

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACÁDEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**RECURSOS NATURALES**



**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**TEMA:**

“Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (*Cavia porcellus*) en  
el cantón Latacunga

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO**  
**VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:** Alex Israel Loor Cedeño

**DIRECTORA DE TESIS:** Dra. Mg. Patricia Marcela Andrade Aulestia.

**Latacunga-Ecuador**

2015

## AUTORÍA

El Suscrito: Loor Cedeño Alex Israel, portador de la Cédula de Identidad: N° 17186602-5, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO (*Cavia porcellus*) EN EL CANTON LATACUNGA”** es original, autentica y personal. En tal virtud declaro que el contenido será de exclusiva responsabilidad del autor legal y académico, autorizo la reproducción total y parcial siempre y cuando se cite al autor del presente documento.

---

Loor Cedeño Alex Israel

171866032-5

## **AVAL DE APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DE TESIS**

En calidad de Directora de Tesis del Tema **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO (*Cavia porcellus*) EN EL CANTÓN LATACUNGA”**, presentado el egresado Alex Israel Loor Cedeño, como requisito previo a la obtención del grado de Médico Veterinario Zootecnista, de acuerdo con el reglamento de títulos y grados, considero que el documento mencionado reúne los méritos y requisitos suficientes para ser sometido a la presentación pública.

Atentamente:

---

Dra. Mg. Patricia Marcela Andrade Aulestia.

Directora de Tesis

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS**

En calidad de miembros del tribunal de la Tesis con el tema: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO (*Cavia porcellus*) EN EL CANTON LATACUNGA”**, presentado el egresado Alex Israel Loor Cedeño, como requisito previo a la obtención del grado de Médico Veterinario Zootecnista, de acuerdo con el reglamento de títulos y grados emitidos por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, consideramos que el trabajo mencionado reúne los méritos y requisitos suficientes para ser sometido al acto de defensa de Tesis.

Atentamente:

---

Dra. Mg. Nancy Margoth Cueva Salazar

Presidenta del Tribunal

---

Mvz. Paola Jael Lascano Armas

Miembro del Tribunal

---

Dra. Mg. Jaine Labrada Ching

Opositor

## **DEDICATORIA**

Lo dedico a Dios, que gracias a él he logrado concluir con mi carrera y a mis padres Ermen Bartolo Loor Rivas y Antonia Eloísa Cedeño Roldan por haberme apoyado en todo momento.

A mis hermanos Andrés Salomón Loor Cedeño y Alexander Josué Loor Cedeño por sus consejos para seguir con mis estudios.

A mis amigos y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mi objetivo la culminación de mi carrera.

**ALEX ISRAEL LOOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiarme en todos estos años de vida, y por permitirme llegar a este logro mi graduación.

Un inmenso agradecimiento para mis padres y familia que me ha apoyado en todo momento y que me impulsaron a la culminación de mi carrera

Mi agradecimiento a mi director de tesis Mg. Dra. Patricia Marcela Andrade Aulestia, por todas las enseñanzas a nivel académico y por el apoyo para realizar esta investigación.

Un agradecimiento muy especial a todos mis amigos y personas que colaboraron y me ayudaron en todo momento a lo largo de mi carrera ya que gracias a ellos pude superarme y seguir adelante por lo cual Dios los bendiga siempre porque gracias a ellos eh obtenido este logro y así seguir adelante.

**Dios los bendiga a todos..!!**

**ALEX ISRAEL LOOR**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad del contenido de este proyecto de tesis, me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual del mismo a la “UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI”

**Alex Israel Loor Cedeño**

**TEMA:** “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO (*Cavia porcellus*) EN EL CANTON LATACUNGA”

## **RESUMEN**

La importancia de esta investigación con el tema “Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (*cavia porcellus*) en el cantón Latacunga” en el cual se plantea como objetivo principal determinar la morfología del espermatozoide de cobayo, se utilizó los instrumentos de laboratorios de la Universidad y animales que fueron comprados en distintas zonas de Latacunga.

Se utilizó 30 animales machos adultos se aplicó la técnica de slicing epididimis para la recolección de los espermatozoides mediante las pruebas macroscópicas y microscópicas como el color, pH, motilidad individual, vitalidad espermática y la concentración espermática, se realizó la medición mediante el programa infinity analysis

El espermatozoide del cobayo presenta una cabeza ovalada en algunos se presenta con el extremo distal achatado y su acrosoma se visualiza claramente, presenta una pieza media larga y su cola es larga.

El espermatozoide del cobayo tienen una media de 102,53  $\mu\text{m}$ , la cabeza mide 8,81  $\mu\text{m}$  de largo y 7.41  $\mu\text{m}$  de ancho, se nota claramente el acrosoma en la cabeza el cual tiene una media de 1,95  $\mu\text{m}$ , la pieza intermedia tiene una media de 9,31  $\mu\text{m}$  y la cola mide aproximadamente 84,41  $\mu\text{m}$ . Se determinó que el color de semen de cobayo es blanco cremoso con una media de pH de 7,3%, un 86,7% de espermatozoides vivos, una movilidad espermática de 73,5% y un 32% de espermatozoides anormales.

## ABSTRACT

The importance of this research with the theme "Morphological sperm guinea pig (*Cavia porcellus*) in Latacunga Canton" in which it arises as main objective to determine the sperm morphology guinea pig instruments University laboratories was used and animals that were purchased in different areas of Latacunga. 30 male adult animals technique slicing epididymis to collect sperm was applied using macroscopic and microscopic tests such as color, pH, individual motility, sperm vitality and sperm concentration was used, the measurement was performed by the infinity program analysis. Guinea pig sperm has an oval head some presented with the distal end flattened and acrosome is clearly displayed, it has a long half piece and its tail is long. Guinea pig sperm have an average of 102.53 microns, the head measures 8.81 microns long and 7.41 microns wide, clearly note the acrosome in the head which has an average of 1.95 microns, the intermediate piece It has an average of 9.31 .mu.m and the tail is about 84.41 microns. It was determined that the color guinea pig semen is creamy white with a mean pH of 7.3%, 86.7% of living sperm, a sperm mobility of 73.5% and 32% of abnormal sperm.

## ÍNDICE

	Páginas
AUTORÍA .....	II
AVAL DE APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DE TESIS.....	III
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VII
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE .....	X

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 GENERALIDADES REPRODUCTIVAS DEL COBAYO.....	3
1.1.1 Pubertad 3	
1.1.2 Edad de empadre .....	3
1.1.3 Manejo de machos.....	4
1.2 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO.....	4
1.2.1 Testículos .....	4
1.2.3 Epidídimo .....	5
1.2.4 Conducto deferente.....	6
1.2.5 Cordón Espermático .....	6
1.2.6 Glándulas Accesorias .....	6
1.2.7 Uretra Masculina .....	7
1.2.8 Pene .....	7
1.3 MORFOLOGÍA ESPERMÁTICA.....	7
1.4 EL ESPERMATOZOIDE EN LAS ESPECIES DOMESTICAS .....	8
1.4.1 Estado del acrosoma .....	9
1.4.2 Partes del espermatozoide.....	10
1.5 LA ESPERMATOGÉNESIS EN LOS ANIMALES DOMESTIOS .....	12
1.5.1 Espermiación.....	14
1.6 ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DEL ESPERMATOZOIDE.....	14
1.6.1 A nivel de la cabeza:.....	15
1.6.2 A nivel de la pieza de conexión: .....	16
1.6.3 A nivel de la cola o flagelo: .....	16
1.7 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL .....	18
1.7.1 Pruebas Macroscópicas.....	18
1.7.1.1 <i>Color</i> .....	18
1.7.1.2 <i>Volumen</i> .....	18
1.7.1.3 <i>pH</i> .....	19
1.7.1.4 <i>Viscosidad consistencia</i> .....	19
1.7.2. Pruebas microscópicas.....	20

1.7.2.1 Motilidad en masa .....	20
1.7.2.2 Motilidad Individual Progresiva .....	20
1.7.2.3 Vitalidad: .....	21
1.7.2.4 Concentración espermática .....	22
1.7.2.4.1 Determinación de la concentración espermática en cámaras .....	23
1.8 RECOLECCIÓN DEL ESPERMATOZOIDE EPIDIDIMARIO .....	25
1.8.1 Técnica de Slicing epididimis .....	25
1.8.2 Medición del espermatozoide .....	26
a) Microscopio Bx 53 .....	26
b) Cámara y programa infinity analysis .....	26
c) Eosina hemoxisilina .....	27
CAPÍTULO II .....	28
2 MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
2.1 CARACTERISTICAS DEL LUGAR .....	28
2.1.1 Ubicación política.....	28
2.1.2 Condiciones Climáticas .....	29
2.2 MATERIALES Y METODOS .....	29
2.3 DISEÑO METODOLOGICO.....	31
2.3.1 Tipo de Investigación .....	31
2.3.1.1 Investigación descriptiva .....	31
2.3.2 Metodología .....	32
2.3.2.1 Metodología no experimental.....	32
2.3.2.2 El método exploratorio .....	32
2.3.2.3 El método deductivo .....	33
2.3.2.4 Método inductivo.....	34
2.3.3 Técnicas .....	34
2.3.3.1 La Observación .....	34
2.3.3.2 El Fichaje.....	35
2.3.4 Análisis Estadístico .....	35
2.3.4.1 Estadística Descriptiva .....	35
2.4 UNIDAD DE ESTUDIO .....	36
2.5 VARIABLES EVALUADAS.....	36
2.5.1 Pruebas macroscópicas del semen.....	36
2.5.2 Pruebas microscópicas del espermatozoide .....	37

2.5.3 Características morfológicas del espermatozoide .....	37
2.6 MANEJO DEL ENSAYO .....	38
2.6.1 Preparación del diluyente.....	38
2.6.2 Recolección del semen .....	38
2.6.3 Pruebas Macroscópicas del semen .....	39
2.6.4 Pruebas microscópicas del espermatozoide .....	39
CAPÍTULO III.....	41
3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	41
3.1 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DEL SEMEN .....	41
3.2 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL ESPERMATOZOIDE .....	42
3.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL ESPERMATOZOIDE .....	47
3.3.1 DETERMINACIÓN DE LA FORMA DEL ESPERMATOZOIDE.....	47
CONCLUSIONES .....	53
RECOMENDACIONES .....	54
BIBLIOGRAFÍA .....	55
ANEXOS.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°: 1 ESTRUCTURA DEL TESTÍCULO.....	5
FIGURA N°: 2 FASES DE LA ESPERMATOGÉNESIS .....	13
FIGURA N°: 3 ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DEL ESPERMATOZOIDE .....	17

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N: 1 CLASIFICACIÓN DE LA MOTILIDAD EN MASA .....	20
CUADRO N: 2 CLASIFICACIÓN DE LA MOTILIDAD INDIVIDUAL PROGRESIVA .....	21
CUADRO N: 3 DETERMINACIÓN DEL COLOR Y PH DEL SEMEN DEL COBAYO .....	41
CUADRO N: 4 DETERMINACIÓN DE LA VITALIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO .....	42
CUADRO N: 5 DETERMINACIÓN DE LA MOVILIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO .....	44
CUADRO N: 6 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DEL COBAYO .....	46
CUADRO N: 7 DETERMINACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO .....	48
CUADRO N: 8 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPERMATOZOIDES ANORMALES EN EL COBAYO .....	50
CUADRO N: 9 DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LAS PARTES DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO .....	52

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°: 1 PORCENTAJE DE LA DETERMINACIÓN DE LA VITALIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO .....	43
GRÁFICO N°: 2 PORCENTAJE DE LA DETERMINACIÓN DE LA MOVILIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO.....	45
GRÁFICO N°: 3 PORCENTAJE DE LA DETERMINACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO .....	49
GRÁFICO N°: 4 PORCENTAJE DEL ESPERMATOZOIDES ANORMLES DEL COBAYO .....	51

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de la población se dedica a la crianza de cuyes por sus ventajas como un ciclo reproductivo corto y animal de fácil adaptación a diferentes ecosistemas. La presente investigación se realizará con el fin de conocer la diferencia morfológica del espermatozoide del cobayo (*cavia porcellus*) para saber el porcentaje espermatozoides normales y anormales. (Barrera, 2010)

La pubertad en cobayos machos se presenta a partir de los 40 a 70 días, pero esto no quiere decir que estén en la edad óptima para engendrar por cuanto no están bien desarrollados físicamente ni maduros sexualmente, pudiendo adelantarse por la utilización de una alimentación de alta calidad. (Fuquay, 2003)

Las alteraciones morfológicas espermáticas se presentan en todas las especies causando problemas reproductivos. En cada eyaculación habrá espermatozoides anormales. Si los espermatozoides anormales son más del 25% del total eyaculado, se puede anticipar una reducción de la fertilidad. Aparecen anomalías de todo los tipos, pero la primera en aparecer y en la última en desaparecer son los incrementos de las gotas citoplasmáticas. (Fuquay, 2003)

Los trastornos gonadales son la causa más frecuente de alteraciones de la espermatogénesis, en cuya etiopatogenia concurren diversos factores: causas genéticas y alteraciones cromosómicas. Defectos en el empaquetamiento del ADN, mal descenso testicular; procesos inflamatorios, alteración en el mecanismo de regulación de la temperatura escrotal (varicocele), exposición a compuestos químicos tóxicos (agroquímicos), fármacos. (Osuna, 2010)

La viabilidad celular espermática decrece rápido y substancialmente luego de la eyaculación. Muchos investigadores, especialistas en reproducción animal están tratando de diseñar el “análisis seminal ideal”, que valore adecuadamente y prediga la fertilidad de una muestra seminal. Así, el análisis de semen ideal sería

aquel que de forma sencilla y eficaz permitiera conocer de manera predictiva la capacidad fecundante de un eyaculado. (Mellisho, 2010)

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar la morfología del espermatozoide de (*cavia porcellus*) mediante microscopia para caracterizar en el cantón Latacunga

### **Objetivo Especifico**

- Determinar las características macroscópicas y microscópicas de los espermatozoides del cobayo (*cavia porcellus*) mediante la técnica de slicing epididimis para determinar la calidad espermática.
- Evaluar la morfología espermática del cobayo comparándolo con un modelo bovino mediante un laboratorio de biotecnología para describir sus particularidades.

