares fluye hacia la aurícula izquierda relajada y también por la válvula mitral abierta, al ventrículo izquierdo relajado.

En la siguiente etapa del ciclo, se contraen las dos aurículas, proceso que se inicia en la derecha cerca del orificio de la vena cava superior. La contracción se disemina por ambas aurículas, de modo que la mayor parte de su sangre pasa de manera forzada a los ventrículos. (HAN, 2010)

#### **2.2.3.5 Sístole y diástole ventricular**

El corazón está compuesto por dos bombas que trabajan juntas, mano a mano. Cada bombeo ventricular tiene un ciclo, primero se relajan se llenan de sangre y luego se contraen y expulsan la sangre, en cada uno de los ciclo cardiacos (latidos cardiaco) el ventrículo toma un volumen determinado de sangre de las venas pulmonares y de la aurícula izquierda y lo envía a la arteria aorta; mientras que el ventrículo derecho se llena

con un volumen sanguíneo similar pero procedente de las venas sistémicas y la aurícula derecha y lo envía a la arteria pulmonar.

El periodo de contracción ventricular se denomina sístole ventricular, durante la cual la sangre se eyecta de los ventrículos. Cada sístole es seguida por una diástole ventricular, durante la cual los ventrículos se relajan y se produce el llenado con sangre antes de que comience la siguiente sístole.

#### **2.2.3.6 Marcapaso y sistema de conducción de las contracciones cardiacas**

Para poder impulsar la sangre, el corazón funciona como una bomba continua en la que las aurículas se contraen un poco antes que los ventrículos. Ello es posible porque posee un sistema de células miocárdicas especiales que hacen contraer a las aurículas con un ritmo regular, actúan como marcapaso y propagan las contracciones hacia los ventrículos. El marcapaso y el sistema de conducción de las contracciones cardiacas constan de las siguientes estructuras:

El marcapaso está representado por el nódulo sinoauricular o sinusal, se localiza en el límite entre la vena cava superior y la aurícula derecha. Sus células son más pequeñas y poseen menos elementos miofibrilares que las células contráctiles comunes. Tienen por función hacer contraer automáticamente el corazón.

Los impulsos contráctiles nacidos en el nódulo sinoauricular se propagan por las paredes de las aurículas a través del tracto internodal, cuyas células se vinculan entre sí mediante uniones comunicantes. Sus impulsos llegan al nódulo auriculoventricular, situado en la parte inferior del tabique interauricular.

Del nódulo auriculoventricular parte el haz auriculoventricular de His, que atraviesa el esqueleto cardíaco, ingresa en el tabique interventricular y se divide en dos ramas, una por cada ventrículo. Tras un corto recorrido por los costados del tabique, ambas ramas abandonan el miocardio y se ramifican en el subendocardio ventricular. (CUNNINGHAM, 2014)

#### **2.2.4. Generalidades del sistema circulatorio del conejillo de indias**

Las partes del sistema circulatorio consideradas aquí son el corazón, las arterias y las venas. Este sistema transporta materiales alimenticios disueltos, oxígeno, dióxido de carbono, excreciones, hormonas y anticuerpos hacia las células del cuerpo. Este sistema en varios aspectos es similar al gato, el conejo y la rata.

El aparato cardiovascular consta de un órgano motor, el corazón, cuyas contracciones bombean la sangre hacia las arterias. Estas se ramifican y afinan hasta que se convierten en vasos muy delgados llamados capilares, los cuales desembocan en las venas, que son los vasos que retornan la sangre al corazón. El corazón posee cuatro cavidades: las aurículas derecha e izquierda y los ventrículos derecho e izquierdo. La aurícula derecha recibe la sangre venosa que proviene de los tejidos, traída por las venas cavas superior e inferior y la traspasa al ventrículo derecho. Desde este, la sangre es conducida mediante la arteria pulmonar y sus ramas hacia los pulmones, donde se oxigena. La sangre oxigenada retorna al corazón, más precisamente, a la aurícula izquierda, por las venas pulmonares. De inmediato pasa al ventrículo izquierdo, cuyas contracciones la impulsan hacia la arteria aorta. Finalmente, a través de la arteria aorta y sus ramas se distribuye por todos los tejidos vascularizados del cuerpo. En el corazón, El flujo sanguíneo depende de las válvulas presentes entre las aurículas y los ventrículos. Las válvulas auriculoventriculares derecha e izquierda, llamadas tricúspide y mitral, respectivamente, evitan que la sangre retorne a las aurículas durante la contracción ventricular (sístole). (ROSS Y PAWLINA, 2007)

## **2.2.5. HISTOLOGIA**

### **2.2.5.1. Corazón:**

Las paredes del corazón contienen:

Una musculatura de **musculo estriado cardiaco** cuya contracción impulsa sangre.

Un **esqueleto fibroso** que consiste en cuatro anillos fibrosos alrededor de los orificios valvulares, los anillos están compuestos de tejido conectivo denso. Estos anillos son el sitio de inserción para las valvas de las cuatro válvulas cardiacas que permiten el flujo de la sangre en una sola dirección a través de los orificios. Rodean la base de las dos arterias



que salen del corazón (aorta y tronco pulmonar) y los orificios entre las aurículas y los ventrículos (orificios auriculoventriculares; derecho e izquierdo).

Un **sistema de conducción de impulsos** para iniciar y propagar los impulsos eléctricos que causan la contracción de musculo cardiaco, formado por células musculares cardiacas que generan y conducen los impulsos eléctricos con rapidez por todo el corazón.

#### **2.2.5.2. Endocardio:**

Consiste en una capa interna de endotelio y tejido conjuntivo subendotelial, una capa media de tejido conjuntivo y células musculares lisas y una capa externa de tejido conjuntivo, también llamada capa subendocardica, que es continua con el tejido conjuntivo del miocardio.

Endotelio, de epitelio plano simple y una capa subyacente de tejido conectivo fibroelástico con fibroastos dispersos.

La capa subendotelial es la más gruesa del endocardio y está formada por tejido conectivo denso rico en fibras elásticas. En algunas zonas se observan haces de fibras musculares lisas. **(ROSS Y PAWLINA, 2007)**

La capa subendocardica está compuesta por tejido conectivo laxo, que suele contener células adiposas y aloja vasos y nervios procedentes del epicardio Además, en algunas zonas posee células o fibras de Purkinje, que como se verá, son parte del sistema de conducción de los impulsos contráctiles del corazón. **(DI FIORE, 2001).**

##### **2.2.5.2.1 Fibras de Purkinje**

Poseen un diámetro mayor que las fibras cardiacas normales. Al microscopio se observan estrías transversales en menor proporción y el núcleo central, en las miofibrillas tienden a situarse hacia la periferia, por lo que en cortes teñidos con Hematoxilina Eosina se ven de un color rosado más claro alrededor del núcleo por su gran contenido de glucógeno. **(ROSS Y PAWLINA, 2007)**

#### **2.2.5.3. Miocardio**

El miocardio es la capa más gruesa de la pared del corazón. Está compuesto por tejido muscular estriado cardíaco. Las fibras musculares cardíacas exhiben bandas cruzadas bien teñidas, llamadas discos intercalares, que atraviesan las fibras en forma lineal. Los discos intercalares son sitios de adhesión muy especializados entre células contiguas. Esta adhesión célula -célula lineal de las células musculares cardíacas produce fibras de longitud variable.

Los discos intercales son uniones entre células musculares cardíacas. A menudo consiste en segmentos cortos dispuestos como los peldaños de una escalera. Cuando el disco intercalar se examina con el MET, la estructura de tinción intensa visible en la microscopia óptica es atribuible a un componente transversal que cruza las fibras en ángulo recto con respecto a las miofibrillas.