## **HIPÓTESIS**

**HO:** Mediante la técnicas presente se puede caracterizar la morfología del espermatozoide

**H1:** Mediante la técnicas presente no se puede caracterizar la morfología del espermatozoide.

# **CAPÍTULO I**

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 GENERALIDADES REPRODUCTIVAS DEL COBAYO**

#### **1.1.1 Pubertad**

Es la edad o época que el cuy se encuentra en posibilidades de reproducirse. En las hembras la pubertad se presenta entre los 25 a 40 días y en los machos se presenta a partir de los 40 a 70 días, pero esto no quiere decir que estén en la edad óptima para engendrar por cuanto no están bien desarrollados físicamente ni maduros sexualmente, pudiendo adelantarse por la utilización de una alimentación de alta calidad ya que una alimentación deficiente retarda la madurez sexual (Barrera, 2010).

#### **1.1.2 Edad de empadre**

La edad de empadre está relacionada con el peso y el grado de mejoramiento del cuy, así por ejemplo en animales mejorados las hembras se empadran a partir de los 759 g de peso y a una edad promedio de 2 1/2 meses y en el caso de machos a

partir los 900 gr a los 3 meses de edad. A diferencia de los criollos que se empadran a partir de los 5 meses. (Vergara, 2008)

### **1.1.3 Manejo de machos**

La edad en la que alcanzan la madurez sexual es a los seis meses y su peso mínimo debe ser de 800 a 1000 gramos. Los machos reproductores demasiado jóvenes o bajos de peso tienen un bajo porcentaje de fertilidad. Los machos reproductores se reemplazan a los 2 años o cuando presente baja fertilidad. Estos cuyes deben ser vendidos o consumidos, ya que además de consumir alimento causan peleas entre sí. (Castro, 2002)

## **1.2 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO**

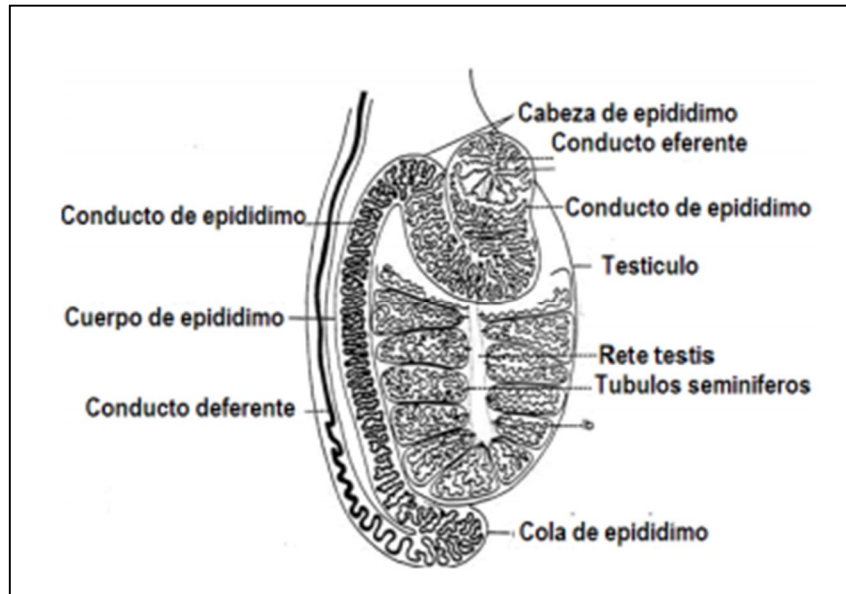
El sistema reproductor masculino incluye: testículos, conductos deferentes, epidídimo, próstata, glándulas bulbo-uretrales de Cowper, vesículas seminales, el pene y uretra masculina.

### **1.2.1 Testículos**

Ubicados en la cavidad abdominal a ambos lados de la vejiga, su forma es ovoide. Lo característico de los cuyes es la ausencia de escroto. Cuando el macho se excita, los testículos, los testículos descienden a la región inguinal, a un saco, en este se encuentran una porción del musculo cremaster que es el que permite la migración de los testículos abdominal

Los testículos presentan: La túnica albugínea, en la cual se encuentra los túbulos seminíferos encargados de producir espermatozoides. Entre los túmulos se encuentran diseminadas las células de Leydig que producen las hormonas de la reproducción; además se encuentran las células de Serttholi que se encargan de alimentar a los espermatozoides hasta su madurez. (Urredo, 2009)

**Figura N°: 1 Estructura del testículo**



**Fuente:** [http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/Reproduccion\\_archivos/Practica%201- aparato%20macho%20hembra.pdf](http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/Reproduccion_archivos/Practica%201- aparato%20macho%20hembra.pdf) (Mellisho, 2010)

### 1.2.3 Epidídimo

El epidídimo es un conducto alargado y flexuoso que se adhiere al borde de la inserción del testículo. El epidídimo se divide en cabeza, cuerpo y cola, la cabeza continua se comunica con los conductos eferentes y la cola se continúa con el conducto deferente. Las funciones de epidídimo son de transporte, maduración y almacén de los espermatozoides. (Trujillo, 1994)

### **1.2.4 Conducto deferente**

Los conductos deferentes continúan el canal del epidídimo como un tubo sumamente enrollado paralelo al cuerpo del epidídimo que desemboca en la uretra, en un gran arco situado caudalmente con respecto al esfínter vesicular (Lavara, y otros, 2001)

### **1.2.5 Cordón Espermático**

Esta estructura se encuentra por encima de los testículos y contiene varios elementos, como fibras y musculo liso del plexo pampiniforme, que se dilata para dispersar el calor, la arteria y venas testiculares, el nervio, el conducto linfático y el conducto deferente. (Almeda, 2001)

### **1.2.6 Glándulas Accesorias**

- a) *Vesículas Seminales*: Están localizadas en la cara dorsal del cuello de la vejiga urinaria, consta del lóbulos laterales y de un istmo que lo conecta. Se encuentra a cada lado de la parte posterior de la cara dorsal de la vejiga.
- b) *Glándulas Bulbo-uretrales*: Son en número de dos y están situados a cada lado de la porción pelviana de la uretra muy cerca del arco isquiático. (Trujillo, 1994)
- c) *Próstata*: Es de forma lobular, presenta dos zonas: una porción externa o compacta, que está rodeando a la uretra prostática, y una porción interna o diseminada, localizada en la propia submucosa de la uretra prostática. Presenta una cápsula de tejido conectivo denso e irregular

que contiene muchas fibras musculares lisas. Los conductos de secreción presentan un epitelio cilíndrico que pasa a ser estratificado cilíndrico o de transición en las porciones terminales. (Bernabé, y otros, 2001)

### **1.2.7 Uretra Masculina**

Es un tubo largo que va desde la vejiga hasta el glande. El orificio de comunicación de la uretra con la vejiga se denomina orificio uretral interno, el orificio terminal es el orificio uretral externo o meato urinario. (Trujillo, 1994)

### **1.2.8 Pene**

Es el órgano masculino de la copula y tiene doble función: expulsar la orina y depositar el semen eyaculado dentro del aparato genital de la hembra. Anatómicamente se divide en tres partes: el glande o extremo libre del pene, el cuerpo intermedio y la raíz, la cual se localiza en la región del musculo bulbocavernoso, en el arco isquiático de la pelvis. (Almeda, 2001)

## **1.3 MORFOLOGÍA ESPERMÁTICA**

El análisis de semen o semiograma es una de las pruebas complementarias claves en el estudio del factor masculino, si bien no la única. El semiograma nos va a dar una idea no solo de la producción de espermatozoides en el epitelio de los túbulos seminíferos sino también de la calidad de los mismos y de la función de las vesículas seminales y la próstata. (Andorgen, 2014)

La morfología espermática es una de las pruebas que se realiza en el semiograma, en la cual se valora el porcentaje de espermatozoides con morfología normal. Para estudiar la forma de los gametos masculinos, se procede a la fijación de los mismos en un portaobjetos, esta muestra no podrá ser usada tras la evaluación porque los espermatozoides tienen que morir para poder estudiar su morfología. Se procede a una tinción biológica, como la hematoxilina-eosina: la eosina, se une a los elementos electropositivos de la célula y tiene una coloración rosada y la hematoxilina se une a las moléculas electronegativas de los espermatozoides, obteniendo una coloración en tonos azulados. La tinción de las distintas estructuras permite una mejor observación al microscopio al incrementar la definición de las membranas. (Ferrer, 2013)

La valoración del líquido eyaculado es parte importante de la exploración física de un macho estéril. Es fácil hacer análisis de semen y se pueden obtener conclusiones importantes de los resultados. Es posible establecer los valores estándar para una especie y descubrir desviaciones de dichos “estándares normales” y correlacionarlos con la fertilidad. (Hafez, 2000)

## **1.4 EL ESPERMATOZOIDE EN LAS ESPECIES DOMESTICAS**

La concentración de espermatozoide en un eyaculado es aproximadamente de 150 millones para garrapones, de 200 millones para los cerdos, 1.200 millones para los toros y de 2.000 millones para los borregos. Teóricamente, 50% de los espermatozoides de un eyaculado contendrán el cromosoma X y 50% cromosoma Y. Se espera que aproximadamente 60–70% de los espermatozoides sean progresivamente móviles, con una velocidad promedio de 6 mm por minuto. En semen de alta calidad, 80 a 90% de los espermatozoides tendrán morfologías son

criterios importantes en la evaluación del semen antes de su uso para inseminación artificial. (Fuquay, 2003)

El sistema reproductor masculino crea el espermatozoide que es producido en los túbulos seminíferos en cada testículo. El espermatozoide es originado mediante la espermatogénesis. La cabeza del espermatozoide contiene el ADN, que al combinarse con el ADN del óvulo, creará un nuevo individuo, la punta corresponde a la porción llamada acrosoma que permite al espermatozoide penetrar en el óvulo y la parte media contiene la mitocondria que suministra la energía que la cola necesita para moverse. La cola tiene un movimiento en forma de látigo de un lado a otro para impulsar el espermatozoide hacia el óvulo. (Vorvick, 2012)

#### **1.4.1 Estado del acrosoma**

En un espermatozoide que tenga el acrosoma en perfectas condiciones se pueden distinguir tres regiones claramente diferenciadas en la cabeza: la zona acrosomal, con un borde apical, la zona postacrosomal y el segmento ecuatorial entre ambas. Las muestras seminales con alta proporción de acrosomas alterados o ausentes suelen tener una fertilidad baja. Para determinar el estado del acrosoma se han usado desde hace mucho tiempo diferentes tinciones. Entre éstas tenemos la tinción de eosina/verde rápido, Giemsa y la de eosina/nigrosina, las dobles y triples tinciones, basadas en la combinación del azul tripán con otros colorantes y tinciones comerciales como el Spermac7. (Ordóñez., 2005)

## 1.4.2 Partes del espermatozoide

La cabeza contiene dos partes principales: el acrosoma, que cubre los dos tercios anteriores de la cabeza; y el núcleo, que contiene la carga genética del espermatozoide. (Fertygen, 2013)

La principal característica de la cabeza es su núcleo ovalado y aplanado que contiene cromatina compacta la cromatina condensada está formada por ácido desoxirribonucleico (DNA) unido a una clase especial de proteínas básicas denominados histonas espermáticas.