El núcleo de la célula muscular cardíaca está en el centro de la célula. La ubicación central del núcleo de las células musculares cardíacas es una característica que ayuda a distinguir a estas células de las fibras musculares esqueléticas. Con el microscopio electrónico de transmisión se ve que las miofibrillas de las células musculares cardíacas se separan para rodear el núcleo. **(ROSS Y PAWLINA, 2007)**

Además, en algunos lugares de las aurículas hay células miocárdicas que poseen gránulos de secreción. Se conocen como células mioendocrinas y sus gránulos contienen un compuesto llamado péptido natriurético auricular. Cuando se eleva la presión sanguínea, el péptido se secreta hacia la sangre y produce vasodilatación y excreción de sodio y agua por los riñones. **(DI FIORE, 2001)**

#### **2.2.5.3.1 Estructura general de las células del miocardio**

Las fibras del miocardio semejan a las del músculo estriado (voluntario) en algunos aspectos de su estructura fina. Por ejemplo, cada fibra está rodeada por una membrana basal y las miofibrillas también son un componente importante de las fibras musculares. Sin embargo las miofibrillas del miocardio se anastomosan y son de diámetro variable, en vez de estar separadas y tener forma cilíndrica. En las hendiduras que hay entre las miofibrillas y en los polos del núcleo, se observan numerosas mitocondrias de gran tamaño, cuya abundancia es indicativa de la necesidad constante de energía. También

están presentes gránulos de glucógeno, sáculos de Golgi y microgotas de lípidos. **(HAM, 2010)**

#### **2.2.5.3.2. Las contracciones del corazón están sincronizadas por fibras musculares cardíacas especializadas**

La actividad eléctrica que estimula las contracciones cardíacas rítmicas se inicia dentro del corazón mismo. Los impulsos eléctricos se generan en el nódulo sinoauricular o sinusal, un grupo de células musculares cardíacas especializadas que están situadas en la aurícula derecha en la desembocadura de la vena cava superior. El nódulo SA también recibe el nombre de marcapaso cardíaco. El impulso llega así al nódulo AV y desde allí es conducido a través del esqueleto fibroso hacia los ventrículos por el haz Auriculoventricular de His. El Haz de His se divide en una rama derecha más fina una rama izquierda más ancha y aplanada. Ambas ramas continúan dividiéndose en ramificaciones subendoteliales formadas por las fibras de Purkinje. El Haz de His, sus ramas y las fibras de Purkinje están compuestos por células musculares cardíacas modificadas que se han especializado en la conducción de impulso. **(ROSS Y PAWLINA, 2007)**

#### **2.2.5.4. Epicardio**

El epicardio es la capa externa del corazón. Consta de una capa subepicárdica de tejido conectivo laxo y de un epitelio de revestimiento llamado mesotelio. El tejido conectivo contiene células adiposas y se continúa con el tejido conectivo del miocardio, mientras que el mesotelio es un epitelio plano simple. Posee células poligonales, que son planas o cubicas según el corazón se encuentre dilatado o contraído. Por el epicardio transitan los vasos coronarios y los nervios del corazón. **(DI FIORE, 2001)**

#### **2.2.5.5. Capilares**

Los capilares forman redes vasculares sanguíneas que permiten que líquidos con gases, metabolitos y productos de desecho atraviesen sus finas paredes. A causa de sus paredes delgadas y de su asociación física estrecha con células y tejidos de metabolismo activo los capilares están particularmente bien adaptados para el intercambio de gases y metabolitos entre las células y el torrente sanguíneo.

Según su morfología se describen tres tipos de capilares: capilares continuos, capilares fenestrados y capilares discontinuos.

Los capilares **continuos** son típicos del musculo, los pulmones y el SNC. Con el MET, en los cortes transversales aparecen como dos membranas plasmáticas que encierran una fina banda de citoplasma que a veces incluye el núcleo. En los cortes transversales de los capilares pueden verse uniones ocluyentes.

Capilares **fenestrados** son típicos de las glándulas endocrinas y de los sitios de absorción de líquidos y metabolitos, como la vesícula biliar y el tubo digestivo.

Los capilares **discontinuos**, son típicos del hígado, bazo y la medula ósea. Tienen un diámetro mayor y una forma más irregular que los otros capilares. (ROSS Y PAWLINA, 2007)

#### **2.2.5.6. Válvulas cardiacas**

Las válvulas cardiacas (semilunares, tricúspides y mitrales) son pliegues de endocardio, de modo que están compuestas por una lámina de tejido conectivo denso cubierta en ambas caras por endotelio. Las láminas se continúan con el tejido conectivo de los anillos fibrosos del esqueleto cardiaco. Además, el endotelio de la cara ventricular de las válvulas tricúspide y mitral cubre las cuerdas tendinosas y los músculos papilares que sujetan a las válvulas. (ROSS Y PAWLINA, 2007)

#### **2.2.6 Efecto de la altura en el organismo vivo**

Con los incrementos de altitud disminuye la presión barométrica y la presión parcial del oxígeno, de tal manera que existe menos oxígeno por unidad de volumen que a nivel del mar; la disminución de la presión de oxígeno es la que crea el problema de la altura: la hipoxia, debido a una dificultad para adquirir al nivel del alveolo pulmonar el oxígeno que las células necesitan para sus actividades metabólicas. Sin embargo, el organismo desarrolla mecanismos compensatorios.

El ambiente de altura está caracterizado no solamente por una menor presión barométrica y menor presión parcial de oxígeno inspirado, sino también por una menor temperatura

ambiental, mayor sequedad de aire, mayores radiaciones solares y también por mayores precipitaciones pluviales. (GONZALES, G., VILLENA, A. 1998)

#### **2.2.6.1. Mecanismos adaptativos**

La aclimatación a un ambiente de baja presión es asociada con procesos compensatorios que facilitarían la difusión del oxígeno desde la sangre a los tejidos y su utilización dentro de ellos.

Un incremento en el flujo de sangre a través de los tejidos, compensa en parte el bajo contenido de oxígeno impuesto por las condiciones de hipoxia.

En el hombre que habita permanente en la altura, la presión arterial sistemática es menor que el residente al nivel del mar. El menor nivel de presión sistemática se refiere a los valores de presión sistólica, no así a la presión diastólica. La reducción de la presión sistólica ha sido atribuida a una menor resistencia periférica, ocasionada por un incremento de vascularización y vasodilatación, mecanismos adaptativos orientados a mejorar el aporte de oxígeno a los tejidos. (REYNAFARTE. C, 1990).

#### **2.2.6.2 Efecto de la altura sobre los órganos**

Hay órganos que cumplen roles importantes en la adaptación a ambientes con la presión parcial de oxígeno atmosférico reducido. Destacándose el corazón y los pulmones.

##### **2.2.6.2.1. Pulmones**

Observaciones hechas por (SEKHON Y THURLBECK, 1995) sugieren que el crecimiento del pulmón es incrementado en condiciones hipóxicas.

##### **2.2.6.2.2 Corazón**

Se ha observado mayor peso promedio del ventrículo derecho en hipoxia de altura que a nivel del mar. La magnitud de la hipertrofia ventricular derecha es función del nivel de la presión hacia la arteria pulmonar. Las observaciones histológicas hechas en el ventrículo derecho señalan que el mayor peso corresponde a una hipertrofia ventricular derecha, según el concepto de (TUREK Y COL., 1992).