El número cromosómico y consecuentemente el contenido en DNA del núcleo del espermatozoide es haploide: posee la mitad de cromosomas que el núcleo de las células somáticas de la misma especie. La naturaleza haploide de las células espermatozoides proviene de las divisiones meióticas que ocurren al formarse los espermatozoides. (Hafez, 2000)

El acrosoma cubre la parte anterior del núcleo y contiene las enzimas necesarias para la penetración de la corona radiada y de la zona pelucida durante la fertilización. Si el acrosoma está mal formado, dañado o ausente el espermatozoide no será capaz de participar en la fertilización. (Fuquay, 2003)

Esta estructura tipo caparazón contiene varias enzimas hidrolíticas, como acrosina, hialuronidasa, esterasas e hidrolasas ácidas e intervienen en el proceso de la fecundación. El segmento ecuatorial del acrosoma es importante porque forma parte del espermatozoide junto a la porción anterior de la región

posacrosómica, la cual inicialmente se une con la membrana del oocito durante la fecundación. (Hafez, 2000)

El cuello es muy corto, es ligeramente más grueso que las demás partes del flagelo y contiene residuos citoplasmáticos de la espermátida. Tras estos elementos contiene un centriolo, el distal, que origina la pieza media, y el otro, el proximal, desaparece luego de haber dado origen al flagelo. El espermatozoide necesita esta energía para realizar su recorrido por el cérvix, el útero y las trompas de Falopio femeninas hasta llegar al ovocito para fecundarlo. (Fertygen, 2013)

La pieza intermedia, se localiza apenas posterior al centriolo proximal. El manto mitocondrial que se forma a partir de la mitocondria de la espermátide es parte de la pieza intermedia. El manto mitocondrial contiene enzimas que convierten la fructosa y otros substratos energéticos en compuestos de alta energía que pueden ser usados por el espermatozoide. (Fuquay, 2003)

La región de la cola, ubicada entre el cuello y el anillo es la pieza media. El corazón central de esta pieza media, junto con toda la longitud, constituye el axonema. Este se compone de nueve pares de microtúbulos dispuestos en posición radial alrededor de dos filamentos centrales. El axonema y las fibras densas asociadas de la pieza media, están compuestas por numerosas mitocondrias. Una vaina fibrosa y resistente rodea este centro. La vaina cilíndrica presenta dos engrosamientos longitudinales prominentes o columnas que corren a lo largo de lo que se piensa que son superficies dorsal y ventral de la pieza principal. La pieza final es esa porción de la cola, posterior a la terminación de la vaina fibrosa. Contiene solo el axonema central cubierto por la membrana citoplasmática. (Hafez, 2000)

La cola tiene una función específica ya que le proporciona movilidad a la célula para poder desplazarse y llegar hasta donde se encuentre el óvulo y poder fecundarlo. (Fertygen, 2013)

## **1.5 LA ESPERMATOGÉNESIS EN LOS ANIMALES DOMESTIOS**

Es el proceso fisiológico en que las células primitivas o espermatogonias se convierten en espermatozoides y los cromosomas se reducen a la mitad, en las células somáticas de cada especie. La espermatogénesis abarca una serie de transformaciones celulares de las cuales se destacan las siguientes:

Migración de las células germinativas primarias hacia las gónadas, antes de la diferenciación sexual del feto; estas se multiplican y varios meses después del nacimiento dan lugar a las espermatogonias. (Almeda, 2001)

En los machos la FSH (hormona foliculoestimulante) inicia la espermatogénesis y la LH (hormona luteinizante) se encarga de mantener dicho proceso espermatogénico. Los túbulos seminíferos tienen un revestimiento de células epiteliales (epitelio germinativo) con 2 tipos de células características: células de Sertoli y espermatogonias. (Jure, 2010)

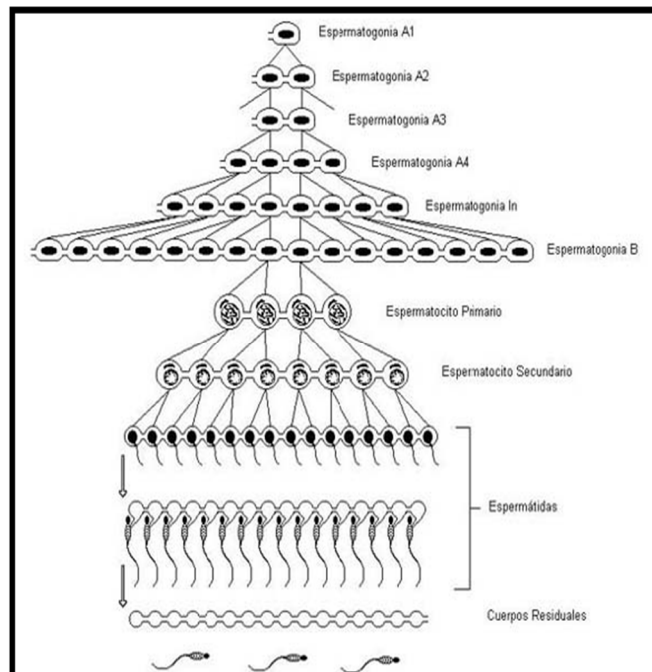
La espermatogénesis es un proceso que se lleva a cabo en los testículos (gónadas), que son las glándulas sexuales masculinas. En su interior se encuentran los túbulos seminíferos. Los dos testículos contienen alrededor de un millar de túbulos seminíferos. En el epitelio de los túbulos asientan las células germinativas o espermatogonias y las células de Sertoli. (Nachon, 2008)

Por división celular mitótica las espermatogonias dan origen a los espermatocitos primarios, que a su vez se dividen por meiosis, dando lugar a los espermatocitos secundarios; aquí el número de cromosomas se dividen por la mitad. (Almeda, 2001)

Estos a su vez sufren una segunda división meiótica para dar lugar a las espermatidas, las cuales se convertirán en espermatozoides por medio del proceso de la espermatogénesis. Las 2 divisiones meióticas mencionadas anteriormente son de mucha importancia, ya que permiten que el espermatozoide solo se cargue con la mitad del número cromosómico (número haploide) de la especie tratada. (Jure, 2010)

Las células germinales se localizan en el epitelio seminífero y después del proceso de maduración, a través del epidídimo, adquieren la facultad de fecundar el óvulo femenino (Almeda, 2001)

**Figura N°: 2 Fases de la Espermatogénesis**



Fuente: <http://biologiasanchezkaren.blogspot.com>, (Sánchez, 2014)

### **1.5.1 Espermiación**

La liberación de los espermatozoides en la luz de los túbulos seminíferos se denomina espermiación. Las espermátidas alargadas, orientadas en dirección perpendicular a la pared tubular, son enviadas a la luz del túbulo en forma paulatina. Los lóbulos de citoplasma residual a través de los cuales están conectados grandes grupos sincitiales de espermátides por medio de puentes intercelulares permanecen incluidos en el epitelio. (Hafez, 2000)

La extracción de los componentes espermáticos continúa solo hasta que un delgado tallo de citoplasma conecta el cuello de la espermátides en su cuerpo residual. El rompimiento del tallo da por resultado la formación del goteo citoplasmático en el cuello del espermatozoide liberado. La siguiente liberación de espermatozoides hace que los cuerpos residuales se dispongan rápidamente cerca de las células de Sertolí, estas células no solo fagocitan los cuerpos residuales sino que también eliminan un número considerable de células germinales degeneradas ya que gran número de células espermáticas degeneran antes de convertirse en espermatozoides. (Hafez, 2000)

## **1.6 ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DEL ESPERMATOZOIDE**

Las patologías espermáticas también pueden ser caracterizadas según su origen en primarias, cuando se produce durante la espermatogénesis; secundarias producidas después que los espermatozoides abandonan el testículo y terciarias provocados por el método de obtención de evaluación o de conservación del semen. (Torretta, y otros, 2010)

La mayoría de los defectos de la cola del espermatozoide también son consideradas anomalías primarias, entre ellas están los defectos de la pieza intermedia, presencia de gota citoplasmática proximal, cola enrollada y colas accesorias. (Barrios, 2002)

Las anomalías espermáticas secundarias son aquellas originarias dentro del epidídimo, entre ellas se encuentra: cabeza ancha, cabeza normales libres, membrana del acrosoma separadas y dobladas, implantación axial de la cola, gota citoplasmática distal colas con curvas suaves colas enrolladas en la porción terminal. La presencia, en la muestra de semen, de células epiteliales, eritrocitos, formación de medusa, células precursoras de los espermatozoides, también se consideran anomalías secundarias. (Barrios, 2002)

### **1.6.1 A nivel de la cabeza:**

#### **Alteraciones numéricas:**

- a) *Espermatozoides sin cabeza, anucleados, en cabeza de alfiler o decapitados:* se trata de espermatozoides acéfalos por tanto si material genético.
- b) *Espermatozoides bicéfalos:* Espermatozoides con dos cabezas y un solo flagelo, normalmente la pieza intermedia aparece engrosada.

#### **Alteraciones en la forma:**

- a) *Espermatozoides con cabezas alargadas o tapering:* En este caso la cabeza de los espermatozoides posee la forma de una elipse en la que existe un marcado predominio del eje longitudinal (5 a 6  $\mu\text{m}$ ) sobre el eje transversal (2 a 3  $\mu\text{m}$ ).

- b) *Espermatozoides con cabezas redondas*: A diferencia del caso anterior, aquí ambos ejes tienden a ser similares lo que le da un aspecto esférico. (Gómez, 2005)

### **1.6.2 A nivel de la pieza de conexión:**

- a) *Espermatozoides con implantación axial anómala del flagelo*: En estos casos observamos una estrangulación a nivel de la pieza intermedia, que se une a la fosa de implantación formando un ángulo de 45-90° con respecto al eje longitudinal de la cabeza. (Gómez, 2005)

### **1.6.3 A nivel de la cola o flagelo:**

#### **Alteraciones numéricas:**

- a) *Espermatozoides sin flagelo*: Se observan solamente cabezas de espermatozoides aisladas con ausencia total de cola.
- b) *Espermatozoides con flagelos múltiples*: Podemos encontrar espermatozoides con dos o más flagelos. (Gómez, 2005)

#### **Alteraciones en la forma, a nivel de la pieza intermedias:**

- a) *Espermatozoides con pieza intermedia marcadamente engrosada*:\_En ocasiones se observan espermatozoides cuya pieza intermedia puede incluso superar el tamaño cefálico.
- b) *Espermatozoides con persistencia de gota citoplasmática*: Este es un tipo de anomalía difícil de diagnosticar debido a que se pueden confundir con piezas intermedias engrosadas

### Alteraciones de la forma a nivel del resto del flagelo:

- a) *Espermatozoides con enrollamiento total de la cola con o sin restos citoplasmáticos englobándola:* Cuando se observan “in vitro” presentan problemas de motilidad
- b) *Espermatozoides con enrollamiento parcial de la cola:* En estos casos observamos que el enrollamiento de la cola afecta solamente al extremo final de la misma.
- c) *Espermatozoides con flagelos truncados:* Los flagelos tienen en la parte principal angulaciones de diferentes grados. (Gómez, 2005)

Figura N°: 3 Alteraciones Morfológicas del Espermatozoide



Fuente: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2009/myl093-4c.pdf>,

(Montoya, 2009)

## **1.7 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL**

El espermatozoide es una célula terminal, cuyo rol principal es el transporte de un paquete, constituido por el genoma nuclear y el centriolo, hasta el ovocito. La viabilidad celular espermática decrece rápido y substancialmente luego de la eyaculación. Muchos investigadores, especialistas en reproducción animal están tratando de diseñar el “análisis seminal ideal”, que valore adecuadamente y prediga la fertilidad de una muestra seminal. Así, el análisis de semen ideal sería aquel que de forma sencilla y eficaz permitiera conocer de manera predictiva la capacidad fecundante de un eyaculado. (Mellisho, 2010)

### **1.7.1 Pruebas Macroscópicas**

#### ***1.7.1.1 Color***

Blanco nacarado normal, indica buena calidad seminal. Se deben desechar los eyaculados que presenten una coloración grisácea, rojiza (con sangre, por lesiones en el pene o uretra), marrón por contaminación con heces fecales, amarillo por presencia de pus u orina con mal olor o con sedimentos anormales. (Arencibia, 2009)

#### ***1.7.1.2 Volumen***

El volumen del semen está conformado por las secreciones de varias glándulas. Los testículos y el epidídimo sólo contribuyen con el 5 % del contenido (principalmente espermatozoides y testosterona), en tanto las vesículas seminales

aportan entre el 46% y 80% (enzimas responsables de la coagulación de semen y fructosa), la próstata entre el 13% y el 33% (varias sustancias, entre ellas el antígeno específico de la próstata que participa en la licuefacción del semen) y las glándulas bulbouretrales y uretrales entre el 2% y 5% (sustancias lubricantes y ocasionalmente anticuerpos causante de la infertilidad). (Montoya, 2009).

### ***1.7.1.3 pH***

Evaluación inmediatamente después de la recogida seminal (pHmetro/tiras de pH). Entre 7,2-7,6 en equino, y 6,4-7,8 en bovino del cual es aproximadamente 7.4. Está inversamente relacionado con la concentración espermática. El metabolismo espermático acidifica el medio y presencia de sustancias contaminantes como la orina y procesos inflamatorios le dan valores más altos. (Arencibia, 2009)

### ***1.7.1.4 Viscosidad consistencia***

La viscosidad o consistencia del semen se puede evaluar aspirando la muestra en una pipeta de 5 ml y permitiendo la caída libre de las gotas para observar la longitud del filamento que se forma. Una muestra normal deja caer gotas pequeñas y bien definidas o un filamento no mayor de 2cm. Una viscosidad anormal puede dificultar la determinación de ciertos parámetros como son el recuento de espermatozoide y la motilidad. (Brejov, 2013)

## 1.7.2. Pruebas microscópicas

### 1.7.2.1 Motilidad en masa

Se coloca una gota de semen de 5mm de diámetro sobre un portaobjetos precalentado, y se observa el movimiento en masa de los espermatozoides usando microscopía de campo claro, el diafragma de campo cerrado y con magnificación de 40x. Los factores que influyen en el movimiento en masa de los espermatozoides son la concentración, el porcentaje de las células con movimiento progresivo y la velocidad del movimiento de los espermatozoides. (Angelino, 2009)

**Cuadro N: 1 Clasificación de la motilidad en masa**

Muy Bueno (MB)	Movimiento masivo muy marcado y rápido	70 - 100%
Bueno (B)	Movimiento en masa aparente, pero moderado	50 - 69%
Suficiente (S)	Ondas en movimiento apenas apreciables	30 - 49%
Pobre (P0)	No hay ondas, semen sin movimiento	Menos del 30%

**Fuente:**<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/147/1/JOSe%20NICOLaS%20ANGELINO%20OLIVERA.pdf>,2009

### 1.7.2.2 Motilidad Individual Progresiva

Se coloca un volumen de 5 a 7 ul de semen sobre un portaobjetos nuevo y precalentado creando una gota de aproximadamente de 3 a 5 mm de diámetro, que luego se cubre con el cubreobjetos. La muestra se observa con microscopía de

contraste de fase y on aumento de 200 – 400x determinando el porcentaje de células espermáticas con movimiento progresivo lineal. Si el semen está concentrado, la muestra puede diluirse con una solución amortiguadora o diluyente de semen antes de colocar el cubreobjetos. (Angelino, 2009).