### **2.2.6.2.3 Composición corporal**

Determinaron la composición corporal de adultos residentes a nivel del mar y a 4540mm en los Andes peruanos. Calculando los parámetros de masa grasa, sólidos celulares, masa celular y masa libre de grasa, el cual fue mayor en el grupo de altura. **(PICON – REATEGUI, 1961)**

Realizaron un estudio en ratas en crecimiento a altura simulada de 7100mm durante 24 hs con el objeto de determinar los efectos de la altura sobre la composición corporal, los resultados indicaron una pérdida inicial de peso y la depresión de la velocidad de crecimiento corporal. La pérdida de peso es debida a la reducción de la ingesta alimenticia y al stress de la hipoxia. **(ELIA Y COL., 1985)**

### **2.2.6.3. Funciones de los órganos en la altura**

#### **2.2.6.3.1 Función pulmonar en la altura**

La principal respuesta respiratoria a la hipoxia es el aumento en la ventilación pulmonar. Además se desarrollan cambios en el volumen pulmonar, este está caracterizado por su mayor tamaño. Investigaciones hechas en el nativo de altura indican que la capacidad de difusión pulmonar es mucho mayor que en la del nativo del llano. **(FRISANCHO, 1992)**

#### **2.2.6.3.2 Función cardiaca en la altura**

En el habitante normal de las grandes alturas existe hipertrofia ventricular derecha e hipertensión pulmonar asociadas al incremento de la resistencia pulmonar. En el mecanismo de la hipertensión pulmonar de altura participan también factores funcionales, tales como: la vasoconstricción pulmonar determinada por la hipoxia. En el nativo d altura existe un incremento de vascularización miocárdica, lo que es más importante que el aumento del flujo como mecanismo de adaptación tisular a la hipoxia. **(REYNAFARGE, 1980)**

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

#### **3.1. UBICACIÓN Y DURACION EXPERIMENTAL**

La presente investigación se realizó en el gabinete 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 Y EQUIPO EXPERIMENTAL**

##### **3.2.1. MATERIAL BIOLOGICO**

Estuvo constituido por 30 cuyes clínicamente sanos de crianza familiar, de distintos pesos, de raza criolla, comprendido entre las edades aproximadas de 1 a 2 años, que se seleccionaron al azar 15 cuyes de costa y 15 cuyes de sierra.

##### **3.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO**

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

#### **3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

##### **3.3.1. SELECCIÓN DE INDIVIDUOS**

- se seleccionaron cuyes clínicamente sanos de aproximadamente 1 a 2 años de edad. Para esta investigación se trabajó con el muestreo sistemático por conveniencia no probabilístico, es una técnica donde los sujetos son seleccionados dado por la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. Es decir, los individuos empleados en la investigación se seleccionan porque están fácilmente disponibles, no porque hayan sido seleccionados mediante un criterio estadístico.

- se registró la información de los cuyes que participaron en la investigación, con el formato (Anexo 1)

### **3.3.2. RECOLECCION DE MUESTRAS**

- Se sacrificó por degollamiento de cuyes criollos de costa y sierra de aproximadamente uno a dos años de edad, se realizó en el gabinete de anatomía de la facultad de Medicina veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

- Una vez sacrificado el cuy, se procedió a abrir la cavidad cortando la línea alba.

- Utilizando pinzas y tijeras se extrajo cuidadosamente el corazón.

- Una vez obtenida la muestra de corazón se procedió a comparar anatómicamente los corazones de los cuyes de la costa y sierra.

-Luego se conservó las muestras en frascos rotulados con formol al 10% para ser llevados a procesar al laboratorio de Patología del Hospital Regional

- Se obtuvo las muestras histológicas, para proceder a comparar histológicamente en el laboratorio de histología.

### **3.3.3. EJECUCION DE PRUEBAS O MUESTRAS**

Una vez obtenidos 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 comparar las estructuras histológicas del corazón de los cuyes de costa y sierra.



Procedimiento: las muestras de corazón se observaron con el lente 10x y 40x con el fin de observar si había algún cambio histológico.

### **3.3.4. ESTUDIO MICROSCOPICO**

Se utilizó la tinción hematoxilina – eosina para posteriormente observar los tejidos en el microscopio óptico.

#### **Capas del corazón a identificarse microscópicamente**

Se identificó que el corazón posee tres capas de revestimiento:

Endocardio, posee tres capas: endotelial, consta de un epitelio plano simple y una franja delgada de tejido conectivo laxo; la subendotelial, la capa más gruesa del endocardio, de tejido conectivo denso rico en fibras elásticas y el subendocardio de tejido conectivo laxo, posee las células de Purkinje, encargado del sistema de conducción de impulsos.

Miocardio: compuesto por tejido muscular estriado cardíaco, con discos intercalares, permite que se transmitan con tranquilidad el impulso cardíaco; capilares sanguíneos, de mayor cantidad en los cuernos de la izquierda debido al incremento de vascularización, mecanismo adaptativo para mejorar el aporte de oxígeno a los tejidos; a nivel de las aurículas presenta células miocárdicas “CELULAS MIOENDOCRINAS” que secretan el “PEPTIDO NATRIURETICO AURICULAR” cuando se eleva la presión sanguínea, el péptido se secreta hacia la sangre y produce vasodilatación.(13)

Epicardio: compuesto por un mesotelio, epitelio de revestimiento plano simple, y una capa subepicárdica de tejido conectivo laxo, transitan vasos coronarios y nervios del corazón. (13)

### **3.3.5 ANALISIS ESTADISTICO**

Para esta investigación se seleccionaron los individuos por el método de muestreo sistemático por conveniencia no probabilístico, técnica donde los sujetos son seleccionados dado por la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. Es decir, los individuos empleados en la investigación se seleccionan

porque están fácilmente disponibles, no porque hayan sido seleccionados mediante un criterio estadístico.

Los pesos y tamaño de los corazones de los cuyes de la costa y sierra fueron analizados obteniendo el peso y tamaño promedio, con el objeto de comparar si existen diferencias significativas.

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

Los 15 cuyes adultos de costa y 15 cuyes adultos de sierra al azar, se procedieron a pesar y a sacrificar por degollamiento para obtener las muestras de corazón, luego de pesarlos y observarlos anatómicamente, se procedió a colectar las muestras en frascos con formol al 10 %, 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 corazón de los cuyes de costa y sierra se procedió a pesar, medir y comparar anatómicamente el corazón, luego se pasaron a procesar en el Laboratorio de Patología del hospital Regional de Lambayeque para posteriormente observar y comparar microscópicamente, cuyos datos se presentaron en cuadro comparativo.

#### **IV.- RESULTADOS**

Los resultados fueron analizados anatómicamente e histológicamente, con el objeto de comparar si existen diferencias en el corazón de cuyes a nivel del mar con los de altura.

Anatómicamente:

No se encontraron diferencias morfológicas en los corazones de los cobayos de costa y sierra, pero si diferencias en tamaño y peso por el mecanismo de adaptación que realiza el corazón en el ambiente de altura.

Se observó un corazón más grande en los cobayos de sierra que los de costa, destacándose el ventrículo del corazón más pronunciado en los animales de sierra debido al aumento del trabajo cardiaco, por ello el peso del corazón de los cobayos de altura fue mayor por el elevado crecimiento del musculo cardiaco, ocasionado por una vasodilatación y vascularización, mecanismos adaptativos para mejorar el aporte de oxígeno a los tejidos.

Los valores del peso del corazón de los cobayos de la sierra fueron significativamente mayor que los de la costa.

Los valores del tamaño del corazón de los cobayos de la sierra fueron mayores que los de la costa.

Histológicamente:

A nivel del ventrículo del cobayo de la sierra se observa de mayor tamaño y más miofibrillas musculares con discos intercalares que permiten que transita el impulso eléctrico y un incremento de vascularización miocárdica.

## V.-DISCUSIÓN

En el presente estudio, la comparación anatómica e histológica fueron realizados en cobayos provenientes de estaciones experimentales con buenas condiciones de crianza, tanto de la costa (Chochope-Lambayeque, con una elevación de 215m.s.n.m) como de la sierra (Incahuasi- Lambayeque, con una elevación de 3.078m.s.n.m).

En los cobayos de la sierra los pesos del corazón fueron mayores que los de la costa, debido al agrandamiento del ventrículo derecho, histológicamente mayor cantidad y mayor tamaño de fibras musculares.

Estos resultados concuerdan con Benchero(1984), quien dice que en el corazón del cobayo de altura, el aumento del trabajo cardiaco resulta una hipertrofia ventricular derecha, caracterizada por el aumento de las miofibras, es decir con un mayor peso promedio de  $(1,60 \pm 0,20)$  que los de la costa con un peso promedio de  $(1,30 \pm 0,19)$ . El hematocrito elevado, están directamente relacionados a la hipertrofia ventricular derecha.

La hipertrofia ventricular se da en diferentes especies expuestas a ambientes de altura, así en aves se ha encontrado que las relaciones ventrículo derecho/ventrículo total, ventrículo derecho/peso corporal, fueron mayores en estos animales criados en altura que los de 4nível del mar. (**KIRBY, 2002**)

Las observaciones histológicas hechas en el ventrículo derecho señalan que el mayor peso corresponde a una hipertrofia ventricular derecha, según el concepto de (**TUREK Y COL., 1992**)

Moran, Mongue y Correa (1979) explican que debido al aumento del trabajo cardiaco del ventrículo derecho se ha encontrado agrandamiento ventricular en los animales de altura.

## **VI-CONCLUSIONES**

Al comparar anatómicamente e histológicamente el corazón de los cobayos de la sierra (Incahuasi- Sierra de Lambayeque, con una elevación de 3.078m.s.n.m) y de la costa (Chochope – Lambayeque, con una elevación de 215m.s.n.m) podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- 1.- Se observa anatómicamente un corazón de mayor tamaño y mayor peso en los cobayos de la sierra que los de la costa.
- 2.- Histológicamente se observan más fibras musculares y de mayor tamaño a nivel del miocardio del ventrículo en el cobayo de la sierra que los de la costa.
- 3.- Fisiológicamente se concluye que el peso y tamaño del corazón del cobayo de la sierra es mayor debido al elevado crecimiento del musculo cardiaco, ocasionado por una vasodilatación y vascularización, mecanismos adaptativos para mejorar el aporte de oxígeno a los tejidos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Si se desea realizar un estudio complementario se recomienda incluir el estudio morfométrico del corazón, para saber con exactitud las medidas del corazón de los cuyes de la costa y de la sierra.

Igualmente se puede incluir la composición química del corazón del cobayo de altura (humedad, cenizas, proteínas, lípidos) para determinar si existen diferencias significativas con los cobayos de la costa.

## VIII.- BIBLIOGRAFIA

1. BANCHERO, N. 1984. Aclimatación al frío y a la hipoxia en el cobayo. Archivos de Biología Andina. UNMSM, 13 (1-4):131-151
2. PEÑA, T., AYON, M. Y CUEVA S., 2001. Hipertrofia cardiaca en pollos de carne tratados con L.arginina sometidos a hipoxia. Rev. Inv. Vet. Perú. Suplemento 1: 442-17. Lima-Perú.
3. CALDERON G. y CAZARES R., 2008. Evaluación del comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde, alimentados con bloques nutricionales en base a paja de cebada y alfarina. Tesis para optar el título de ingeniero agroindustrial. Universidad técnica del Norte. Ibarra. Ecuador. 64pp.
4. CASTELO J.P., 2012. Formulación, elaboración y control de calidad de pate de hígado de cuy envasado al vacío para la incorporación de productores cuyiculas. Tesis para optar el título de bioquímico farmacéutico. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. 152pp.
5. CASTRO. H., 2002. Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar – comercial en el sector rural. USA. 2002. Disponible en <http://www.bensoninstitute.org/publication/thesis/sp/cuyecuado>. Pdf.
6. COOPER, G., & SCHILLER, A. L. (1975). Anatomy of the guinea pig. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. External Anatomy; pp. 3-17.
7. COTOFAN, V, HRITCU, V., PALICICA, R., DAMIAN, A., GANTA, C., PREDOI, G., SPATARU, C., ENCIU, V., Anatomia animalelor domestice: vol II: Organologie Timisoara, 2007 Orizonturi Universitare.
8. CRICK, S.J., SHEPPARD, M.N., HO, S.Y., GEBSTEIN, L., AND ANDERSON, R.H. 1998 Anatomy of the pig heart: comparisons with normal human cardiac structure. J Anat. 193, 105-119.
9. CHAUCA L., 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Revista mundial de zootecnia. 2: 83-95; 9-19.
10. CHINN K. Y HANNON J. 1969 Anatomy of the pig heart: comparisons with normal human cardiac structure. J Anat. 193, 105-119.
11. 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.

12. D'ERCHIA Y WARNER 1995. La biología del cuy. Prensa académica. Parte V (5: 58-60)
13. DI FIORI, 2001. Histología de Di Fiori, texto y atlas. Primera edición. Buenos Aires, 2001. Editorial El Ateneo. P118- 122.
14. ELIA,R., ELGOYHEN, A., BUGALLO G., RIO M., BOZZINI C., 1985. Effect of acute exposure to reduced atmospheric pressures on body weight , food intake and body composition of growing rats.acta physiol. Pharmacol. Latinoamerican (resumen). 35 (3): 311-318.
15. FRISANCHO, A. 1992. Adquisición de la adaptación fisiológica a la altura. Acta andina. 1 (1): 17-20.
16. GONZALES, G., VILLENA, A. 1998. Aclimatación y adaptación a las grandes alturas. Acta Andina, 7 (1): 17-23.
17. GUACHO M.I. 2007. Valoración energética de diferentes tipos de balanceado utilizados en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus). Tesis para optar el título.
18. HAN, 2010. Histología de Ham. Novena edición. México. Copyright 2010. Pag 265.
19. HARKNESS, J. E., & WAGNER, J. E. (1995). The biology and medicine of rabbits and rodents, 4th edn. Baltimore: William &Wilkins. Biology and husbandry — the guinea pig; pp. 30-40.
20. KENT, G.C AND CARR, R.K 2001. Comparative Anatomy of the Vertebrates, 9th Ed. McGraw Hill, Boston, MA.
21. KIRBY, ML (2002) Molecular embryogenesis of the heart. Pediatr Dev Pathol. 5, 516-543.
22. MORAN, O. MONGE, C. Y CORREA, A. 1979. Hipertrofia cardiaca en ratones sometidos a hipoxia intermitente. Archivos de Biología Andina. 9 (1-4): 13-20
23. PEÑA, T. AYON M. Y CUEVA S. 2001. Hipertrofia cardiaca en pollos de carne tratados con L-arginina sometidos a hipoxia. Rev. Inv. Vet. Perú. suplemento 1: 442- 17. Lima- Perú.
24. PICON – REATEGUI, E., LOZANO R., VALDIVIESO J. 1961 body composition at level altitudes. Journal of applied physiology. 16(4): 589-592.
25. SISSON S. Y GROSSMAN J. 2000. Anatomía de los animales domésticos. Quinta edición. Tomo I. Barcelona. Grupo Editorial Iberoamericana. 809pp