**Cuadro N: 2 Clasificación de la motilidad individual progresiva**

Muy Bueno (MB)	80 - 100% con motilidad progresiva
Bueno (B)	60 - 79% con motilidad progresiva
Suficiente (S)	40 - 59% con motilidad progresiva
Pobre (P0)	< 40% con motilidad progresiva

**Fuente:**<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/147/1/JOSe%20NICOLaS%20ANGELINO%20OLIVERA.pdf>,2009

### ***1.7.2.3 Vitalidad:***

El parámetro que evalúa la vitalidad de los espermatozoides es útil para saber si los espermatozoides inmóviles están vivos o muertos. El porcentaje de espermatozoides vivos se puede determinar por varios métodos siendo la coloración con eosina, el método más utilizado. Se mezcla una gota del semen con una gota de eosina en una lámina de portaobjeto y se cubre con una laminilla, se deja reposar la muestra 30 segundos y se produce a contar 200 espermatozoides (coloreados y no coloreados), con una magnificación de 400x. Los espermatozoides vivos su membrana intacta que impide la penetración del colorante, en tanto que los muertos adquieren una coloración. (Montoya, 2009).

La congelación inadecuada puede dañar al acrosoma y la membrana celular. La pérdida de enzimas de la células como la transaminasa glutámica-oxaloacética y la capacidad de los espermatozoides para aumentar de volumen en medio hipotónico

indican la eficiencia de la crioprotección de dicho medio y los procedimientos de congelación utilizados para conservar la integridad de los espermatozoides. (Hafez, 2000)

#### **1.7.2.4 Concentración espermática**

Permite evaluar la capacidad de producción de espermatozoides del semental y calcular el número de dosis a producir por eyaculado. Existe correlación entre la concentración y fertilidad. Se observan variaciones en función del individuo, estación del año, frecuencia y técnica de recogida. Etc. (Sánchez, 2013)

Entre estos métodos, destacan la espectrofotometría, la colorimetría, la citometría de flujo y el uso de cámara de recuento celular, como las de Bürker, Neubauer o Thoma. La espectrofotometría, técnica usada en nuestro laboratorio, es un método indirecto, que mide la luz monocromática absorbida por las partículas en suspensión o los espermatozoides. Esta densidad óptica de la muestra es comparada frente a una curva estándar patrón previamente validada, y permite, así, conocer el número de espermatozoides. (Ordóñez, y otros, 2005)

Cualidades que deben tener los espermatozoides de un eyaculado fecundante:

- Motilidad progresiva
- Morfología normal
- Metabolismo energético activo
- Integridad estructural y funcionalidad de la membrana
- Capacidad de penetración
- Transferencia óptima del material genético (Ordóñez., 2005)

#### **1.7.2.4.1 Determinación de la concentración espermática en cámaras**

Se define concentración espermática a la cantidad de espermatozoides que se encuentran en una unidad de volumen. Existen diferentes tipos de cámaras para el recuento de espermatozoides. Todas fueron desarrolladas para el recuento hemocitométrico. Las más conocidas para la determinación del número de espermatozoides son la de Neubauer y Thoma (Thoma neu). El principio de la determinación de la concentración espermática está establecido por el recuento de los espermatozoides de una muestra de semen diluido bajo condiciones estandarizadas. Con ayuda de la ecuación (a) será posible establecer la concentración de espermatozoides/ml. (Palma, 2007)

##### **a) Metodología.**

La muestra contiene una dilución 1/10 de semen diluido y glutaraldehído al 2% mediante la pipeta de Pasteur se llena la cámara de Thomas, previamente cubierta con el cubre-objetos, teniendo cuidado que la muestra se distribuya de forma homogénea y sin burbujas y se sitúa en el microscopio óptico. Una vez enfocado es necesario contar los espermatozoides que se encuentren en el interior en el interior de las celdillas grabadas en la cámara de Thomas, se cuentan los 20 cuadros de cada una de las diagonales, luego, en total se realiza el conteo de 40 celdas. Cada celdilla tiene una superficie de  $0.0025 \text{ mm}^2$  y tenemos un total de 400 celdillas ( $1 \text{ mm}^2$ ), una vez situado el cubre-objeto y llena la cámara con muestra tendremos una altura / profundidad de  $0.1 \text{ mm}$ . Por lo tanto el volumen de total de la cámara será de  $0.1 \text{ mm}^3$  (Ferrer, 2014)

##### **b) Calculo.**

La concentración espermática del espermatozoide se refiere al número de espermatozoide por mililitro de semen. El recuento de espermatozoides es el

número total de espermatozoides en el eyaculado. Ambas cifras son importantes y deben calcularse. El hematocrito tiene una rejilla con cinco cuadros principales: A, B, C, D Y E. El cuadro central “E” se subdivide en 25 cuadros más pequeños. Los cuatro cuadros pequeños de las esquina están marcados como E1, E2, E3 y E4 y un cuadro central pequeño es E5. Normalmente se cuentan todos los espermatozoides en el cuadro mayor E o sólo los de los cuadros pequeños E1 aE5. Cuando se hace el recuento, se incluyen todos los espermatozoides dentro de los cuadros y aquellos que quedan cruzando las líneas en la parte superior y derecha. (Hafez, 2000)

El cuadro E principal tiene un mm de longitud y un mm de ancho, en tanto que el grosor del líquido entre la cubierta y el hemocimetómetro es de 0.1 mm Así, el volumen total que representa el cuadro principal E es  $0.1\text{mm}^3$  ó  $10^4$  ó 10000. Si se cuentan todos los espermatozoides en este cuadro y se multiplica el número por el factor señalado (10000) se obtiene el número de espermatozoides por ml de la solución colocada en el hematocrito. Cuando esta cifra se multiplica por el factor de dilución espermática que normalmente es 20, se obtiene la concentración de espermatozoide en la muestra de semen original. A partir de esta información se puede calcular el número total del espermatozoide en semen (cifra espermática) multiplicando la concentración de espermatozoide por el volumen del eyaculado. Si solo se cuentan los espermatozoides en los cuadros pequeños (E1, E2, E3, E4, E5) el factor de multiplicación es cinco veces mayor que si se contara todo el cuadro principal E que en este caso es 50000. Si se cuentan todos los cuadros principales, como en casos de concentración espermática muy bajas, el factor de multiplicación es cinco veces menor, o sea, 2000. (Hafez, 2000)

## **1.8 RECOLECCIÓN DEL ESPERMATOZOIDE EPIDIDIMARIO**

### **1.8.1 Técnica de Slicing epididymis**

Los espermatozoides de epidídimo pueden obtenerse post mortem o tras una castración, de hecho. Se sabe que después de la muerte de un semental los espermatozoides del epidídimo permanecen viables durante un tiempo antes de que les afecte la descomposición (24 horas tras castración a temperatura ambiente). (Brejov, 2013)

Los vasos deferentes y la cola del epidídimo se disecaron mediante el uso de implementos estériles y técnicas asépticas. Se removerá la túnica serosa y los vasos sanguíneos con un bisturí. Se localizará el “septum” del epidídimo correspondiente a la porción cercana de la zona media de la cola de epidídimo. Allí se realizará un corte transversal con el bisturí. (Barrios, 2002)

La porción disecada de la cola del epidídimo se colocó en una placa de Petri precalentada a 37°C (en una platina calentadora) y se mantuvo la porción libre de los vasos deferentes firmemente sujeta con los dedos pulgar e índice. Las agujas para el lavado (de diferentes calibres) fueron preparadas limándole las puntas para hacerlas “romas”. Se colocó una de esas agujas (calibre 20, 21, 22, o 23, según el diámetro interno de cada vaso deferente) dentro del lumen de la porción libre del vaso deferente. Se adaptó una jeringa (tipo “air-tite” de 5 mL) llena con “medio de lavado” (y con esta jeringa se perfundió lentamente dentro del lumen del cada vaso deferente. Las paredes de los vasos deferentes se pinzaron con una pinza “mosquito” contra la aguja para evitar pérdida del líquido de lavado. (Albers, y otros, 2006)

A medida que se perfundían los vasos deferentes con el medio de lavado se observó un abultamiento visible de la cola del epidídimo. Al continuar con presión suave y continua con la jeringa, apareció en el extremo cortado de la cola del epidídimo el contenido epididimario, representado por un líquido espeso y de un color crema pálido o blanco cremoso, dependiendo de la concentración espermática obtenida. (Albers, y otros, 2006).

## **1.8.2 Medición del espermatozoide**

### **a) Microscopio Bx 53**

El Bx 53 incrementa la modularidad para acercarse a una gran variedad de estilos de observación. El estativo rígido y compacto que ahorra espacio presenta controles montados al frente, fáciles de operar, destinado a mejorar la eficiencia y darle más comodidad al operador. Los nuevos controles para operar son accesibles a cada lado del microscopio y un sensor ECO apaga automáticamente a la luz transmitida cuando el operador no está sentado frente al microscopio. Coherente con la filosofía de Olympus el Bx 53 ofrece una amplia gama de accesorios y lentes. (Olympus, 2015)

### **b) Cámara y programa infinity analysis**

Dentro de la familia INFINITY 1 de cámaras CMOS, el INFINITY 1.2 es un excelente nivel de entrada de la cámara de microscopía multi-megapixel. Esta cámara es ideal para aplicaciones con iluminación coherente luminosa y restricciones presupuestarias. El infinity 1 ofrece una calidad de imagen excepcional para una amplia variedad de aplicaciones científicas incluyendo

clínica, ciencias de la vida, ciencia de los materiales y profesionales de la educación

La solución Count & Medida añade detección eficiente y precisa basada umbral objeto para el recuento de núcleos automatizado, así como la clasificación. El amplio conjunto de medidas manuales en cellSens se puede ampliar con el conteo y medida de soluciones. Fácil de realizar la medición automática de objetos y la clasificación en una interfaz donde los objetos reconocidos siempre están vinculados con sus. Los resultados pueden ser convenientemente exportados a Microsoft Excel para su posterior análisis. (Olympus, 2015).

### **c) Eosina hemoxisilina**

Una de las técnicas más utilizadas en la histología animal es la tinción de hematoxilina y eosina. Las características de los compuestos que la componen hacen posible observar al microscopio óptico las células individualizadas y sus núcleos, que se tiñen de forma diferenciada. Gracias a esta técnica se han podido observar gran cantidad de tejidos animales. Se han descrito, bajo esta tinción, la gran mayoría de tejidos musculares y glandulares del cuerpo. Aportando con ella la morfología de las células que forman el tejido y la posición relativa y la forma del núcleo dentro de ellas. La tinción de hematoxilina eosina se conoce desde la segunda mitad del siglo XIX. Sin embargo existen diversas variaciones, cambiando el tipo de eosina (existen la eosina Y, llamada amarilla o yellow y la eosina B, azul o blue) y de hematoxilina (existen la hematoxilina de Harris, de Mayer) específica para obtener resultados más nítidos dependiendo del tejido a tratar. (Contreras, 2015)

## CAPÍTULO II

### 2 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

##### 2.1.1 Ubicación política

El cantón Latacunga se encuentra delimitando: Norte: Provincia de Pichincha. Sur: Cantón Salcedo. Este: Provincia del Napo. Oeste: Cantones Sigchos, Saquisilí y Pujilí. La división Política Parroquial: Latacunga (Cabecera cantonal), Toacaso, San Juan de Pastocalle, Mulaló, Tanicuchí, José Guango Bajo, Guaytacama, Aláquez, Poaló, Belisario Quevedo, 11 de Noviembre (Isinchi). (Romero, 2011)

La zona geográfica donde está ubicado el Centro Experimental Académico Salache consta de los siguientes parámetros:

- Límites.

Norte: Predio y Quebrada Seca.

Sur: Predio

Este: Río Salache

Oeste: Hacienda “San Agustín” y Comunidad Alpamalag.

- Altitud: 2757 msnm.
- Superficie: Según escrituras: 48 has, según planos: 81,37 has (Fuente: Administración Del CEASA)

## 2.1.2 Condiciones Climáticas

*Climatología:* Elevación 2685 msnm, latitud 010112S, longitud 783541W, Precipitación: entre 550 mm anuales, humedad: aproximado al 40 %, luminosidad: 8-9 horas diarias, temperatura: 10-12 ° C, altitud: 2757 m.s.n.m  
(*Datos adquiridos de la Estación Meteorológica de Rumipamba Catón Salcedo*)

## 2.2 MATERIALES Y METODOS

### a) Materiales de oficina

- Papel bond
- Libreta
- Copias
- Anillados
- Impresiones
- Material bibliográfico
- Esfero

### b) Recursos Tecnológicos

- Cámara Fotográfica
- Flash memory
- Internet
- Calculadora
- Computadora

**c) Materiales de laboratorio**

- Mandil
- Guantes
- Microscopio simple
- Gotero
- Cubre y portaobjetos
- Cámara de Neubauer
- Jeringas
- Pipeta
- Hojas para registro de datos
- Bisturí
- Caja Petri
- Rollo de toallas de papel

**a) Reactivos**

- Agua bidestilada
- Tinta china
- Eosina
- AndroMed
- Nigrosina

**b) Otros**

- Material Biológico (semen del cuy)

## **2.3 DISEÑO METODOLOGICO**

### **2.3.1 Tipo de Investigación**

Esta investigación es de carácter descriptivo.