26. VELA D.G. 2006. Estudio de factibilidad de la producción y exportación de carne de cuy congelada al mercado Italiano 2006-2015. tesis para optar el título de ingeniería e comercio exterior e integración. Universidad tecnológica equinoccial. Quito. Ecuador. 256pp.
27. VIVAS J., 2009. Manual de crianza de cobayos. Tesis para optar en título de médico veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia. Universidad nacional agraria. Nicaragua. 73 pp.
28. REYNAFARTE, C 1990. La adaptación a las grandes alturas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Perú.
29. ROSS Y PAWLINA, 2007. Histología: texto y atlas a color con biología celular. Quinta edición. Bogotá, Caracas, Buenos Aires, 2007. Editorial Médica Panamericana. p396
30. TUREK, W Y COL, D 1992. Relación de la alimentación y metabolismo de macronutrientes en nativos y residentes de la altura. Absorción de hidratados de carbono y lípidos. II Jornada de Biopatología Andina. Acta andina 1 (1): 57-58.

## IX.- ANEXOS

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

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

### ANEXO 2: PRESENTACION DE DATOS

#### COMPARACION ANATOMICA

	COSTA	SIERRA
PESO	<	>
TAMAÑO	<	>
AURICULA DERECHA	=	=
AURICULA IZQUIERDA	=	=
VENTRICULO DERECHO	<	>
VENTRICULO IZQUIERDO	=	=

#### COMPARACION HISTOLOGICA

	COSTA	SIERRA
ENDOCARDIO	=	=
FIBRAS MUSCULARES	<	>
EPICARDIO	=	=

### ANEXO 3- TABLA 1

COMPARACION DEL TAMAÑO (mm) DEL CORAZON 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)

<i>TAMAÑO PROMEDIO</i>	COSTA (n=15) ±	SIERRA(n=15) ±
<i>CORAZON (l.xA)(mm)</i>	<b>29mmx24mm</b>	<b>23mmx20mm</b>

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

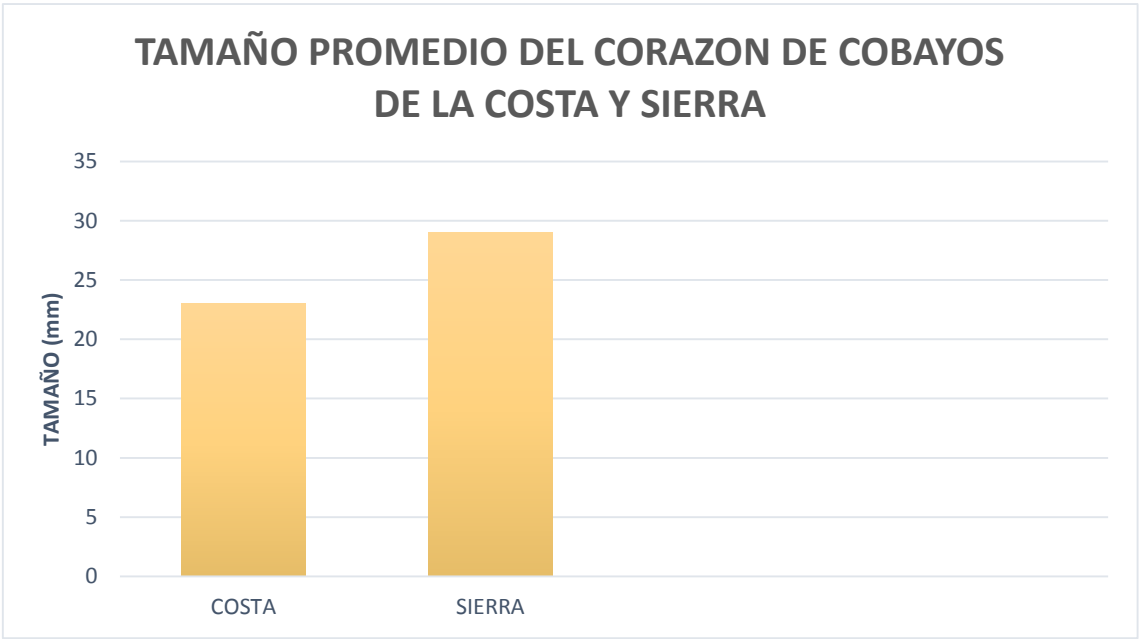
### ANEXO 4- TABLA2

COMPARACION DE PESOS (g) DEL CORAZON 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)

<i>PESOS PROMEDIOS</i>	MACHOS COSTA (n=8) ±	HEMBRAS COSTA(n=7) ±	MACHOS SIERRA (n=8) ±	HEMBRA SIERRA(n=7) ±
<i>CORAZON(g)</i>	<b>2.64</b>	<b>2.50</b>	<b>3.96</b>	<b>3.34</b>

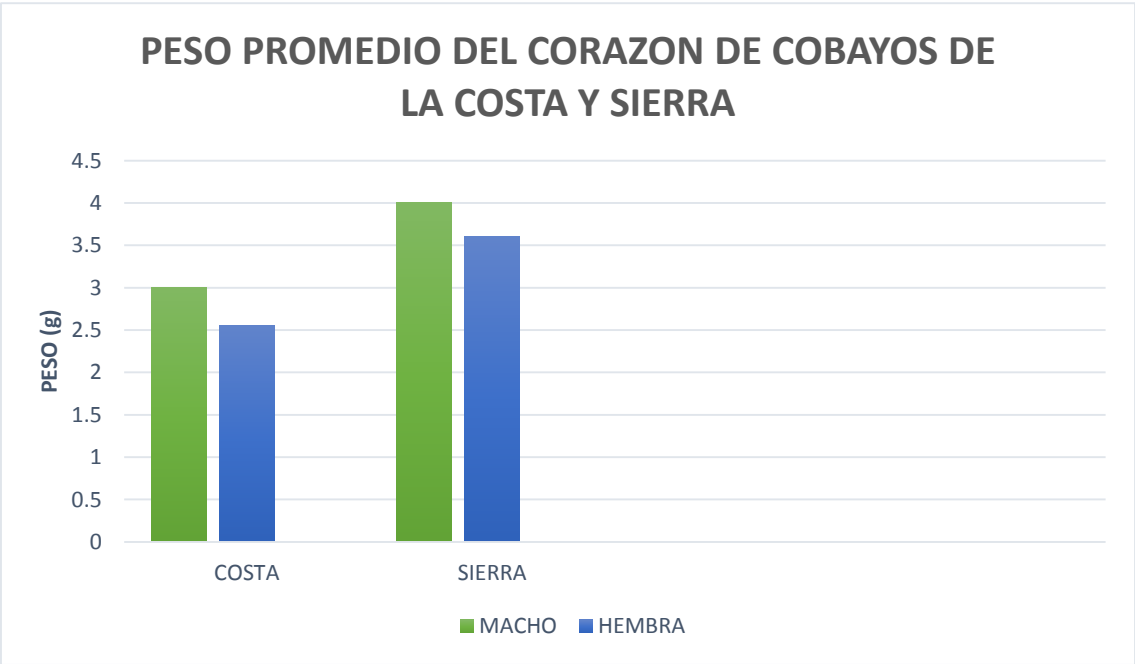
**Fuente:** investigación directa  
**Elaborado por:** el autor

**ANEXO 5- GRAFICO 1**



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

**ANEXO 6- GRAFICO 2**



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

**1. Elección de cuyes al azar de la costa (Chochope- Lambayeque) y la sierra (Incahuasi- Lambayeque)**

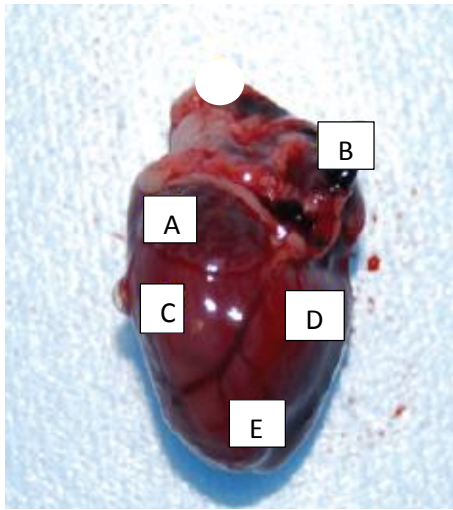




## 2. sacrificio por degollamiento

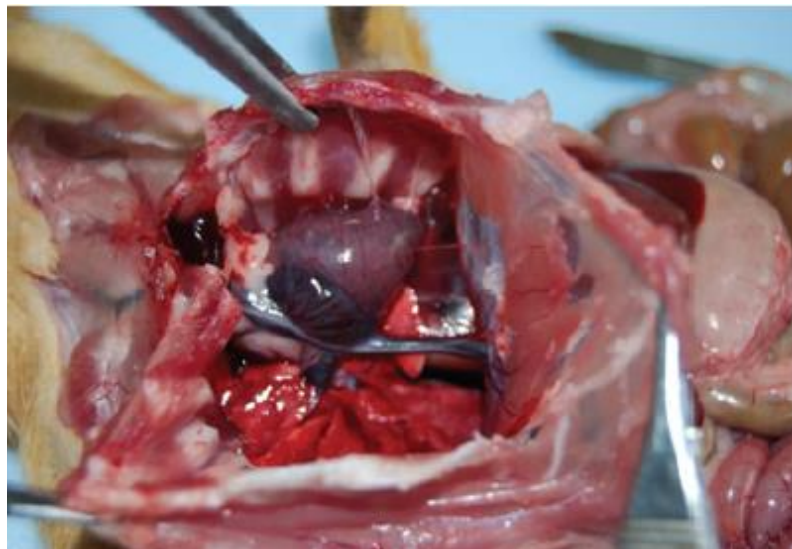


### 3. Comparación anatómica del corazón de los cobayos de la costa y sierra



A.AURICULA DERECHA, B.ARTERIA  
PULMONAR, C. VENTRICULO  
DERECHO, D. VENTRICULO IZQUIERDO,  
E. APICE DEL CORAZON

CORAZON DE CUY (SIERRA)



CORAZON DE CUY (COSTA)

**PESO Y MEDICION DEL CORAZON DE LOS COBAYOS DE LA COSTA Y SIERRA**



**CORAZON CUY  
(SIERRA)**

**Con un peso de 4g**

**CORAZON CUY  
(COSTA)**

**Con un peso de 2.8gr**



**CORAZON CUY (SIERRA)**

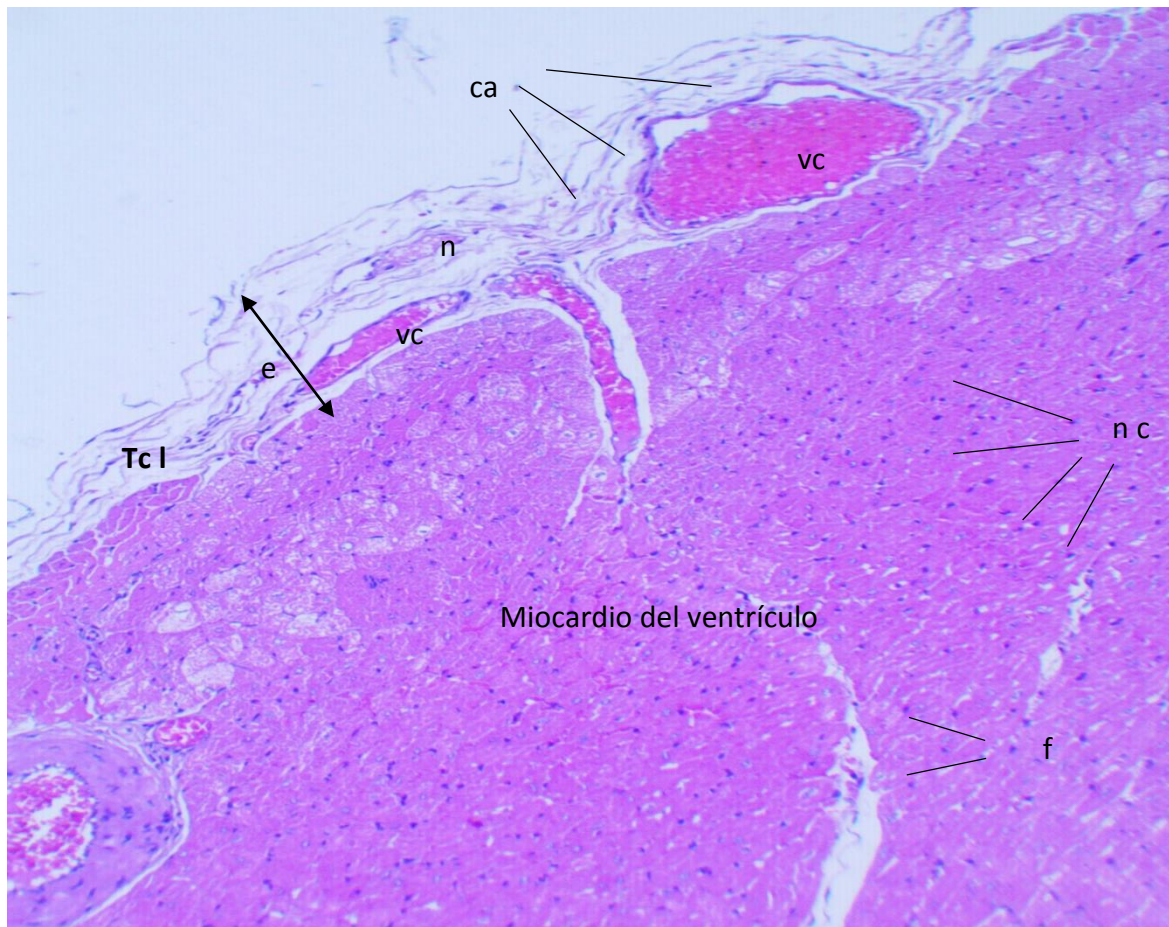
**Con una medida de 30mm de  
largo x 25mm de ancho**