#### ***2.3.1.1 Investigación descriptiva***

El propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente.

El proceso de la descripción no es exclusivamente la obtención y la acumulación de datos y su tabulación correspondiente, sino que se relaciona con condiciones y conexiones existentes, prácticas que tienen validez, opiniones de las personas, punto de vista, actitudes que se mantienen y procesos en marcha. Los estudios descriptivos se centran en medir los explicativos en descubrir. El investigador debe definir que va a medir y a quienes va a involucrar en esta medición. . (Ibarra, 2011)

Esta investigación fue descriptiva porque nos ayudara a medir diversos factores que nos servirán para tener resultados más exactos sobre las muestras de semen de cada uno de los cobayos, ya que ayudara a describir los factores macroscópicos y microscópicos de cada una de las muestras tomadas.

## **2.3.2 Metodología**

### ***2.3.2.1 Metodología no experimental***

Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacen variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacen en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. "En la investigación no experimental no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participante o los tratamientos". De hecho, no hay condiciones o estímulos planeados que se administren a los participantes del estudio. (Hernandez, 2007)

La presente investigación es de carácter no experimental, ya que no se piensa cambiar las variable en la práctica, para así llegar a un resultado especifica sin haber cambiado el objetivo de la investigación.

### ***2.3.2.2 El método exploratorio***

Se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento. Este tipo de investigación, de acuerdo con pueden ser:

a) Dirigidos a la formulación más precisa de un problema de investigación, dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de

estudio. En este caso la exploración permitirá obtener nuevo datos y elementos que pueden conducir a formular con mayor precisión las preguntas de investigación.

b) Conducentes al planteamiento de una hipótesis: La función de la investigación exploratoria es descubrir las bases y recabar información que permita como resultado del estudio, la formulación de una hipótesis. (Morales, 2010).

El método explicativo será utilizado en esta investigación, ya que no se encuentra mucha información sobre las características morfológicas del espermatozoide de los cobayos y este método nos ayudara a recopilar información necesaria para poder llegar a una conclusión de las hipótesis planteadas.

### ***2.3.2.3 El método deductivo***

La deducción va de lo general a lo particular. El método deductivo es aquel que parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar su validez. (Espinoza, 2008)

El método deductivo será utilizado en esta investigación para concluir qué características morfológicas diferentes presenta en los espermatozoides, por medio de métodos y tácticas adecuados que nos facilitaran llegar a un resultado determinado al final de este estudio.

#### ***2.3.2.4 Método inductivo***

La palabra “inductivo” viene del verbo inducir, que es un antónimo de deducir o concluir. La inducción va de lo particular a lo general. Empleamos el método inductivo cuando de la observación de los hechos particulares obtenemos proposiciones generales, o, sea, es aquel que establece un principio general una vez realizado el estudio y análisis de hechos y fenómenos en particular. (Espinoza, 2008)

Los métodos y técnicas utilizados ayudaran inducir o llegar a una conclusión después de haber realizado el estudio correspondiente de cada muestra observando hechos particulares.

#### **2.3.3 Técnicas**

Es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cuales se efectúa el método y solo se aplica a una ciencia. Las técnicas a utilizar fue: la observación y del fichaje.

##### ***2.3.3.1 La Observación***

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, o hecho caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo el proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido logrado mediante la observación. (Ferrer, 2010)

La observación es importante en este estudio porque nos ayudara a recopilar información necesaria en todo el procedimiento de este proyecto y así al final poder tener los resultados más precisos posiblemente.

### ***2.3.3.2 El Fichaje***

Consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esta tarea. (Ferrer, 2010)

Esta técnica ayudó en la recopilación de datos mediante fichas que nos darán la mayor información necesaria y llegar a una determinada conclusión.

### **2.3.4 Análisis Estadístico**

El presente estudio fue de estadística descriptiva.

#### ***2.3.4.1 Estadística Descriptiva***

La estadística descriptiva ofrece modos de presentar y evaluar las características principales de los datos a través de tablas, gráficos y medidas resúmenes.

El objetivo de construir gráficos es poder apreciar los datos como un todo e identificar sus características sobresalientes. El tipo de gráfico a seleccionar depende del tipo de variable que nos interese representar por esa razón distinguiremos en la presentación gráficos para variables categóricas y para variables numéricas. (Orellana, 2001)

Los resultados de esta investigación se analizarán con la estadística descriptiva ya que utilizarán 30 ejemplares machos reproductores de las explotaciones familiar-comercial, todos los ejemplares serán obtenidos de explotaciones de la zona del cantón Latacunga donde se tomara en cuenta que los ejemplares sean en edad adulta, para las practicas se realizaran grupos de 3 cobayos, todos la información obtenida en el procedimiento será tabuladas y representada en gráficos de datos.

## **2.4 UNIDAD DE ESTUDIO**

La presente investigación se realizó en 30 cobayos (60 testículos) criollos adultos de 3 a 4 meses de edad.

## **2.5 VARIABLES EVALUADAS**

Se evaluó la calidad del espermatozoide tomando en cuenta la aplicación de las siguientes pruebas.

### **2.5.1 Pruebas macroscópicas del semen**

- a) **Color:** Blanco cremoso, blanco lechoso, blanco translucido, rojizo o amarillo.
- b) **pH:** Mediante tiras de pH en el rango 6.5 a 7.5

### 2.5.2 Pruebas microscópicas del espermatozoide

- a) **Motilidad individual:** Muy bueno, bueno, suficiente y pobre.
- b) **Vitalidad:** Coloración mediante técnica de tinción
- c) **Concentración espermática:** Número de espermatozoides por ml

### 2.5.3 Características morfológicas del espermatozoide

Hay malformaciones de cabeza cuello y cola que se caracterizan según su forma y número las cuales puede clasificarse en primarias las cuales presentan defectos en la pieza intermedia, gota citoplasmática proximal, cola enrollada y colas accesorias.

Las anomalías secundarias son aquellas originarias dentro del epidídimo, las cuales tienen alteraciones de la cabeza y acrosoma, gota citoplasmática distal colas con curvas suaves, colas enrolladas en la porción terminal. La presencia, en la muestra de semen, de células epiteliales, eritrocitos, formación de medusa, células precursoras de los espermatozoides, también se consideran anomalías secundarias.

Las anomalías terciarias son las que se dan por mala manipulación de en el proceso de laboratorio.

## **2.6 MANEJO DEL ENSAYO**

Para la práctica se realizó grupos de 3 cuyes por muestra dando un total de 10 prácticas de laboratorio.

### **2.6.1 Preparación del diluyente**

Es un producto en polvo que debe diluirse en agua destilada estéril a temperatura aproximada de +30°C y hasta +35°C. Para la preparación del diluyente se agregan 47 g de concentrado en polvo a 1000 ml de agua pura estéril. El agua se precalienta a +30°C hasta +35°C. El concentrado en polvo se disuelve espontáneamente en pocos minutos. Para una dilución más rápida se puede agitar suavemente. Tras un período de adaptación de 15 a 20 minutos, para la estabilización del pH, se puede iniciar la dilución del semen. El volumen del diluyente se calcula en relación a la cantidad de espermios motiles del eyaculado (en proporción de 1:3 hasta 1:10).

### **2.6.2 Recolección del semen**

Para recolectar el semen se diseccionó la cola del epidídimo con cortes profundos y se procedió a realizar un lavado con diluyente. Se colocó la solución en una caja Petri la cual estaba temperada ya que antes se la había colocado en la plancha térmica a 32 °C y permaneció en ella, así se pudo mantener la temperatura óptima del semen y fue muy útil porque al momento que se observó al microscopio los datos fueron precisos y con mayor claridad.

### **2.6.3 Pruebas Macroscópicas del semen**

a) Color:

Se observó la dilución del semen en donde se determinó el color blanco lechoso o cremoso

b) pH:

Se colocó una gota de semen sobre la tira de pH y se dejó reposar varios segundos en donde se observó la coloración que nos indicó un pH de 7.

### **2.6.4 Pruebas microscópicas del espermatozoide**

a) Motilidad individual:

Se colocó una pequeña gota de semen sobre un portaobjetos nuevo y precalentado. Se observó con microscopía, el porcentaje de células espermáticas con movimiento progresivo lineal. Se pudo determinar sus ligeros movimientos uno por uno.

b) Vitalidad:

Se mezcló una gota del semen con una gota de eosina en el portaobjeto y se procedió a mirar en el microscopio a 40X, se pudo determinar que los espermatozoides teñidos estaban muertos ya que la membrana permite el paso de la eosina y los espermatozoides vivos no toman dicha coloración.

c) Concentración espermática:

Se colocó con una pipeta la cantidad suficiente sobre la cámara de Neubauer, se observó en el microscopio a 40X en el cual se contó 5 casillas pre-seleccionadas, en las cuales se contó los espermatozoides dentro de las casillas incluyen los espermatozoides que sobresalgan de 2 bordes

Luego se utilizó la siguiente fórmula:

La suma del número de espermatozoides de las 5 casillas, por 10 ya que cada cuadro tiene 1 mm de profundidad y por 10 por la dilución utilizada y multiplico por 1000 ya que se obtuvo el número de espermatozoides por ml

d) Medición del espermatozoide

Para la realización de la medición del espermatozoide se realizó con la tinción de eosina-hemoxisilina y se utilizó un microscopio olympus Bx53 con 22 de apertura de campo y lente para fotografía de 20x con una cámara fotográfica infinity 1 y el programa infinity analysis el cual nos ayudara a medir en micras

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DEL SEMEN

CUADRO N: 3 DETERMINACIÓN DEL COLOR Y PH DEL SEMEN DEL COBAYO

MUESTRAS	COBAYO	
	COLOR	pH
1	blanco cremoso	7
2	blanco cremoso	7
3	blanco cremoso	7
4	blanco cremoso	7
5	blanco cremoso	7
6	blanco cremoso	7
7	blanco cremoso	7
8	blanco cremoso	7
9	blanco cremoso	8
10	blanco cremoso	8
11	blanco cremoso	8
12	blanco cremoso	7
13	blanco cremoso	7
14	blanco cremoso	7
15	blanco cremoso	7
16	blanco cremoso	7
17	blanco cremoso	7
18	blanco cremoso	7
19	blanco cremoso	7
20	blanco cremoso	7
21	blanco cremoso	8
22	blanco cremoso	8
23	blanco cremoso	8
24	blanco cremoso	8
25	blanco cremoso	8
26	blanco cremoso	8
27	blanco cremoso	8
28	blanco cremoso	7
29	blanco cremoso	7
30	blanco cremoso	7
<b>MEDIA</b>		<b>7,3</b>

Fuente: Directa

Elaborado por: Loor Alex

En el cuadro N° 3 se puede observar las características macroscópicas del semen del cobayo dando como resultado una coloración blanco cremoso y el pH varía de 7 a 8 con una media 7,3.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL ESPERMATOZOIDE

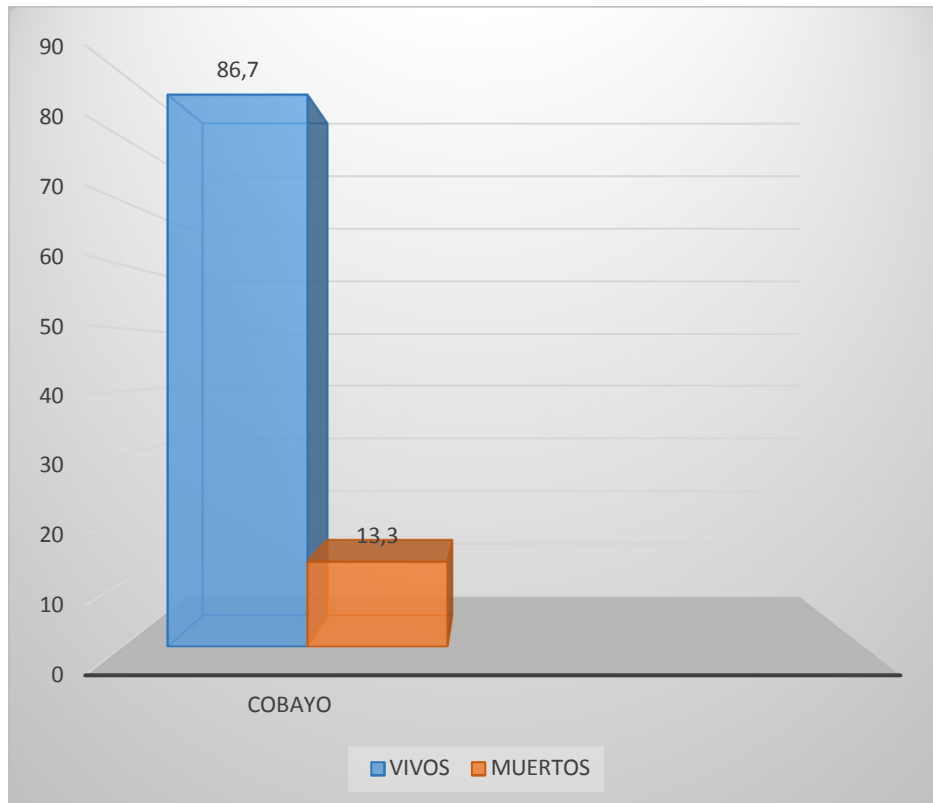
**CUADRO N: 4 DETERMINACIÓN DE LA VITALIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO**

MUESTRAS	COBAYO	
	VIVOS	MUERTOS
1	78	22
2	79	21
3	77	23
4	85	15
5	87	13
6	88	12
7	80	20
8	80	20
9	81	19
10	90	10
11	89	11
12	91	9
13	83	17
14	85	15
15	86	14
16	85	15
17	85	15
18	86	14
19	91	9
20	93	7
21	94	6
22	90	10
23	92	8
24	90	10
25	87	13
26	89	11
27	90	10
28	90	10
29	90	10
30	89	11
<b>MEDIA</b>	<b>86,7</b>	<b>13,3</b>

Fuente: Directa

Elaborado por: Loor Alex

### GRÁFICO N°: 1 PORCENTAJE DE LA DETERMINACIÓN DE LA VITALIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO



Fuente: Directa

Elaborado por: Alex Loor

En el cuadro N° 5 y gráfico N° 1 se puede observar las características microscópicas en relación a la vitalidad del espermatozoide del cobayo, tuvo una relación en los vivos de 78 a 93 con una media 86,7% a diferencia de los muertos que tiene una relación de 7 a 22 con una media 13,3%. A comparación del espermatozoide bovino según Catena 2005 dice que se encuentra el 84,5% de espermatozoide vivos haciendo una relación de 15,5% de espermatozoides muertos.