**CORAZON CUY (COSTA)**

**Con una medida de 24mm de  
largo x 20mm de ancho**



#### 4. Comparación histológica del corazón de los cobayos de la costa y sierra

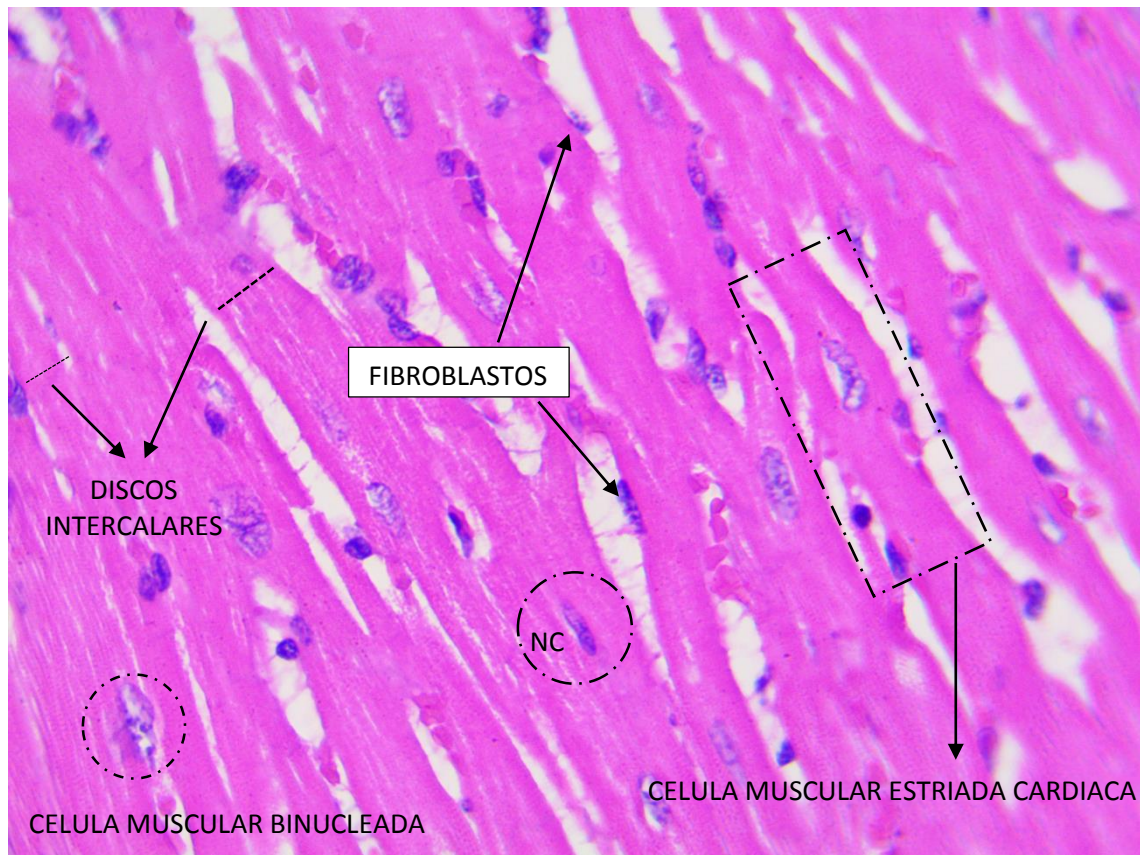


**Fig. 01. Histología del corazón del cobayo de la sierra. Porción epicardio y miocardio del ventrículo derecho. Corte longitudinal.** Se observa el epicardio (e) con células adiposas (ca), tejido conectivo laxo (tcl), vasos coronarios (vc), nervios (n) y el miocardio con numerosas fibras musculares,(fm), núcleos céntricos(nc) y fibroblastos (f). **H & E 10X (G. Chancafe 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)**

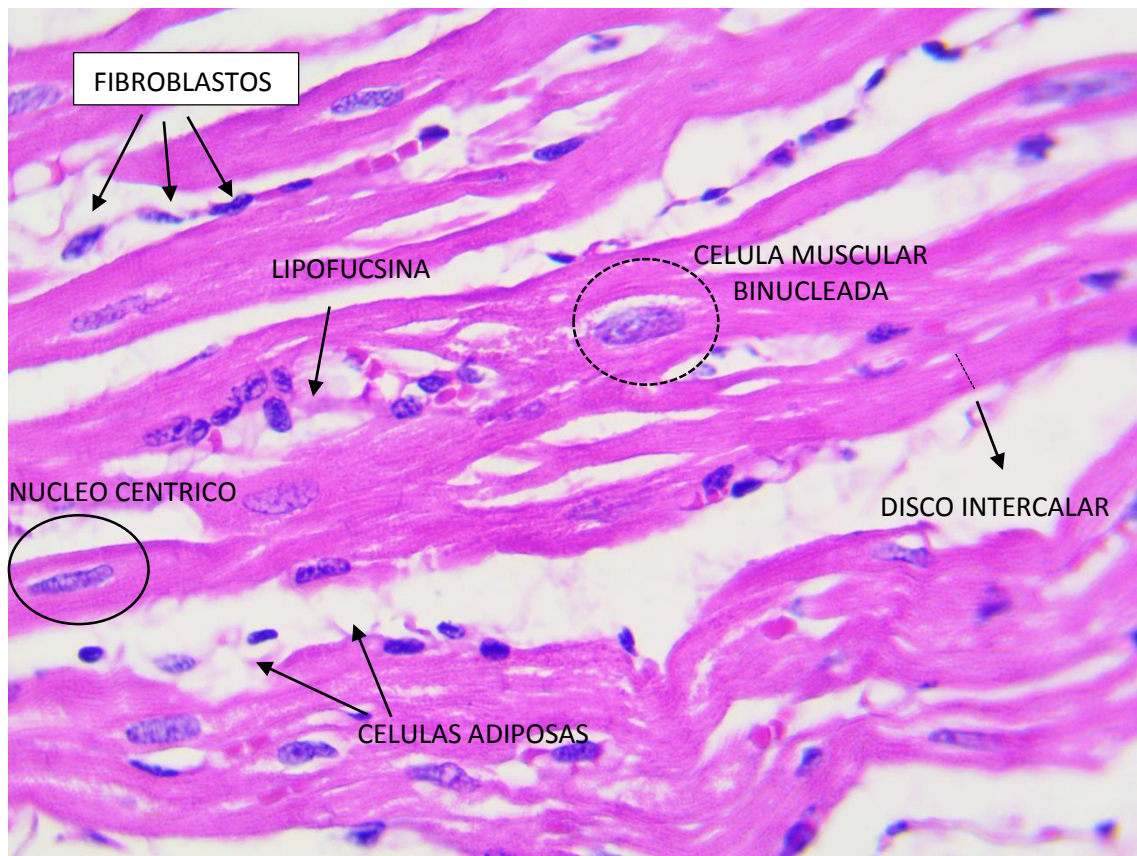


**Fig. 02. Histología del corazón del cobayo de la costa. Porción de epicardio y miocardio. Corte longitudinal.** Se observa el epicardio (e) con células adiposas (ca), tejido conectivo laxo (tcl), vasos coronarios (vc), venulas (v) y el miocardio con fibras musculares estriadas,(fm), núcleos céntricos(nc) y fibroblastos (f). **H & E 10X (G. Chancafe 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)**

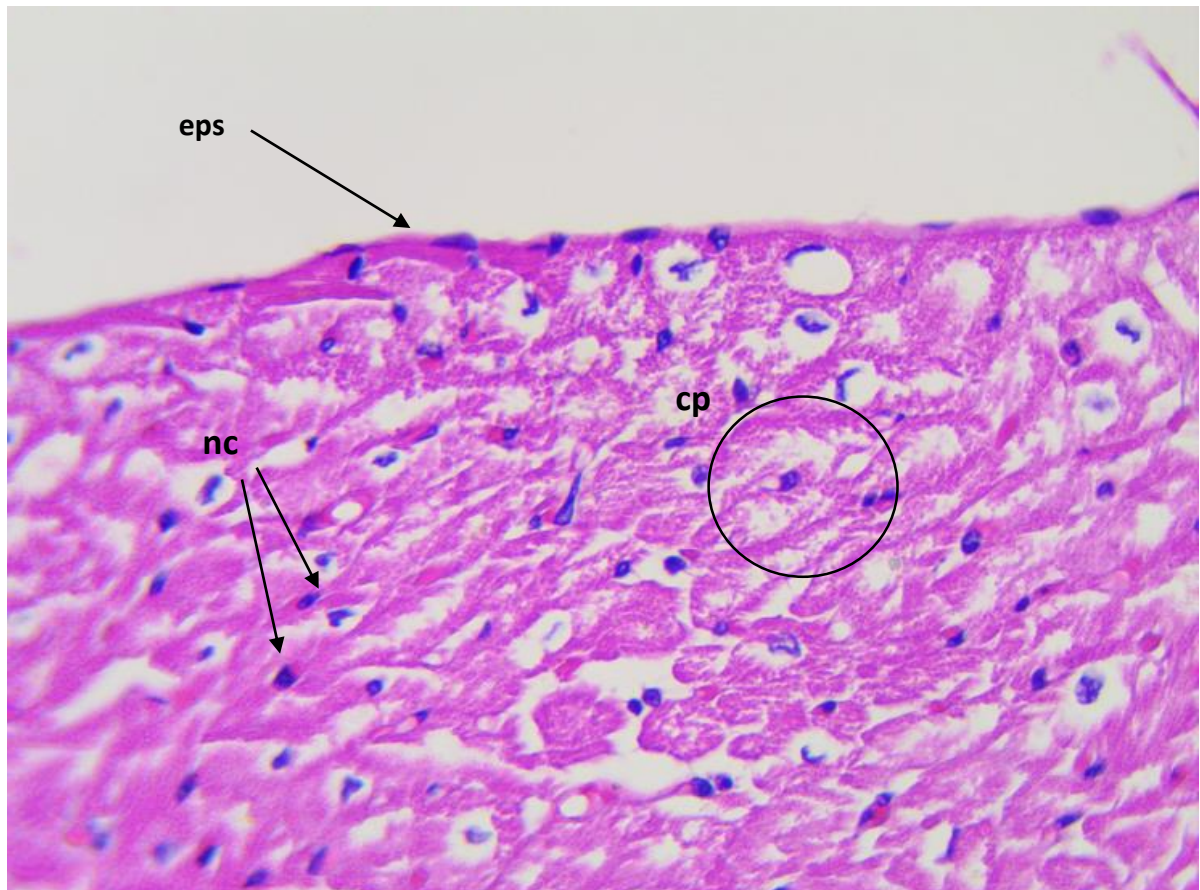




**Fig. 03. Histología del corazón del cobayo de la sierra. Porción de miocardio. Corte longitudinal.** Se observan células musculares estriadas cardíacas más largas que los de la costa, con núcleos céntricos (nc), discos intercalares, células musculares binucleadas, fibroblastos. **H & E 40X (G. Chancafe 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)**

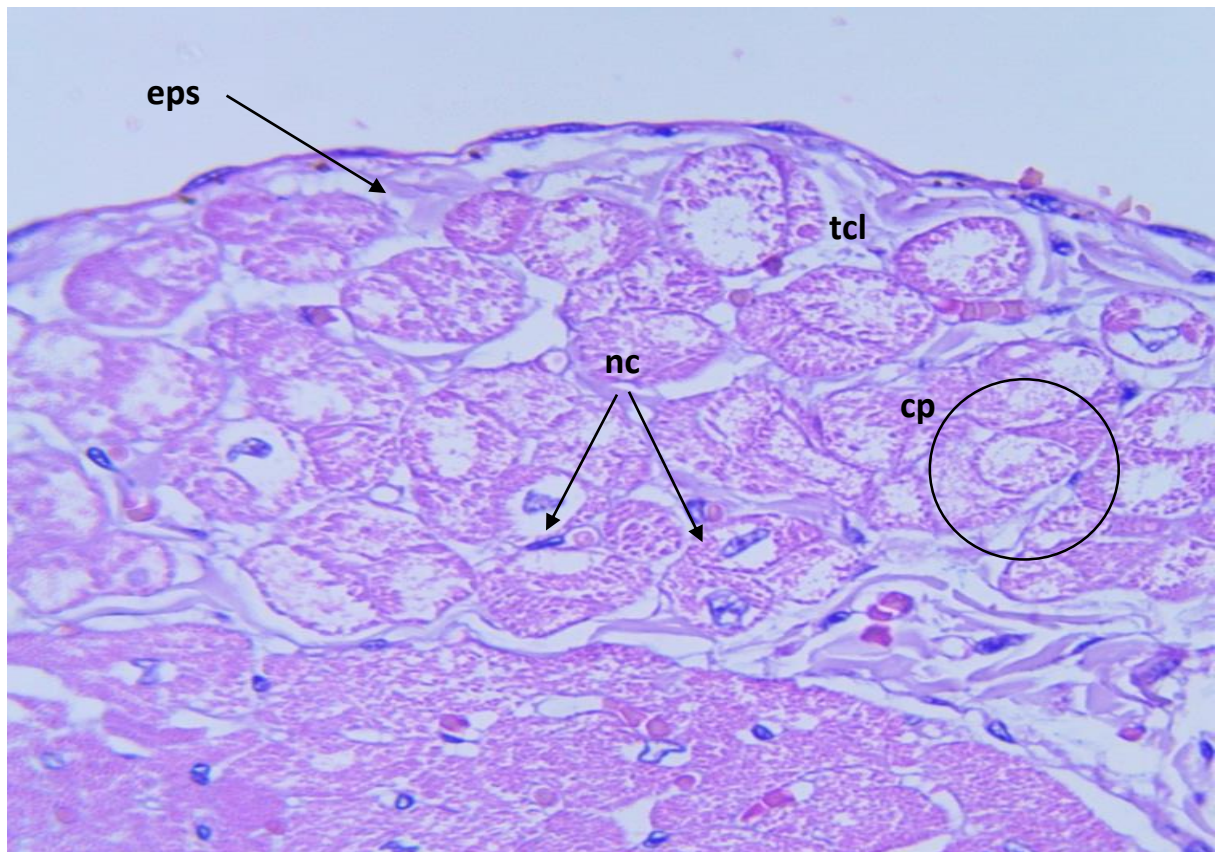


**Fig. 04. Histología del corazón del cobayo de la costa. Porción de miocardio. Corte longitudinal.** Se observan células musculares estriadas cardiacas, con núcleos céntricos, discos intercalares, células musculares binucleadas, fibroblastos, células adiposas. **H & E 40X** (G. Chancafe 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)



**Fig. 05. Histología del corazón del cobayo de la sierra. Porción endocardio del ventrículo derecho. Corte longitudinal.** se observa en el endocardio con un endotelio plano simple (eps), seguido de un tejido conectivo laxo(tcl), rico en fibras elásticas, que contiene vasos sanguíneos pequeños, células de Purkinje (cp) con nucleo céntricos(nc), que son células atípicas que se observan de un color rosado más claro por su gran contenido de glucógeno. **H & E 40X (G. Chancafe 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)**





**Fig. 06. Histología del corazón del cobayo de la costa. Porción endocardio del ventrículo derecho. Corte longitudinal.** se observa en el endocardio con un endotelio plano simple (eps), seguido de un tejido conectivo laxo(tcl), rico en fibras elásticas, que contiene vasos sanguíneos pequeños, células de Purkinje (cp), que son células atípicas que se observan de un color rosado más claro por su gran contenido de glucógeno. **H & E 40X (G. Chancafe 2019. Lab. Hist. Vet. UNPRG)**