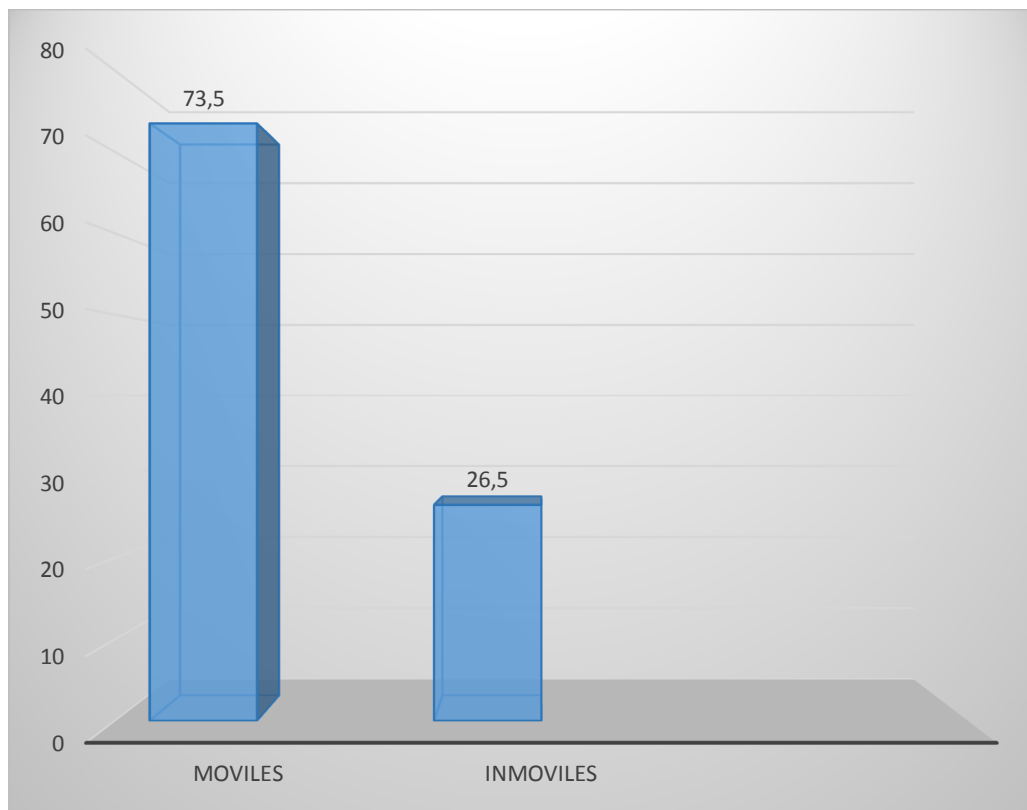
**CUADRO N: 5 DETERMINACIÓN DE LA MOVILIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO**

MUESTRAS	COBAYO	
	MOVILES	INMOVILES
1	60	40
2	59	39
3	60	40
4	69	31
5	68	32
6	69	31
7	74	26
8	75	25
9	74	26
10	81	19
11	84	16
12	83	17
13	66	34
14	65	35
15	66	34
16	76	24
17	75	25
18	76	24
19	71	29
20	72	28
21	72	28
22	82	18
23	82	18
24	80	20
25	72	28
26	73	27
27	72	28
28	82	18
29	83	17
30	83	17
<b>MEDIA</b>	<b>73,5</b>	<b>26,5</b>

Fuente: Directa

Elaborado por: Loor Alex

**GRÁFICO N°: 2 PORCENTAJE DE LA DETERMINACIÓN DE LA MOVILIDAD DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO**



**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Alex Loor

En el cuadro N°6 y gráfico N° 2 se determina la movilidad del espermatozoide de los cobayos móviles con una media de 73,5% y una media de 26,5% de espermatozoides inmóviles, a relación de los que dice Hafez en el 2000 que los espermatozoides del bovino tiene un 40 a 75% de movilidad

**CUADRO N: 6 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN  
ESPERMÁTICA DEL COBAYO**

<b>MUESTRAS</b>	<b>CONTEO DE C. NEUBAUER</b>	<b>CONCENTRACION POR MUESTRA / ML</b>
1	236	23,600,000
2	235	23,500,000
3	236	23,600,000
4	252	25,200,000
5	253	25,300,000
6	254	25,400,000
7	245	24,500,000
8	245	24,500,000
9	246	24,600,000
10	260	26,000,000
11	262	26,200,000
12	261	26,100,000
13	259	25,900,000
14	258	25,800,000
15	259	25,900,000
16	263	26,300,000
17	264	26,400,000
18	265	26,500,000
19	263	26,300,000
20	262	26,200,000
21	262	26,200,000
22	257	25,700,000
23	255	25,500,000
24	256	25,600,000
25	263	26,300,000
26	264	26,400,000
27	262	26,200,000
28	269	26,900,000
29	270	27,000,000
30	269	26,900,000
<b>MEDIA</b>	<b>256,8</b>	<b>25,680,000</b>

**Fuente:** Directa

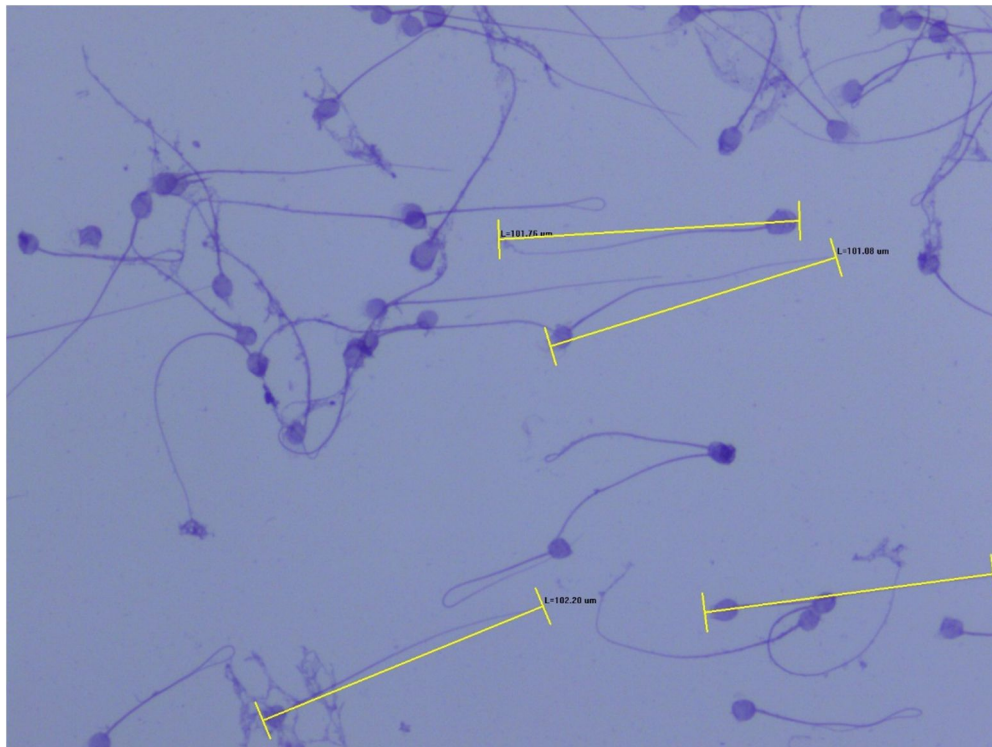
**Elaborado por:** Alex Loor

El cuadro N° 7 se indica la determinación espermática la cual fue evaluada mediante la cámara de Neubauer en este proceso se utiliza el conteo de 5 casilla

para obtener la suma de los espermatozoides y multiplicarlos por 10 de la altura de la cámara por 10 de la dilución y por 1000 el factor de conversión, obteniendo como resultado que en los 30 cobayos hay una media de 25,680,0000 espermatozoides por ml en comparación a la del bovino es de 800-2000 millones de espermatozoides por ml según Hafez 2000

### 3.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL ESPERMATOZOIDE

#### 3.3.1 DETERMINACIÓN DE LA FORMA DEL ESPERMATOZOIDE



**Fuente:** Directa

**Autor:** Loor Alex

El espermatozoide del cobayo presenta una cabeza ovalada con el extremo distal achatado y su acrosoma se visualiza claramente, se nota muchas anomalías como cabezas sin acrosoma, por la falta de madures en la espermatogénesis a

diferencia de otros roedores según Rodríguez, 2011 presenta una pieza media larga y su cola es larga, en algunos casos presenta doble cola. En comparación de espermatozoide del bovino que presenta la cabeza en forma de bate de béisbol con extremo proximal cóncavo y el acrosoma se visualiza escasamente, con cola delgada según (Lizarazo, 2009)

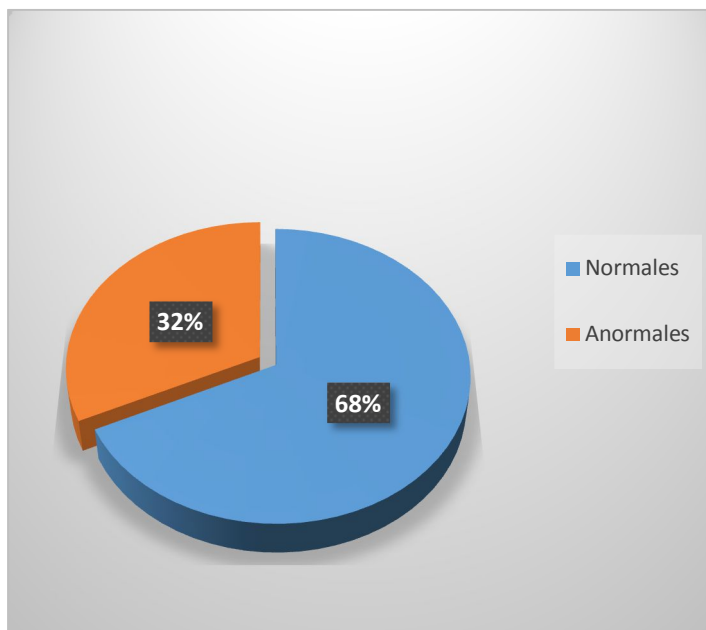
**CUADRO N: 7 DETERMINACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO**

MUESTRAS	NORMALES (%)	ANORMALES (%)
1	60	40
2	59	41
3	61	39
4	64	36
5	65	35
6	66	34
7	68	32
8	68	32
9	69	31
10	60	40
11	59	41
12	60	40
13	73	27
14	72	28
15	72	28
16	65	35
17	63	37
18	66	34
19	76	24
20	76	24
21	77	23
22	78	22
23	76	24
24	77	23
25	63	37
26	62	38
27	61	39
28	76	24
29	75	25
30	76	24
<b>MEDIA</b>	<b>68</b>	<b>32</b>

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Alex Loor

### GRÁFICO N°: 3 PORCENTAJE DE LA DETERMINACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO



**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Alex Loor

En el cuadro N° 8 y gráfico N° 3 se observa la morfología del espermatozoide del cobayo, en donde se determinó que los espermatozoides normales van desde 60% a 77% y se obtuvo una media del 68%, en los espermatozoides anormales va desde 23% a un 40% con una media del 32%. Hafez 2000 manifiesta en su literatura que en los bovinos se encuentra del 65 a 95% de espermatozoides normales.

**CUADRO N: 8 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPERMATOZOIDES ANORMALES EN EL COBAYO**

MUESTRAS	PRIMARIAS		SECUNDARIAS	
	COLAS ENROLLADAS (%)	DOS O MÁS COLAS (%)	ANOMALIAS DE LA CABEZA (%)	GOTA CITOPLASMATICA (%)
1	3	18	15	5
2	3	16	15	6
3	2	18	15	1
4	2	16	11	7
5	1	15	12	7
6	3	16	10	5
7	1	15	10	6
8	0	16	10	6
9	2	14	9	6
10	0	18	19	3
11	0	17	20	4
12	1	17	21	2
13	3	10	9	5
14	3	11	10	4
15	2	9	11	6
16	2	12	16	5
17	1	13	17	6
18	2	12	15	6
19	0	9	12	3
20	0	9	12	3
21	1	8	9	5
22	5	8	7	2
23	3	9	8	4
24	4	7	9	3
25	0	11	19	7
26	1	11	18	7
27	1	12	19	7
28	0	7	10	7
29	1	7	9	8
30	0	8	9	7
<b>MEDIA</b>	<b>1,6</b>	<b>12,3</b>	<b>12,9</b>	<b>5</b>

Fuente: Directa

Elaborado por: Alex Loor

#### GRÁFICO N°: 4 PORCENTAJE DEL ESPERMATOZOIDES ANORMALES DEL COBAYO



**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Alex Loor

En el cuadro N° 9 se observa la clasificación del espermatozoide anormal del cobayo donde existe alteraciones primarias, secundarias; en las primarias se divide en colas enrolladas con el 1,6 % y dos o más colas con el 12,3%. Las alteraciones secundarias se divide: en anomalías de la cabeza con el 12,9% y gotas citoplasmáticas con el 5%, a diferencia del bovino que podemos encontrar en alteraciones de la cabeza 3,3%, gota citoplasmática el 0.04%, alteraciones de la cola 3,4% según Flores, 2000. Y en gráfico N°4 Podemos determinar que en el cobayo existe un 60% de alteraciones secundarias y un 40% de alteraciones primarias

**CUADRO N: 9 DETERMINACIÓN DE LAS MEDIAS DE LAS PARTES DEL ESPERMATOZOIDE DEL COBAYO**

<b>MEDIDAS DE LAS PARTES DEL Cobayo</b>	
	<b>MEDIDAS EN MICRAS</b>
ESPERMATOZOIDE	102,53
CABEZA	8,81 de largo por 7,41 de ancho
ACROSOMA	1,95
PIEZA INTERMEDIA	9,31
COLA	84,41

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Loor Alex

Las medidas de la cabeza del espermatozoide del cobayo tienen una media de 102,53  $\mu\text{m}$ , la cabeza mide 8,81  $\mu\text{m}$  de largo y 7,41  $\mu\text{m}$  de ancho, se nota claramente el acrosoma en la cabeza en cual tiene una media de 1,95  $\mu\text{m}$ , la pieza intermedia tiene una media de 9,31  $\mu\text{m}$  y la cola mide aproximadamente 84,41  $\mu\text{m}$ . En comparación al espermatozoide del bovino que mide la cabeza: 8,9 – 10  $\mu\text{m}$  de largo 4,5– 5,5  $\mu\text{m}$  de ancho, la pieza intermedia mide 5  $\mu\text{m}$  y la cola de 23 – 30  $\mu\text{m}$  de longitud según (Lizarazo, 2009)

## CONCLUSIONES

Las conclusiones fueron:

- ✓ En relación al color del semen del cobayo es blanco cremoso y presenta con un pH de 7,3.
- ✓ La vitalidad de los espermatozoides de cobayo dieron una media de 86,7% de espermatozoides vivos 13,3, con una movilidad espermática del 73,5%.
- ✓ En la morfología espermática se encuentra en los cobayos una media de 68% de espermatozoides normales y un media de 32% de espermatozoides anormales. De los espermatozoides anormales en el cobayo podremos decir que el 40% pertenece a anomalías primarias y el 60% a anomalías secundarias.
- ✓ El espermatozoide del cobayo presenta una cabeza ovalada con el extremo distal achatado con un y su acrosoma se visualiza claramente, se nota muchas anormalidades como cabezas sin acrosoma, presenta una pieza media larga y su cola es larga, en algunos cosas presenta doble cola
- ✓ Las medidas de la cabeza del espermatozoide del cobayo tienen una media de 102,53  $\mu\text{m}$ , la cabeza mide 8,81  $\mu\text{m}$  de largo y 7.41  $\mu\text{m}$  de ancho, se nota claramente el acrosoma en la cabeza en cual tiene una media de 1,95  $\mu\text{m}$ , la pieza intermedia tiene una media de 9,31  $\mu\text{m}$  y la cola mide aproximadamente 84,41  $\mu\text{m}$ .

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar diferentes métodos de extracción del semen del cuy y comparar los resultados para saber cuál es el mejor método de extracción de semen sin dañar al animal.
- Realizar esta investigación con otras líneas de cuyes para corroborar el estudio de la morfología espermática para así poder crear un plan de mejoramiento genético en la zona de Latacunga.
- Se recomienda realizar estudios comparativos del espermatozoide con otras especies de animales en los laboratorios de la Universidad.

## BIBLIOGRAFÍA

**Albers, Alvarez María y Diego, Barrios Arismendi. 2006.** Movilidad individual de los espermatozoides epididimarios de toros postmortem obtenidos mediante lavado retrógrado. [En línea] 2006. [Citado el: 14 de 02 de 2015.] <http://www.bioline.org.br/pdf?zt06022>.

**Almeda, Héctor Miguel. 2001.** Anatomía y Fisiología del Macho. *Producción Pecuaria*. Colombia : Terranova Editores, Ltda, 2001.

**Andorgen, Centro de infertilidad Masulina. 2014.** Seminograma. [En línea] 2014. [Citado el: 20 de 11 de 2014.] [http://androgen.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91&Itemid=533](http://androgen.es/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=533).

**Angelino, Olivera José Nicolás. 2009.** Manual de Evaluación de Semen en Bovinos. [En línea] 07 de 2009. [Citado el: 03 de 01 de 2015.] <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/147/1/JOSe%20NICOLaS%20ANGELINO%20OLIVERA.pdf>.

**Arencibia, Arrebola Franacisco Daniel. 2009.** Consideraciones prácticas acerca de la calidad del semen. [En línea] 2009. [Citado el: 29 de 11 de 2014.] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080809/080910.pdf>. 1695-7504.

**Barrera, Monica Chalan. 2010.** CONOCIMIENTOS BASICOS PARA LA CRIANZA ADECUADA DEL CUY. *CONOCIMIENTOS BASICOS PARA LA CRIANZA ADECUADA DEL CUY*. [En línea] 22 de Septiembre de 2010. [Citado el: 05 de Julio de 2014.] <http://es.scribd.com/doc/38027899/CRIANZA-DE-CUYES>.

**Barrios, Dr. Diego R. 2002.** Evaluación de la calidad y capacidad frecuente de espermatozoides de la cola del epidídimo de toros post-mortem. [En línea] 2002. [Citado el: 6 de 01 de 2015.] [http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd\\_xi\\_congreso/pdf/diegobarrios.PDF](http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/diegobarrios.PDF).

**Bernabé, Antonio, José, Cámara y Francisco, Martínez. 2001.** Citología e Histología Veterinaria. *Universidad de Murcia*. [En línea] 2001. [Citado el: 19 de 06 de 2015.] <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/citologia-e-histologia-veterinaria/material-de-clase-1/tema31-reproductor-masculino.pdf>.

**Brejov, Gregorio D. 2013.** Semiología del aparato reproductor macho. [En línea] 2013. [Citado el: 07 de 01 de 2015.] <http://www.fvet.uba.ar/areas/semiologia/2913/Reproductor-macho.pdf>.

**Castro, Hever Patricio. 2002.** Sistema de Crianza de Cuyes a Nivel Familiar-Comercial en el Sector Rural. *Sistema de Crianza de Cuyes a Nivel Familiar-Comercial en el Sector Rural*. [En línea] Benson Agriculture and Food Institute, 2002. [Citado el: 9 de Julio de 2014.] <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000203.pdf>.

**Catena, M y Cabodevila, J. 1999.** Evaluación de semen bovino congelado. [En línea] 06 de Agosto de 1999. [Citado el: 15 de 05 de 2015.] [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/05-evaluacion\\_de\\_semen\\_bovino\\_congelado.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/05-evaluacion_de_semen_bovino_congelado.pdf).

**Contreras, Ramon. 2015.** Tinción de hematoxilina eosina. [En línea] Biología, 18 de 03 de 2015. [Citado el: 25 de 06 de 2015.] <http://biologia.laguia2000.com/histologia/tincion-de-hematoxilina-eosina>.

**Espinoza, Ing. Alfredo Vasquez. 2008.** TRABAJO INDIVIDUAL N° 01: METODO DEDUCTIVO Y METODO INDUCTIVO. *TRABAJO INDIVIDUAL N° 01: METODO DEDUCTIVO Y METODO INDUCTIVO*. [En línea] 15 de Abril de 2008. [Citado el: 25 de 10 de 2014.] <http://colbertgarcia.blogspot.com/2008/04/metodo-deductivo-y-metodo-inductivo.html>.

**Ferrer, Cristina Mestre. 2013.** Análisis de la morfología de los espermatozoides. *Análisis de la morfología de los espermatozoides*. [En línea] 28 de Noviembre de 2013. [Citado el: 01 de Agosto de 2014.] <http://www.reproduccionasistida.org/analisis-de-la-morfologia-de-los-espermatozoides/>.

**Ferrer, Jesús. 2010.** Conceptos básicos de la metodología de la investigación. *Conceptos básicos de la metodología de la investigación*. [En línea] 2010. [Citado el: 29 de 10 de 2014.] <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>.

**Ferrer, Montiel Antonio Vicente. 2014.** Escuela Pólitecnica Superior de Orihuela. *Fundamento de la Producción Animal, Prácticas de la Fisiología Animal, Realización de un Espermiograma*. [En línea] 2014. [Citado el: 28 de 11 de 2014.] [http://umh2345.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/418/2014/02/Practica\\_espermiograma.pdf](http://umh2345.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/418/2014/02/Practica_espermiograma.pdf).

**Fertygen. 2013.** Espermatozoide. *Espermatozoide*. [En línea] 2013. [Citado el: 9 de 07 de 2014.] <http://www.fertygen.com/index.php/ct-menu-item-15/ct-menu-item-27>.

**Fuquay, H. Joe Bearden y Jhon W. 2003.** *Reproducción Animal Aplicada*. Mexico : EL Manual Moderno, de S.A de C.V, 2003. 968-426-200-0.

**Gómez, Torres María José. 2005.** Biología de la Reproducción. *Biología de la Reproducción*. [En línea] Enero- Febrero de 2005. [Citado el: 29 de 07 de 2014.] <http://www.revistafertilidad.org/RecursosWEB/fertilidad/Ferti-En-Feb05-Trabajo5.pdf>.

**Hafez, E.S.E. 2000.** *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. Mexico : Interamerica S.A, 2000. 0683305778.

**Hernandez, Fernandez y Baptista. 2007.** Metodología de la Investigación. *Metodología de la Investigación*. Mexico : Mc Graw Hill, 2007.

**Ibarra, Chango. 2011.** Metodología de la Investigación. *Metodología de la Investigación*. [En línea] 26 de Octubre de 2011. [Citado el: 26 de 10 de 2014.] <http://metodologadelainvestigacinsiis.blogspot.com/2011/10/tipos-de-investigacion-exploratoria.html>.

**Jure, Marco. 2010.** Producción Animal Sustentable. *Producción Animal Sustentable*. [En línea] Life Green, 022 de 2010. [Citado el: 30 de 11 de 2014.]

<http://produccionanimalsustentable.blogspot.com/2010/02/funcion-espermatogenica-o-exocrina.html>.

**Lavara, J y J.S., Vicente. 2001.** *Estado actual de la reproducción en cunicultura.* s.l. : Lagomorpha (113): 24-32, 2001.

**Lizarazo, Aura. 2009.** Comparación morfométrica de espermatozoides humanos y de animales domésticos, teñidos con la coloración árbol de navidad. [En línea] 8 de 05 de 2009. [Citado el: 25 de 06 de 2015.] <https://es.scribd.com/doc/40534282/espermato>.

**Mellisho, Edwin. 2010.** Manual de Laboratorio de Reproducción Animal. *Practica 1.* [En línea] 2010. [Citado el: 10 de 02 de 2015.] [http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/Reproduccion\\_archivos/Practica%201-aparato%20macho%20hembra.pdf](http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/Reproduccion_archivos/Practica%201-aparato%20macho%20hembra.pdf).

**Montoya, Ana Isabel Toro. 2009.** Espermograma. [En línea] 2009. [Citado el: 06 de 01 de 2015.] <http://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2009/myl093-4c.pdf>.

**Morales, Frank. 2010.** Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. *Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa.* [En línea] 18 de Mayo de 2010. [Citado el: 25 de 10 de 2014.]

**Nachon, Ciccirella Horacio. 2008.** Ciencias Biológicas y Educación para la Salud. [En línea] Blogger, 01 de 2008. [Citado el: 25 de 11 de 2014.] <http://hnncbiol.blogspot.com/2008/01/espermatogenesis.html>.

**Olympus. 2015.** Copyright OLYMPUS CORPORATION. [En línea] 2015. [Citado el: 01 de 07 de 2015.] [http://www.olympuslatinoamerica.com/spanish/seg/seg\\_product\\_detail\\_esp.asp?g=348&s=14&c=54&d=2](http://www.olympuslatinoamerica.com/spanish/seg/seg_product_detail_esp.asp?g=348&s=14&c=54&d=2).

**Ordóñez, Carlos Olegario Hidalgo y Carolina Tamargo Miguel, Carmen Díez Monforte. 2005.** Análisis del semen bovino. [En línea] 2005. [Citado el: 15 de 02 de 2015.] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=1495.1135-6030>.

**Ordóñez, Carlos Olegario Hidalgo. 2005.** Análisis del semen bovino. [En línea] 2005. [Citado el: 20 de 11 de 2014.] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=1495.1135-6030>.

**Orellana, Liliana. 2001.** Estadística descriptiva. *Estadística descriptiva*. [En línea] 14 de Mayo de 2001. [Citado el: 28 de 10 de 2014.] [http://www.hacienda.go.cr/cifh/sidovih/cursos/material\\_de\\_apoyo-f-c-cifh/1materialdeapoyocursoscifh/4estad%C3%ADsticabasica/estadisticadescriptiva-lillianaorellana.pdf](http://www.hacienda.go.cr/cifh/sidovih/cursos/material_de_apoyo-f-c-cifh/1materialdeapoyocursoscifh/4estad%C3%ADsticabasica/estadisticadescriptiva-lillianaorellana.pdf).

**Osuna, Jesús Alfonso. 2010.** Evaluación de la calidad del espermatozoide humano: comparación entre la integridad del ADN espermático y variables del semen. *Evaluación de la calidad del espermatozoide humano: comparación entre la integridad del ADN espermático y variables del semen*. [En línea] Laboratorio de Andrología, Centro de Microscopía Electrónica, Marzo de 2010. [Citado el: 22 de 11 de 2014.] [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0535-51332010000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0535-51332010000100009&script=sci_arttext).

**Palma, Gustavo A. 2007.** Biotecnología de la Reproducción. *Biotecnología de la Reproducción*. [En línea] Reprobietec, 2007. [Citado el: 26 de 10 de 2014.] [http://www.reprobiotec.com/congel\\_concentr.html](http://www.reprobiotec.com/congel_concentr.html).

**Rodríguez, Rosana. 2011.** Análisis de la espermatogénesis del cobayo mediante cimetría del flujo, y desarrollo de un método de purificación de células profase meiótica temprana. *Análisis de la espermatogénesis del cobayo mediante cimetría del flujo, y desarrollo de un método de purificación de células profase meiótica temprana*. [En línea] 2011. [Citado el: 05 de 12 de 2014.] <http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/biol/uy24-15499.pdf>.

**Romero, Fernando. 2011.** Análisis de vulnerabilidad cantón Latacunga. *Análisis de vulnerabilidad cantón Latacunga*. [En línea] Septiembre de 2011. [Citado el: 20 de Septiembre de 2014.] [repositorio.cedia.org.ec/.../1/Perfil%20territorial%20LATACUNGA.pdf](http://repositorio.cedia.org.ec/.../1/Perfil%20territorial%20LATACUNGA.pdf).

**Sánchez, Karen. 2014.** Cátedra de Biología. *Gametogénesis*. [En línea] 09 de 02 de 2014. [Citado el: 02 de 03 de 2015.] <http://biologiasanchezkaren.blogspot.com>.

**Sánchez, Paniagua, Diana I., Martínez Martínez., Yaiza. González González.,Jimena. 2013.** Espermatozide in vitro. *Espermatozide in vitro*. [En línea] 15 de 01 de 2013. [Citado el: 05 de 08 de 2014.] <http://invitrosperm.blogspot.com/2013/01/analisis-seminal-equino-y-bovino.html>.

**Torretta, María Elena, Rablagino, María Belén y Ferrero, Susana. 2010.** Caracterización cuali-cuantitativa de patologías espermáticas estudio comparativo de la incidencia de anomalías espermáticas en semen porcino fresco y refrigerado. [En línea] 2010. [Citado el: 03 de 01 de 2015.] <https://drive.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.redalyc.org/pdf/636/63616936007.pdf>. 1695-7504.

**Trujillo, Bravo Rafael A. 1994.** *Biología del Cuy*. Riobamba : Editorial Pedagógica "Freire", 1994.

**Urredo, E. 2009.** *Producción de cuyes (cavia porcellus) Estación Experimental Agropecuaria la Molina del Intituto Nacional de Investigaciones Agraria del Perú*. Perú : Manual\_Crianzadecuyes, 2009.

**Vergara, Victor. 2008.** Avances en la Nutrición y Alimentación en Cuyes. *Avances en la Nutrición y Alimentación en Cuyes*. [En línea] 2008. [Citado el: 4 de Julio de 2014.] <http://www.lamolina.edu.pe/appa/docs/presentaciones/Simposio/CUYES/Nutricion%20y%20alimentacion%20cuyes%20Ing.%20Vergara.pdf>.

**Vorvick, Linda J. 2012.** Medline Plus. *Medline Plus*. [En línea] 16 de Abril de 2012. [Citado el: 30 de 07 de 2014.] [http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp\\_imagepages/19471.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/19471.htm).

# **ANEXOS**

Foto N° 1: Colocación de los testículos en la plancha térmica



Foto N° 2: Disección de los testículos en la cola del epidídimo



Foto N° 3: Disección de la cola del epidídimo



Foto N° 4: Evaluación del color del semen de cobayo



Foto N° 5: Lavado con el diluyente en la cola del epidídimo

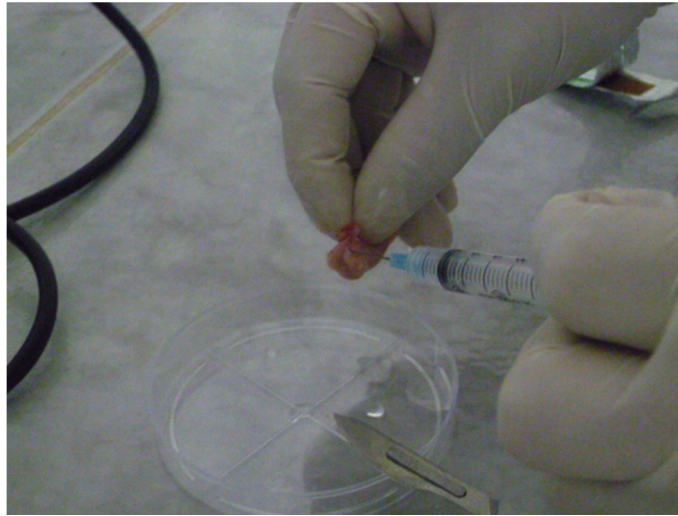


Foto N° 6: Evaluación del pH del lavado de los testículos del cobayo



Foto N° 7: Preparación de las placas para ver en el microscopio



Foto N°8: Evaluación de la motilidad individual

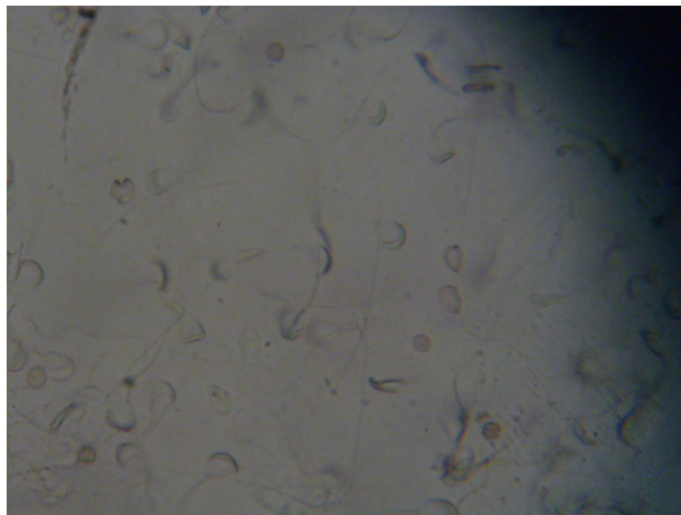


Foto N° 9: Evaluación de la mortalidad con la tinción de nigrosina

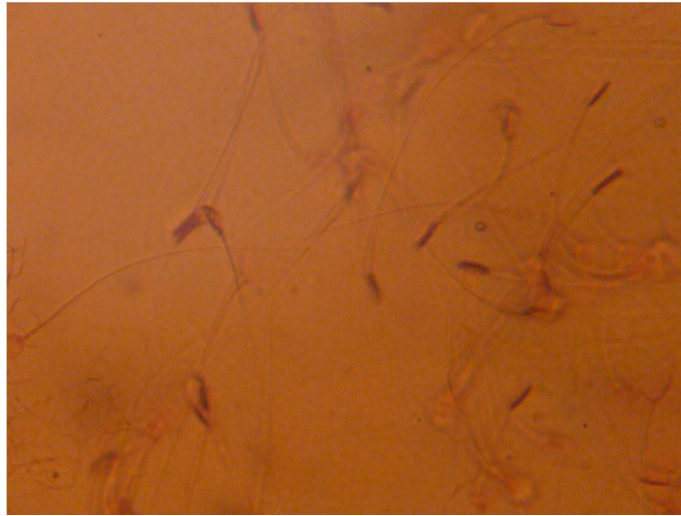


Foto N° 10: Evaluación de la morfología del cuy, espermatozoide con 2 colas



Foto N° 11: Espermatozoide con presencia de gota citoplasmática

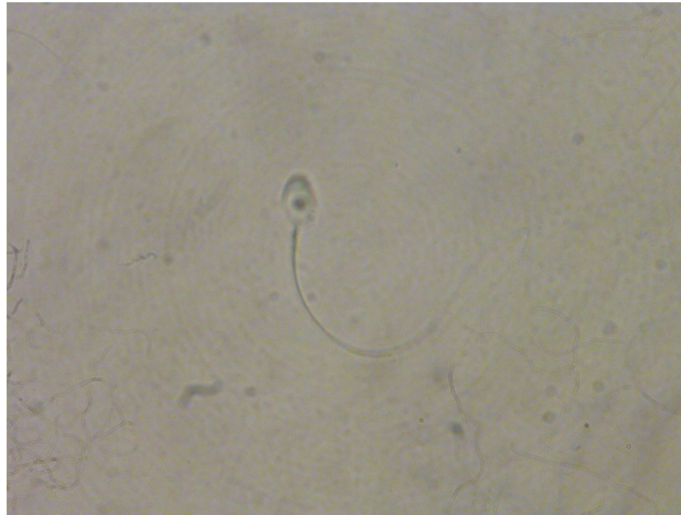


Foto N° 13: Utilización de la cámara de Neubauer

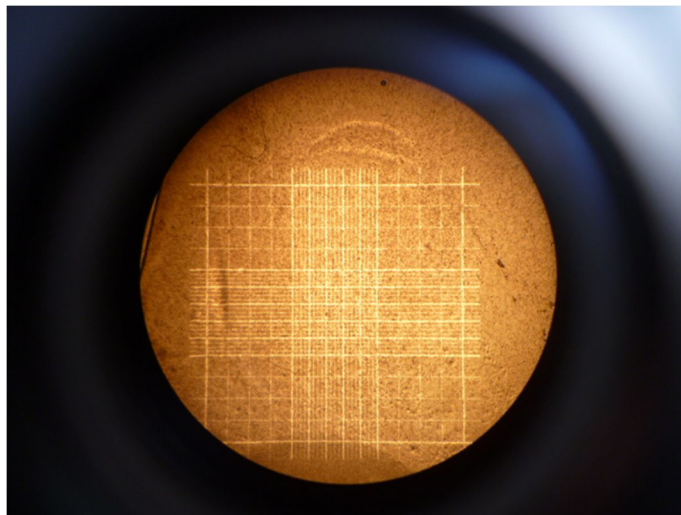


Foto N° 14: Medición de la cabeza del espermatozoide del cobayo

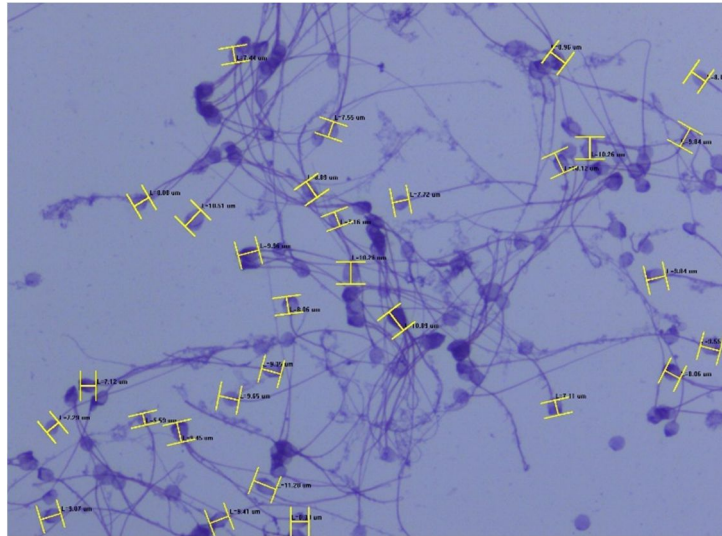


Foto N° 14: Medición de la pieza intermedia del espermatozoide del cobayo

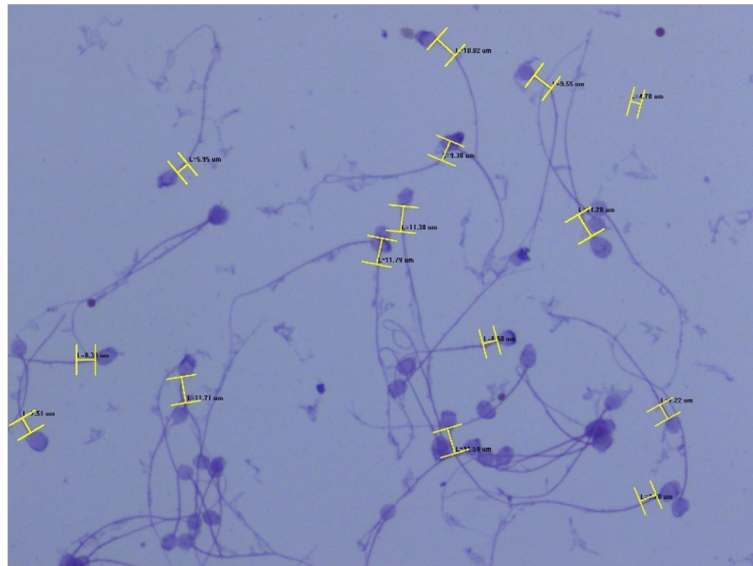


Foto N° 14: Medición total del espermatozoide del cobayo

